



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA DOPRAVNÍ

Michal Freigang

**VLIV ÚNAVY PILOTA NA VÝSLEDEK
PSYCHOLOGICKÝCH TESTŮ**

Bakalářská práce

2018

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

děkan

Konviktská 20, 110 00 Praha 1



K621..... Ústav letecké dopravy

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

Michal Freigang

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

B 3710 – PIL – Profesionální pilot

Název tématu (česky): **Vliv únavy pilota na výsledek psychologických testů**

Název tématu (anglicky): Impact of Pilot's Tiredness on the Outcome of
Psychological Testing

Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Analýza současného stavu problematiky únavy leteckého personálu s hlavní orientací na piloty a jejich psychologické testování
- Návrh metodiky experimentu s cílem zajištění postupně narůstající únavy pilotů
- Realizace navrženého experimentu
- Zhodnocení vlivu únavy na výsledek psychotestů



- Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího bakalářské práce
- Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)
- Seznam odborné literatury: Johnston, Neil. "Psychological testing and pilot licensing." (1996)
Caldwell Jr, John A., et al. "The Effects of 37 Hours of Continuous Wakefulness On the Physiological Arousal, Cognitive Performance, Self-Reported Mood, and Simulator Flight Performance of F-117A Pilots." (2004)

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimír Socha, Ph.D.
Ing. Lenka Hanáková

Datum zadání bakalářské práce:

20. října 2017

(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)

Datum odevzdání bakalářské práce:

27. srpna 2018

- a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia



Ing. Jakub Kraus, Ph.D.
vedoucí
Ústavu letecké dopravy

prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek, dr. h. c.
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

Michal Freigang
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 20. října 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucím mé bakalářské práce panu Ing. Bc. Vladimíru Sochovi, Ph.D. a Ing. Lence Hanákové za odborné vedení práce a cenné rady při konzultacích, které mi pomohly při zpracování. Velké poděkování patří i mé rodině a blízkým přátelům za podporu, kterou mi po celou dobu studií poskytovali. Poděkování taktéž náleží i subjektům, které se měření zúčastnily.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na ČVUT v Praze Fakultě dopravní.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem č.1/2009 „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o autorském právu, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 27. 8. 2018


.....
Podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní

VLIV ÚNAVY PILOTA NA VÝSLEDEK PSYCHOLOGICKÝCH TESTŮ

Bakalářská práce

2018

Michal Freigang

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce je posouzení vlivu únavy na výsledek psychologických a výkonostních testů. V této práci jsou detailně teoreticky popsány faktory, které mají vliv na výkonost. Mezi ty patří únava, stres. V teoretické části je dále popsán lidský faktor a jeho historie a popis získání a udržení zdravotní způsobilosti pro účely létání. Na základě stanovených limitací současného stavu v řešení dané problematiky je práce primárně orientovaná na experimentální ověření vlivu únavy na psychologickou kondici létajícího personálu, s využitím psychologických a výkonostních testů. Pro účely popisu výkonosti pilotů je v rámci práce navržen experiment, který trvá 24 hodin a subjekty jsou podrobeny několika testům včetně letů na simulátoru, při kterých se zkoumá vliv možnosti nástupu únavy na výsledky těchto měření. Experimentu se zúčastnilo celkem 8 subjektů a z analýzy výsledků pomocí Kruskal-Wallis testu a následné post-hoc analýzy plyne, že největší pokles výkonosti se projevil zhruba 22 hodinách bdění, tj. přibližně v půlce měření. Pro účely této práce byla zpracována softwarová implementace NASA Task Load indexu, psychologického dotazníku, a taktéž koncept výkonostních testů využívaných na ÚLZ.

Klíčová slova:

Licencování pilotů, Lidský činitel, Psychologické testování, Stres, Únava, Výkonost

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

Faculty of Transportation Sciences

IMPACT OF PILOT'S TIREDNESS ON THE OUTCOME OF PSYCHOLOGICAL TESTING

Bachelor Thesis

2018

Michal Freigang

ABSTRACT

The aim of proposed Bachelor thesis is to assess the impact of tiredness on the outcome of psychological and performance tests. Inter alia, this work deals with theoretical factors affecting performance including tiredness, fatigue and stress. The theoretical part therefore further describes human factors and its history as well as description and preservation of the medical certificate for flying purposes. Based on established limitations of the current state of the art in solving the given problemacy, the work is primarily oriented on the experimental verification of the influence of fatigue on the psychological condition of the flying personnel using psychological and performance tests. For pilot performance evaluation purposes, 24 hours experiment was conducted. In total eight subjects were participated in the experimental measurements. Subject went through several tests, including simulator flights, to investigate the effect of the fatigue on the results of psychological measurements. Eight subjects participate in experimental measurements in total. Kruskal-Wallis test and subsequent post-hoc analyzes shows that the greatest decrease in performance was observed in approximately 22 hours of wakefulness, i.e. approximately in half of the measuring process. Among other thing, the software implementation of the NASA Task Load Index, i.e. approved psychological questionnaire, and also the concept of the performance tests used in the Institute of aviation medicine (Czech Republic) were elaborated.

Key Words:

Pilot licencing, Human factors, Psychological testing, Stress, Fatigue, Performance

Seznam zkratek

Zkratka	Anglicky	Česky
ALT	Altitude	Výška
ATC	Air Traffic Control	Řízení letového provozu
ATIS	Automatic Terminal Information Service	Automatická informační služba v koncové řízené oblasti
CAT	Category (for landing)	Kategorie (pro přistání)
CNS	Central nervous system	Centrální nervová soustava
EASA	European Aviation Safety Agency	Evropská agentura pro bezpečnost letectví
EEG	Electroencephalogram	Elektroencefalogram
EKG	Electrocardiogram	Elektrokardiogram
FAA	Federal Aviation Administration	Federální letecká správa
FD ČVUT	Faculty of Transportation of Czech Technical University in Prague	Fakulta dopravní Českého vysokého učení technického
FEAST	The First European Air Traffic Controller Selection Test	neaplikuje se překlad
FL	Flight level	Letová hladina
FTL	Flight Time Limitations	Omezení letové doby
FRMS	Fatigue Risk Management System	Systém pro řízení rizik únavy
IATA	International Air Transport Association	Mezinárodní asociace leteckých dopravců
ICAO	International Civil Aviation Organization	Mezinárodní organizace pro civilní letectví
IFALPA	International Federation of Air Line Pilots' Associations	Mezinárodní sdružení dopravních pilotů
IFR	Instrument flight rules	Let podle přístrojů
IMC	Instrument meteorological conditions	Meteorologické podmínky pro let dle přístrojů
LAPL	Light aircraft pilot license	Licence pilota lehkých letadel
LT	Local Time	Místní čas
NTLx	NASA Task Load Index	NASA Task Load Index
NTSB	National Transportation Safety Board (USA)	Národní úřad pro bezpečnost v dopravě
ORL	Otorhinolaryngology	Otorhinolaryngologie
QRH	Quick Reference Handbook	uživatelská příručka
ŘLP	Air Navigation Services	Řízení letového provozu
ÚLZ	The Institute of Aviation Medicine	Ústav leteckého zdravotnictví

Obsah

1	Úvod	11
2	Teoretické základy práce	12
2.1	Lidský faktor	12
2.2	Únava	15
2.3	Stres	20
2.4	Zdravotní způsobilost pilotů	22
2.4.1	Platnost zdravotní způsobilosti	22
2.4.2	Získání zdravotní způsobilosti	23
2.5	Psychologické testování	24
3	Návrh metodiky experimentu	27
3.1	Popis experimentu	27
3.2	Statistika	34
3.3	Normální rozdělení + testy	36
3.4	Pearsonův chí-kvadrát test	37
3.5	Kruskal-Wallis test	38
3.6	Boxplot	38
3.7	p-hodnota	39
4	Výsledky	40
4.1	Výsledky NTLx	40
4.1.1	Psychická zátěž	40
4.1.2	Fyzická zátěž	43
4.1.3	Časová zátěž	47
4.1.4	Výkonnost	50
4.1.5	Úsilí	53
4.1.6	Frustrace	57
4.1.7	Celkové skóre NTLx	60
4.2	Výsledky výkonnostního testu	64
4.2.1	Vyhodnocení času u úlohy 1	64

4.2.2	Vyhodnocení času u úlohy 2.....	67
4.2.3	Vyhodnocení celkového času u úlohy 3.....	70
4.2.4	Vyhodnocení celkového času u úlohy 4.....	74
4.2.5	Vyhodnocení jednotlivých časů u úlohy 3.....	78
4.2.6	Vyhodnocení jednotlivých časů u úlohy 4.....	81
4.2.7	Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 1.....	84
4.2.8	Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 2.....	87
4.2.9	Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 3.....	90
4.2.10	Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 4.....	94
5	Diskuze.....	98
6	Závěr.....	100
	Seznam použitých zdrojů.....	102
	Seznam použitých obrázků.....	105
	Seznam použitých tabulek.....	106
	Seznam použitých rovnic.....	106
	Seznam příloh.....	107

1 Úvod

Ke zvolení tématu této bakalářské práce mě vedl fakt, že spousta leteckých nehod je způsobena lidským faktorem. Lidský faktor je v letectví momentálně velmi aktuální téma, kterým se v posledních několika letech začalo zabírat mnoho jedinců i orgánů.

I pokud vezmeme v úvahu fakt, že letecká doprava je dnes tou nejbezpečnější ze všech druhů přeprav, stále při nástupu do letadla není 100% jistota, že se dostaneme v pořádku zpět na zem. Stále existuje, i když malá, nějaká pravděpodobnost nehody. Je potřeba najít aktivní prostředky obrany, nejčastěji používanou je asi prevence.

Dnešní technika v letectví je dotažena téměř k dokonalosti – stroje, které umí přistát samy za nulové viditelnosti, bezchybné navigační a naváděcí systémy s přesností na desítky cm. To vše už dnes existuje a aktivně se využívá, ale stále nejsme ve stádiu, kdybychom všichni tuto moderní techniku mohli obrátit ve stav, kdy by v kokpitu dopravního letadla už neseděl člověk. Dalo by se říct, že jediným slabým článkem při plné funkčnosti těchto už tak spolehlivých přístrojů, je člověk. Kdyby ale selhaly právě tyto přístroje, je člověk tím jediným článkem, který situaci může zachránit.

V letectví se za posledních několik desítek let udělal obrovský krok vpřed. Na počátku létání nebyly žádné radionavigační přístroje, pilotům stačilo několik aerometrických přístrojů, mapa a letělo se. Vzhledem k neustále hustšímu provozu bylo lidstvo nuceno vyvinout spousty dalších přístrojů a zvýšit tak bezpečnost létání.

Vzhledem ke skutečnosti, že jsem sám pilotem a chtěl bych se stát profesionálním pilotem, rád bych pochopil problematiku lidského faktoru, poznal hranice lidské výkonnosti a také provedl experiment, který by je otestoval.

Chybovat je lidské, obzvláště když je člověk unavený či nevyspalý. V rámci práci bylo uskutečněno několik 24 hodinových měření, ze kterých se popíše přesnost pilotáže, fyziologické parametry během letu, psychický stav jedince včetně jeho výkonnosti a reakční čas.

Právě psychický stav jedince (pilota) velmi důležitý fakt, který v okamžiku nástupu do letadla může rozhodnout, zda doletíme do cílové destinace v pořádku či nikoli.

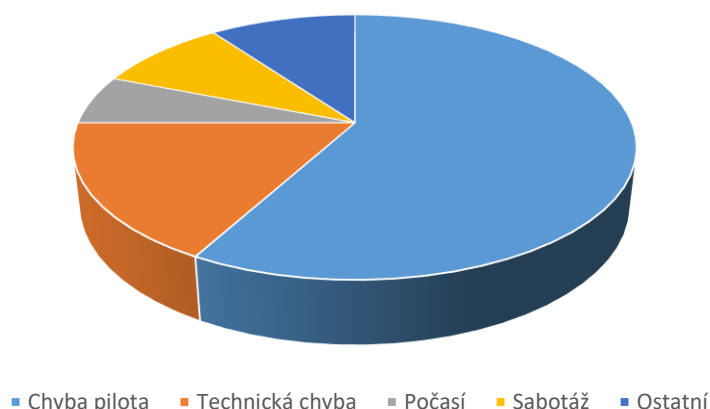
Tato bakalářská práce je tedy zaměřena na vliv únavy pilota na výsledek psychologických a výkonostních testů. Cílem této bakalářské práce je popis vlivu únavy na výkonnost pilota, tj. zvyšování chybovosti.

2 Teoretické základy práce

2.1 Lidský faktor

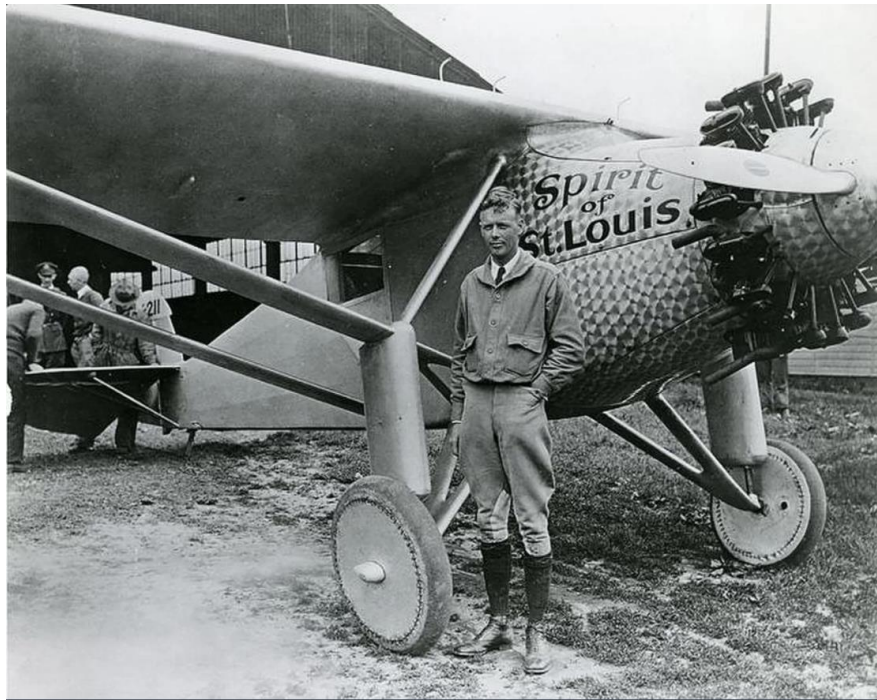
Lidský faktor jako obor je především o lidech, jejich problémech, o jejich životních a pracovních situacích. Jde i o jejich vztah ke strojům, prostředí, ve kterém se vyskytují, ale i o vztahu k ostatním lidem. Jelikož chybovat je lidské a pro člověka přirozené, je třeba tuto chybovost snížit na nejmenší možné riziko. Člověk není stroj, který pracuje s obrovskou přesností. Kdyby tomu bylo naopak, člověka bychom nepotřebovali, stačily by nám stroje. Jelikož i stroj se může porouchat, je pak člověk jediným článkem, který může situaci zachránit. Právě tato improvizace, tvůrčí schopnosti, ale i odhad tvoří silnou stránku člověka, který může v případě selhání stroje celou situaci zachránit. Statistiky ukazují, že až za 70% leteckých nehod může člověk – viz obrázek 1. [1] Z těchto statistik neplyne jen chyba pilota, ale i chyby způsobené nesprávnou či nedostatečnou údržbou a řízením letového provozu. Chování člověka je navíc předvídatelné jen do určité míry. Cílem zkoumání lidského faktoru je, pokud možno, zabránit letecké nehodě.

Statistika leteckých nehod dle příčiny



Obrázek 1 – Statistika leteckých nehod dle příčiny

Zaměření se na lidský faktor se dá pozorovat již od počátku 20. století. Pokud se vezme v úvahu první transatlantický let pilotovaný Charlesem Lindberghem z roku 1927 z Long Islandu do Paříže, jednalo se o extrémní případ v historii lidského faktoru. Pilot letěl necelých 34 hodin a po přistání si stěžoval na únavu celého těla. Během letu několikrát sklesal do kritické výšky. [2] Letadlo Spirit of St. Louis nebylo vybaveno autopilotem a k dispozici bylo pouze nejprimitivnější navigační vybavení (viz obr. 2) [3]



Obrázek 2 – Charles Lindbergh po prvním transatlantickém letu s letounem Spirit of St. Louis

Význam přinesly i dva světové válečné konflikty, kdy během 1. světové války bylo potřeba zrychlit výcvik tisícům lidí, čímž mělo dojít k optimalizaci výroby nejen válečných zbraní. Během 2. světové války již byl bez časově náročného výcviku problém pochopit sofistikovanost zbraní, které byly připevněny na letadlech a bylo je třeba ovládat. Tato skutečnost vedla poté v různých státech k přistoupení výcviku a založení několika organizací.

Jednou z nejtragičtějších nehod patří událost z roku 1977, která se stala na ostrově Tenerife. Zde při srážce dvou Boeingů 747 zemřelo 583 lidí. Při vyšetřování a detailní analýze nehody se zjistilo, že šlo o řetězec událostí, kde bylo hlavní příčinou právě selhání lidského činitele. [4]

V minulosti se především lékaři zajímali o problematiku lidského faktoru, v letectví šlo konkrétně o hluk, šum, vibrace, teplota – zda přílišné horko či chlad neovlivňují výkonnost. Zdaleka vůbec se nedá lidský činitel posuzovat jen z hlediska medicíny, již v minulosti se připojilo ke spolupráci mnoho dalších vědních oborů. [5]

Odborná definice lidského činitele a jeho vývoj

Lidský činitel lze definovat jako součást profesní vyspělosti každého pracovníka, založené na pochopení fyzických, psychických a společenských faktorů, tvořící základ bezpečnostní kultury v letectví. Z pohledu teoretiků v této oblasti je aplikovanou sociobiologickou vědní disciplínou, zkoumající kritická místa a funkce v složitých systémech, jejichž ústřední řídicí, výkonnou a kontrolní složkou je člověk. [6]

Cílem lidského činitele ve všech technických odvětvích a úsecích péče o letecký strojový park je zvýšení bezpečnosti, kvality a efektivnosti údržby letadel. [6]

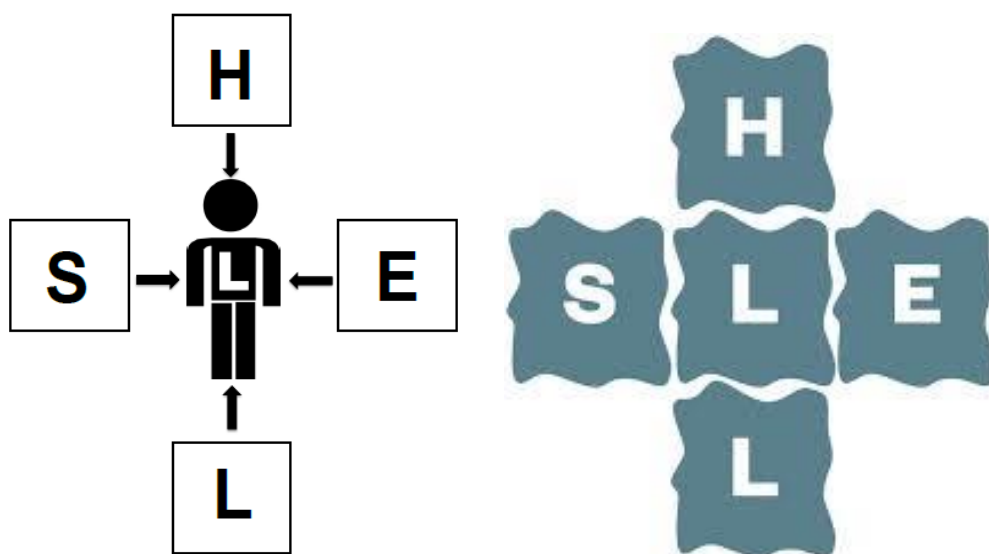
V 1. světové válce až 60% leteckých nehod nezpůsobilo sestřelení letadla ani selháním letecké techniky, ale nevhodným psychologickým profilem pilotů. Na základě toho se u pilotních uchazečů začala dělat různá psychologická vyšetření a byla stanovena základní zdravotní kritéria. Mezinárodní asociace leteckých dopravců (IATA) v roce 1975 došla k závěru, že problematika lidského faktoru je velmi strohá a chtělo by jí věnovat více pozornosti.

O dva roky později, v roce 1977, dala Mezinárodní asociace pilotů aerolinií (IFALPA) jasně najevo, že na poznatky o lidském faktoru se neklade dostatečný důraz a je celkově málo odborníků v tomto oboru.

V roce 1986 se Valné shromáždění Mezinárodní organizace pro civilní létání (ICAO) akceptovalo rezoluci A-29, ve které byla s ohledem na poznatky o lidském činiteli uvedena spojitost úrovně bezpečnosti letecké dopravy. Tato rezoluce se projevuje současně i ve všeobecném letectví. [7]

Model SHELL

Lidského činitele začalo zkoumat hned několik odborníků z různých odvětví. Jeho pojetí je směřováno na plynulost a bezpečnost letového provozu. Model SHELL byl vytvořen profesorem E. Edwardsem a nynější podobu nám zajistil pan F. H. Hawkins (viz obr. 3 a 4) [8], [9].



Obrázek 3 a 4 – Model SHELL – schéma konceptu lidského činitele

Slovo SHELL jsou ve skutečnosti jen počáteční písmena slov, která popisují, co lidský faktor ovlivňuje. Některé zdroje uvádí, že v modelu SHELL závisí i na tvaru jednotlivých „okrajů“ písmen. Čím lépe do sebe okraje zapadnou, tím lépe je systém navržen.

V Evropě je vedle modelu SHELL známý ještě Reasonův model, ICAO však více upřednostňuje model SHELL. Tento model zhodnocuje možná rizika a snaží se je aktivními obranami snížit.

Model SHELL vnímá lidský faktor nejen jako pilota, který může udělat chybu, ale i mechaniky, řídící letového provozu, palubní průvodčí, vedení společnosti, administrativy i ostatní leteckou komunitu.

Hlavní bloky modelu SHELL lze popsat následovně:

S – Software – jedná se o programové vybavení, příručky, dokumentace, manuály, normy, předpisy, zápisy o provedené údržbě apod.

H – Hardware – jedná se o technické zařízení letadla, letadlo samotné, různého zázemí okolo letiště (budovy, kanceláře) apod.

E – Environment – prostředí zahrnuje celkově pracovní prostředí, podmínky pro práci, podnebí, teplotu, hluk, ale i sociální a ekonomické faktory

L – Liveware – jedná se o spolupráci mezi posádkou a mezi posádkou a jinými činiteli, jde i o nadřízené a normy, spolupracovníky a vzájemnými vztahy

L – Central Liveware – je v centru SHELL modelu a lze ho definovat jako lidský prvek (o který se zajímáme), na který působí všechny výše zmíněné prvky, ale i stres, únava, znalosti a postoje. [8]

2.2 Únava

Únavu lze řadit do skupiny psychofyzilogických jevů. Z důvodů předchozí aktivity, ať už psychické či fyzické, jde o snížení schopnosti vykonávat jistou aktivitu či činnost. V letectví je únava obzvlášť nebezpečná, jelikož má vliv na snížení výkonnosti pilota. Projevy únavy mohou být různé – snížení pozornosti, zhoršení vnímání, změnami nálady, větší citlivostí vůči hypoxii či přetížení. Pocit člověka, že je unavený, je velmi subjektivní a u každého se projevuje jinak. Únava vzniká kvůli nahromadění odpadů metabolismu v krvi či svalech a je projevem přetížení kardiovaskulárního nervového systému (CNS).

Únavu lze dělit na psychickou a fyzickou, podle toho, která činnost únavě předcházela. V kokpitu dopravního letadla se většinou setkáme spíše s aktivitou duševní (psychickou), mezi

ně patří zejména monitorování a nastavení palubních přístrojů a komunikace s ATC. Nutno dodat, že psychickou únavou může subjekt trpět i po fyzickém odpočinku. Únavu lze dělit na akutní a chronickou. Akutní únavou může pilot trpět v případě dlouhou dobou ve službě či řetězcem několika náročných úkonů po sobě v relativně krátkém čase (např. vysazení či požár motoru). Chronická únava je způsobena únavou, která na subjekt působí delší dobu a může se kumulovat.

Únavě lze předejít nejkvalitněji spánkem, pilotům se doporučuje spát asi 7-8 hodin denně. Dostatek odpočinku je pro piloty zásadou a délka odpočinku není pevně stanovena, u každého pilota je individuální. Je dokázáno, že spánek v délce asi 20 – 30 minut dokáže zvýšit pozornost asi o 3 – 4 hodiny. [10] Je doporučeno pravidelné stravování po menších dávkách, a to především lehkého jídla. Příznakům únavy se lze vyhnout i kofeinovými nápoji, tzn. černou kávou či černým čajem, který obsahuje podobnou látku zvanou tein. Energetické nápoje nejsou zdravotníky doporučovány, nejsou zdraví prospěšné z důvodu náhlého ukončení produkce energetických látek v těle, což vede k únavě několikanásobně větší. [10]

Provozovatelé leteckých společností jsou povinni dodržovat zákonné požadavky na pracovní dobu posádek. Přesná definice znění zákona: [11]

„Bloková doba letu

Letecký dopravce zajistí, aby celková blokovaná doba letu všech letů, na které je člen posádky letadla určen jako člen aktivní posádky, nepřekročila:

- a) 100 hodin v průběhu dvaceti osmi kalendářních dnů po sobě jdoucích,*
- b) 280 hodin v průběhu devadesáti kalendářních dnů po sobě jdoucích,*
- c) 900 hodin v kalendářním roce.“*

kde „Blokovou dobou letu se rozumí doba mezi prvním pohybem letadla při opouštění parkovacího stání s cílem vzletět až k zastavení na určeném parkovacím stání a po zastavení všech motorů nebo vrtulí.“ [11]

Letecké společnosti však dnes raději plánují posádky na hraně legislativy, kde se může stát, že bude z nepředvídatelných i předvídatelných okolností překročena maximální doba posádky ve službě. Více popisuje výňatek z předpisu: [11]

Jestliže z důvodů nepředvídatelných okolností v letovém provozu po zahájení letové služby hrozí překročení maximálního denního limitu doby letové služby, velitel letadla rozhodne:

- a) po vyjádření členů posádky letadla o provedení jednoho přistání navíc nad stanovené limity a o prodloužení doby letové služby, přičemž maximální denní limit doby letové služby pro základní posádku letadla lze zvýšit nejvýše o 2 hodiny a pro zesílenou a zdvojenou posádku letadla nejvýše o 3 hodiny,
- b) po vyjádření členů posádky letadla o zkrácení doby základního odpočinku nejvýše o 2 hodiny, přičemž doba základního odpočinku musí činit alespoň 10 hodin.

Obecně lidé nejen v souvislosti s letectvím únavu podceňují, její častější příznaky svádí např. na rostoucí věk, čímž může vzniknout chronická únava či jiné nemoci, při kterých už je nutné vyhledat odbornou nemoc. [12]

Na únavě pilota se můžou podepsat i zdánlivě nevinné věci, jako nastavení sedačky, schopnost dosáhnout na všechny přístroje a celkově ergonomie v letounu. U dopravních letounů je cíleno na ergonomii zvanou „Dark Cockpit“ – jedná se o technologii, že pokud v kokpitu vše funguje správně, všechno je tmavé a až tehdy, jakmile dojde k problému, rozsvítí se kontrolky příslušné barvy. Tato technologie je velmi přívětivá i pro oči pilota, zvláště při nočních letech, kdy může pilot v temnější kabině lépe monitorovat venkovní počasí, sledovat mraky. [13]

Mezi dálkové lety se někdy mylně řadí i let např. z Prahy do Dubaje, který trvá okolo 6 hodin. Většina lidí si myslí, že je na palubě potřeba více pilotů než jen dva. Z pohledu legislativy je ale potřeba třetí pilot až po překročení doby letu 8 hodin. Dvě kompletní posádky (tj. celkem 4 piloti) jsou potřeba při dálkových letech delších než 12 hodin, přičemž doba letu nesmí překročit 18 hodin. [11]

Takovému případu se říká dělená letová služba. Požadavky na leteckou společnost i piloty jsou mimo jiné vyhrazení takového prostoru pro posádku, kde si můžou piloti dostatečně a v klidu odpočinout (viz obrázek 5 a 6) [14], [15]. Takový prostor by měl odpovídat vyšší třídě, než je ekonomická, pokud jí je letadlo vybaveno. Tento prostor musí být určen pouze pro posádku, vedle by měl odpočívat pouze jiný člen letecké posádky, nikoli žádný z cestujících. Každý člen posádky by měl mít minimálně sedačku s polohovatelným nastavením či přímo postel na palubě letadla. Celková doba souvislého odpočinku nesmí být kratší než 3 hodiny, pro zesílenou posádku (tj. jeden pilot navíc) nesmí překročit doba služby 16 hodin. Pořád platí pravidlo o době služby, tzn., že součet doby ve službě před odpočinkem a po něm nesmí přesáhnout hranici dvanácti hodin. Stále platí, že i tato doba lze prodloužit o výše zmíněné 2 – 3 hodiny. [11]



Obrázek 5 – Odpočinková místnost pro posádky letounu Airbus A380



Obrázek 6 – Odpočinková místnost pro posádky letounu Boeing 787

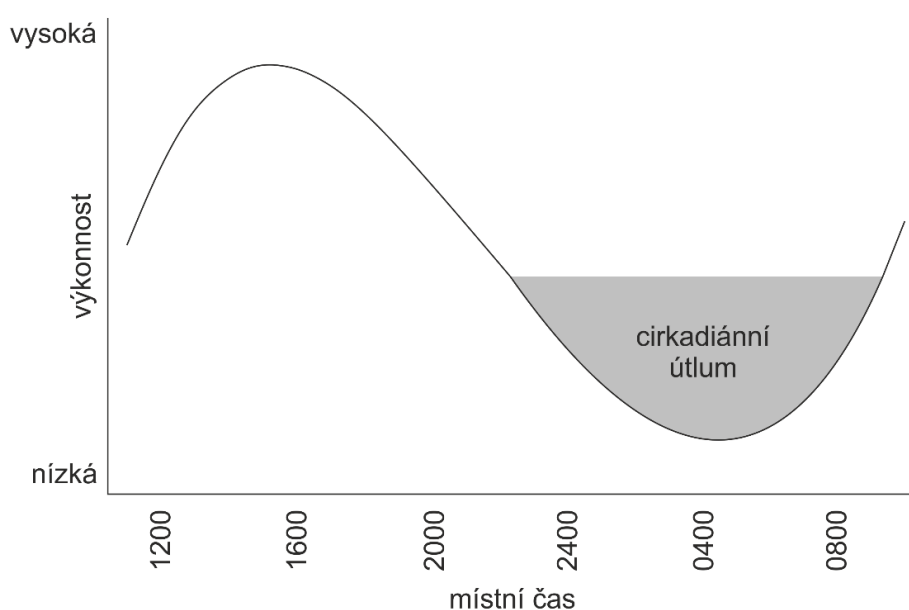
Z důvodu bezpečnosti a nepřetěžování pilotů v jejich profesi přijalo ICAO systém na řízení rizik únavy – FRMS (Fatigue Risk and Management System). Tento systém byl definován ICAO jako prostředek pro průběžné sledování a udržování bezpečnostních rizik souvisejících s únavou opírající se o vědecké znalosti, principy a provozní zkušenosti, jejichž cílem je zajistit přiměřenou úroveň bdělosti. [16]

Mezi jednu z prvních prevencí únavy patřila regulace a omezení letového a provozního času v systému FTL (Flight Time Limitations). To se provádění maximálním počtem hodin, který může posádka letounu pracovat, ale i stanovením minimálního času odpočinku, který je požadován před začátkem každého období letové služby, jak je uvedeno výše.

Ústav pro zjišťování příčin leteckých nehod v Americe, zvaný jako NTSB, zjistil, že většina pilotů byla během své služby nevyspalá. Konkrétní data ukazují, že většina prvních důstojníků byla před nehodou vzhůru 11 hodin a několik kapitánů dokonce 12 hodin. [17]

Výzkumem bylo zjištěno, že mezi hlavní příčiny únavy patří především nedostatek odpovídajícího (kvalitního) spánku během stanovené doby odpočinku. Zjištěným problémem je také denní rytmus těla, zvaný jako cirkadiánní rytmus, který může ovlivnit kvalitu spánku a/nebo výkonnost.

Mezi faktory, kterými se FRMS zabývá, se řadí délka služby za posledních 24 hodin, noční služba za posledních 7 po sobě jdoucích dní. Mezi noční směnu se řadí lety od 22:00 do 05:59 LT. Dále se FRMS zajímá i o služby v ranních časných hodinách (zahájení před 07:00 LT), která následuje po noční službě. Následují služby spadající do cirkadiánního útlumu (viz obrázek 7) [18] či doba odpočinku mezi 2 po sobě jdoucími směny.



Obrázek 7 – Vliv denní doby na výkonnost pilota [18] (upraveno)

Je vhodné dodat, že první společností na krátké lety, která se nechala FRMS inspirovat, byla společnost easyJet. Společnost easyJet nahradila svůj systém rozvržení letů pro letecký personál ze systému 3 dny časných startů, 3 dny pozdních startů a 3 dny volna na systém 5 dní časných startů, 2 dny volna, 5 pozdních startů, po kterých následují 4 dny volna. [16]

2.3 Stres

Stres by se dal obecně popsat jako nespecifická reakce organismu na jakýkoli vliv [19]. Dle Státního zdravotního ústavu v Praze je definice stresu následující: Je to proces vznikající jako odpověď našeho organismu na nadměrné požadavky, které jsou kladeny na naše tělesné a psychické rezervy. Adaptační mechanismy našeho organismu se těmto požadavkům přizpůsobují velmi pomalu a tak prožíváme ohrožení rovnováhy. Stres představuje takovou zátěž, na kterou nejsme schopni reagovat pozitivně a s požadavky se nemůžeme vyrovnat [20]. Autorka Rita El Atkinson definuje stres jako funkční stav živého organismu, který je vystaven mimořádným podmínkám, a jeho následné obranné reakce, jenž mají za cíl zachování homeostáze a zabránit poškození nebo smrti organismu. [21]

Stres v letectví

Vzhledem k tomu, jak moc je povolání pilot náročné, je zde daleko větší pravděpodobnost výskytu potenciálních stresorů. Stres bude vždy hlavním zdrojem rizika letecké nehody. Na pilota během letu působí několik vlivů a s těmi se musí vyrovnat. Velmi dobře lze popsat situaci, kdy se stresor nemusí vůbec objevit (např. úmrtí v rodině). Pilot si toto riziko nepřipouští a vše proběhne v pořádku, dokud se neobjeví v práci vliv okolního prostředí – ať už zvýšená pozornost či nouzová situace. Pilot je v tomto okamžiku náchylnější k chybám a dopouští se chyb i při běžných úkonech, které by standardně bez problému zvládl bez chyby. Problémy, které často ani nemusí být v letové příručce QRH, se pak kupí, může dojít ke spoustě dalším chybám, které mohou vést až k letecké nehodě. Z hlediska zkoumání stresu je potřeba zaměřit se na vliv stresu na lidskou výkonnost. Z počátku létání šlo především o stresory fyziologické povahy, tj. vibrace, hluk, teplota, turbulence apod. V současné době je třeba zaměřit se na nové zdroje stresorů, kterými může být nedostatek spánku, nepravidelný spánkový cyklus, noční lety či nepravidelná pracovní doba.

Stres ale nemusí pramenit jen z pracovních záležitostí, je úzce spjat i s osobním životem, např. rozchod s přítelkyní, odloučení od rodiny či jen časový tlak nebo periodická přezkušování a obnovování zdravotní způsobilosti. Paradoxem ovšem je, že nejen negativní události mohou v člověku vyvolat stres, může se tak stát i z událostí pozitivních, jako je například narození potomka či svatba.

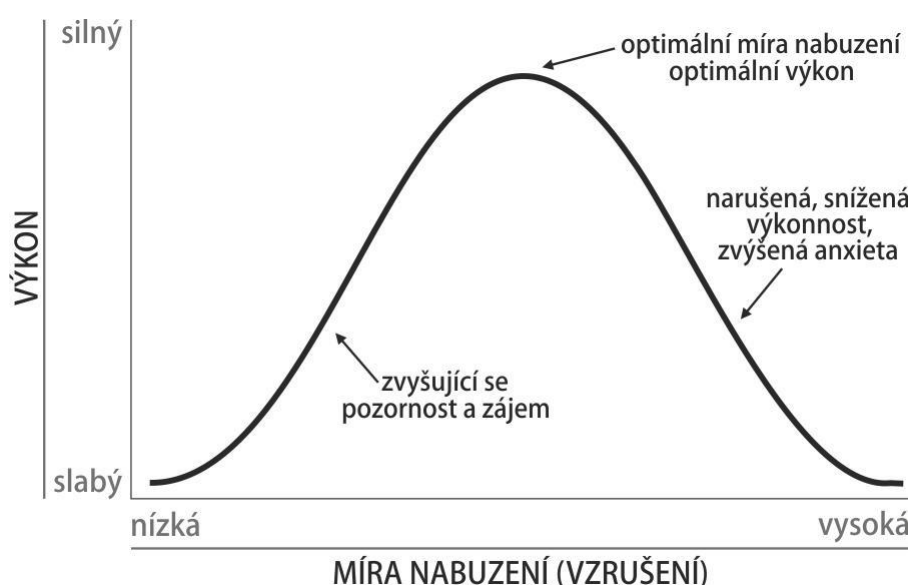
Pokud vezmeme v úvahu reakci člověka na daný typ stresoru, každý může zareagovat odlišně – přistání na letadlovou loď může někomu připadat vzrušující a pro někoho to může být záležitost maximálně stresující. Zde záleží primárně na lidském vnímání a nastavených hodnotách každého jedince.

Mezi další stresory v kabině letadla mohou patřit i meteorologické podmínky pro vzlet či přistání a s tím i možný nedostatek paliva. Nefunkčnost některých palubních přístrojů by se dala popsat Johnsonovým zákonem:

„Když se přístroj porouchá, stane se tak v nejnevhodnější dobu.“ [22]

Kombinovaný stres a prevence proti stresu

Pokud se spojí stresory, které pilot zažívá doma se stresory, které pilot zažívá při letu za snížené viditelnosti, bez paliva či v jakékoli nouzové situaci, je pilot náchylnější k udělení několika drobných chyb, které mohou vést až k fatální nehodě. Není dobré pilota nebo jakoukoli osobu udržovat úplně bez stresorů. Je dokonce zjištěno Yerkes – Dodsonovým zákonem, že přiměřená míra stresu je dokonce zdravá a zvyšuje výkonnost, viz obrázek 8.



Obrázek 8 – Yerkes – Dodsonův graf. [26]

Na otázku, jak předejít stresu, je zřejmě nejlepší odpověď zdravým fyzickým i psychickým životním stylem, kvalitním odpočinkem a bezkonfliktním jednáním. Stresové projevy jsou u mnoha lidí identické. Rozdělujeme je na projevy tělesné a psychické (viz tabulku 1). [22]

Tabulka 1 – Projevy reakce při stresu

Tělesné projevy	Psychické projevy
Zrychlení krevního oběhu	Intenzivní emoční prožívání
Vzestup krevního tlaku	Zúžení pozornosti
Prohloubené a zrychlené dýchání	Zkreslené vnímání
Změna krevní srážlivosti	Chybování
Sucho v ústech	Myšlenková rigidita
Svalové napětí	Rozhodování – buď, a nebo
	Vzestup konformity

2.4 Zdravotní způsobilost pilotů

Každý, kdo se chce stát pilotem, ať už pro soukromé účely či pro účely komerční, musí splnit jisté zdravotní podmínky pro vykonávání této profese. Minimální požadavky na zdravotní způsobilost pilotů zde dlouho stanovoval předpis JAR-FCL 3, který byl nahrazen předpisem PART-MED.

Jelikož požadavky na soukromého pilota letounů nejsou tak přísné jako na uchazeče o dopravní létání, proto je určeno několik zdravotních tříd způsobilosti, z nichž si uchazeč zvolí, jakému typu létání se chce věnovat, a podle toho třídu zdravotní způsobilosti.

Podle předpisu L1 rozlišujeme 3 třídy zdravotní způsobilosti:

- Zdravotní způsobilost 1. třídy – obchodní či dopravní pilot letounů, vrtulníků a letadel s pohonem vztlaku, průkaz způsobilosti pilota ve vícečlenné posádce a obchodní pilot vzducholodí
- Zdravotní způsobilost 2. třídy – soukromý pilot letounů, vzducholodí, vrtulníků a letadel s pohonem vztlaku, letecký navigátor, palubní inženýr, pilot kluzáků a pilot volných balonů
- Zdravotní způsobilost 3. třídy – určena pro řídící letového provozu [23]

2.4.1 Platnost zdravotní způsobilosti

Pokud je získána zdravotní způsobilost 1. třídy, je automaticky obdržena i zdravotní způsobilost 2. třídy + LAPL (zdravotní způsobilost pilota lehkého letadla). Platnost 1. třídy je vždy jeden rok, tato doba se zkracuje na šest měsíců v případě dosažení věku 60 let či při dosažení věku 40 let v jednopilotní obchodní dopravě.

Platnost druhé třídy zdravotní způsobilosti je do 40 let 60 měsíců od vydání, mezi 40. a 50. rokem se zkracuje na 24 měsíců a po dosažení věku 50 let je zkrácena na 12 měsíců.

Platnost způsobilosti pro průkaz LAPL je 60 měsíců do věku 40 let a 24 měsíců po dosažení věku 40 let. [24]

2.4.2 Získání zdravotní způsobilosti

Získání Osvědčení o zdravotní způsobilosti 1. třídy je podmíněno vstupní prohlídkou na Ústavu leteckého zdravotnictví (ÚLZ). Tato prohlídka je dvoudenní, v případě dobrých výsledků a nedlouhého čekání ji lze zkrátit na jeden den. Prohlídka začíná jeden den v brzkých ranních hodinách.

Zde se po uhrazení poplatku vyplní registrační formulář s rodinnou a osobní anamnézou. Následně uchazeč obdrží seznam oddělení, které má navštívit a čeká ho celodenní běhání po celé budově. Standardně se začíná odběrem krve a moči, návštěva jednotlivých oddělení je pak na volbě uchazeče či dle možností jednotlivých lékařů. Uchazeč se musí podrobit EKG vyšetření, chirurgickému vyšetření, stomatologickému vyšetření, rozšířenému očnímu a ORL vyšetření, tónové audiometrie, funkčních plicních testů a interního vyšetření. Na určitý čas je nutné dostavit se na oddělení Psychologie a Psychiatrie, kde je uchazeč podroben několikahodinovým psychologickým a výkonnostním testům. Po úspěšném/neúspěšném absolvování následuje pohovor s psychologem, kde lze zhlédnout výsledky, příp. ujasnit příčiny selhání v úloze. Každý test, ve kterém uchazeč neuspěje, je nutné zopakovat – je možno již během druhého dne. Po absolvování pohovoru s psychologem následuje pohovor s psychiatrem.

Druhý den již následuje jen EEG vyšetření a neurologické vyšetření. Poté po úspěšném absolvování následuje jen vytištění Osvědčení o zdravotní způsobilosti 1. třídy (viz obrázek 9).

Získání zdravotní způsobilosti 2. třídy (např. na soukromého pilota letounů) je časově jednodušší, není již nutná vstupní prohlídka na ÚLZ a pro jeho získání lze navštívit leteckého lékaře, který k tomu má oprávnění. Tam probíhá prohlídka zhruba 30 – 60 minut, výhodou je, že vše probíhá na jednom místě a není třeba navštěvovat několik různých oddělení.

Získání zdravotní způsobilosti 3. třídy funguje ve spolupráci se zaměstnavatelem – většinou ŘLP ČR, s. p. Řídicí mají také vstupní prohlídku na Ústavu leteckého zdravotnictví, celkově rozšířenou o testy FEAST, což jsou testy sloužící přímo pro výběr žáků do výcviku na řídicí letového provozu. Nutno podotknout, že tyto testy jsou velmi náročné a málokterému z uchazečů se podaří v těchto testech uspět.

XI	Datum ukončení platnosti tohoto osvědčení Expiry date of this certificate	Osvědčení 1. třídy pro jednopilotní lety obchodní letecké dopravy s cestujícími na palubě (dd/mm/rrrr) Class 1 single pilot commercial operations carrying passengers (dd/mm/yyyy)	10.03.2019
		1. třída (dd/mm/rrrr) Class 1 (dd/mm/yyyy)	10.03.2019
		2. třída (dd/mm/rrrr) Class 2 (dd/mm/yyyy)	10.03.2023
		LAPL (dd/mm/rrrr) LAPL (dd/mm/yyyy)	10.03.2023
		Datum vydání (dd/mm/rrrr) Examination date (dd/mm/yyyy)	06.03.2018
		Datum posledního elektrokardiogramu (dd/mm/rrrr) Date of the last electrocardiogram (dd/mm/yyyy)	06.03.2018
		Datum posledního audiogramu (dd/mm/rrrr) Date of the last audiogram (dd/mm/yyyy)	10.03.2015
MED.A.020 Snížení zdravotní způsobilosti – viz strana 2 MED.A.020 Decrease in medical fitness – see page 3			
4			

Úřad pro civilní letectví
Civil Aviation Authority of the Czech Republic



EUROPEAN UNION

OSVĚDČENÍ ZDRAVOTNÍ ZPŮSOBILOSTI
Třída 1 / 2 / LAPL

Class 1 / 2 / LAPL
MEDICAL CERTIFICATE

Vydáno v souladu s částí MED
Issued in accordance with Part-MED

Toto osvědčení zdravotní způsobilosti je v souladu se standardy ICAO s výjimkou osvědčení zdravotní způsobilosti LAPL
This medical certificate complies with ICAO standards, except for the LAPL medical certificate

Formulář EASA č. 147, 1. Vydání / EASA Form 147 Issue 1

Obrázek 9 – Osvědčení o zdravotní způsobilosti

2.5 Psychologické testování

Psychotesty jsou testy, snaží se odhalit a lépe popsat, charakterizovat či odhalit nějaký problém. Slouží však také k odhalení vlastností, charakteru, osobnostních rysů a zachování se v určitých situacích. Na jedinci se mohou testovat osobnostní testy, které odhalují charakter a povahu. Dále se vyskytují výkonnostní testy – zkoumá se zde rychlost reakce, inteligence, prostorová orientace, trpělivost, schopnost soustředění. Psychotesty jako takové by se daly popsat jako zkoumání aktuálního psychického stavu člověka – nálada, ospalost, pocity apod.

Takové testování by mělo probíhat se souhlasem jedincem a jeho ztotožněním se s takovým testováním a přirozeným zájmem – tj. pochopit, proč se psychotestů účastní a byl na ně připravený – dostatek spánku, hydratace a byl najedený.

Pro vyhodnocení a relevantní výsledky je nezbytné, aby testovaný jedinec neznal podobu testů, správné odpovědi (netušil, jak bude testování probíhat, jaké úlohy ho čekají) a nemohl se dopředu na podobný typ testování připravit.

Psychotesty na ÚLZ jsou prováděny před počítačem, kde probíhá výkonnostní test, test na pozornost, osobní a psychologický test. Pokud bude jedinec schopen podat určitý výkon, následuje pohovor s psychologem. Pokud ale u testů úspěšný nebude, následuje několik dalších testů, u kterých se dá strávit i několik dalších hodin. Všechny nezdařené testy je možné druhý den zopakovat, v případě opakovaného neúspěchu je pak možné tyto testy opakovat až po několika měsících.

Při nástupu do zaměstnání si zpravidla aerolinie testují své uchazeče ještě jednou. Zde je hlavní motivací zjistit, zda je uchazeč vhodný pro práci dopravního pilota – vyřazují se netýmoví hráči či konfliktní osobnosti. I zde může psychologické vyšetření trvat i několik hodin.

Jedním z testování, které se u výběrových řízení vyskytuje, je i tzv. ostrov. Více uchazečů při tomto testování ztroskotá na pustém ostrově a zkoumá se jejich chování – kdo je ve velení, kdo se neumí prosadit, kdo je týmový hráč apod. To vše sleduje psycholog, který si dělá představu o chování každého z uchazečů. Poté ještě následuje osobní rozhovor s psychologem, kde se celá situace rozebere, zkoumá se ale i rodinná a osobní anamnéza.

Paradoxem je, že svět již od psychologického testování pilotů upustil, EASA ani FAA již vstupní psychologické testy u pilotů nevyžadují. V Evropě se již psychologické testy dělají jen v ČR, Itálii, částečně i v Německu. A i uchazečům z Česka je umožněno konat psychotesty v zahraničí, ve Vídni či v Košicích, kde se již psychotesty nekonají. [24], [25]

Jednotný názor na psychotesty nemají ani lékaři, kteří o zdravotní způsobilosti pilotů rozhodují. V rámci analýzy současného stavu byly provedeny dva rozhovory, jeden s psychologem působícím na ÚLZ dr. Oliverem Dzvoničkem a druhý s leteckým lékařem, MUDr. Davidem Melechovským.

Tito dva lékaři nahlíží na psychologické testování diametrálně odlišně. Doktor Oliver Dzvoniček vnímá psychologické testování jako velmi důležitý start do letecké kariéry. Současný stav psychologického testování nevnímá ani jako správný, ani jako špatný. Jistým psychologickým vyšetřením by, dle jeho názoru, měl projít každý pilot. Falešně negativní výsledky dle jeho názoru nejsou při možnosti opakování testu a následného ústního pohovoru až tak možné. Záleží samozřejmě i na zralosti člověka. Během testu se pozorují přes kamerový systém i pohyby, gesta a mimika. U aerolinek se pak tito lidé setkají ještě s podrobnějším a mnohem náročnějším psychologickým testováním. Dle názoru pana doktora je lepší odhalit případný problém již před začátkem výcviku a ušetřit tak čas i peníze do něj investované.

MUDr. David Melechovský působí jako letecký lékař s ordinacemi po celé České republice. Většina pilotů si k němu chodí prodlužovat platnost zdravotní způsobilosti. Současný stav psychologického testování nevnímá jako správný, v Evropě již kromě několika pár zemí se

psychotesty již nevyskytují. Je toho názoru, že největším psychotestem je pro pilota praktický pilotní výcvik v letounu, lety s instruktorem či examinátorem. Falešně negativní výsledky psychologické testování jsou dle něho velmi pravděpodobné, proto uchazečům o pilotní výcvik doporučuje návštěvu příslušného zdravotního střediska ve Vídni či v Košicích, kde se již psychotesty nekonají. Od psychotestů ve skutečnosti upustila FAA i EASA, takže si je tu svým způsobem držíme sami, resp. ÚLZ.

3 Návrh metodiky experimentu

3.1 Popis experimentu

Cílem psychologického testování je u našeho experimentu prostřednictvím několika opakovaných měření vyhodnotit úspěšnost v psychologickém testu v závislosti na čase (únavě). Jedná se o objektivní psychologický test, který je proveden osmkrát v průběhu jednoho 24 hodinového měření.

Jedno měření se skládá vždy ze dvou subjektů. Měření začíná standardně od 18.00, kdy se oba subjekty seznámí s průběhem testování. Je jim vysvětleno fungování simulátoru, možnost briefingu na iPadu, nastavení palubních přístrojů a seznámení se s fungováním simulátoru. První subjekt zahajuje měření na simulátoru. Jedná se o zhruba hodinové měření s předletovým briefingem přibližně dvacet minut. Pilotův úkol je vzletět, letět po předem definované trati a s letadlem přistát v destinaci. Pro let platí pravidla IFR. Subjekt během celého letu připojen na EKG, které bude následně vyhodnoceno.

Pilot je po přistání či ukončení měření odpojen od EKG a je seznámen s výsledky měření, může si prohlédnout trajektorii letu. Následují testy na počítači, kde se pilot podrobí psychotestům, testu na reakční čas a vyplní krátký dotazník ohledně letu na simulátoru.

Popis experimentu a subjektů

Experiment v této bakalářské práci je navržen tak, aby subjekt, který byl podroben měření, byl po skončení měření vzhůru alespoň 34 hodin. Toho docílíme tak, že subjekt vstane jeden den ráno v 8.00 nebo dříve. Jednoho 24 hodinového měření se vždy účastní dva subjekty. Celkem se experimentu zúčastnilo osm subjektů v rozmezí 21 – 24 let, všechny subjekty jsou studenti FD ČVUT, 3. ročníku, všichni v době experimentu už létali v podmínkách IFR a jejich nálet byl mezi 100 – 150 hodinami na jednomotorovém letounu. Na 18. hodinu se měly oba subjekty dostavit do školy, kde experiment probíhal. Oběma subjektům bylo do detailu vysvětleno, jak efektivně využívat navigačního zařízení, připomněli si ovládání a nastavení palubních přístrojů, které byly k dispozici. Bylo nutno využívat zařízení iPad, ve kterém byla nainstalována aplikace JeppFD od společnosti Jeppesen, jednoho z nejznámějších tvůrců leteckých map celého světa. Nutno podotknout, že tyto letecké mapy využívá v dnešní době mnoha leteckých společností a pro laika není jednoduché se v takové mapě vyznat. Všechny subjekty tyto mapy znaly, běžně je používají k letům během praktického výcviku, ať už na simulátoru či v letounu. Po detailním vysvětlení byly subjektům zodpovězeny všechny otázky, které k testování měly.

Lety probíhaly na simulátoru letounu Beechcraft, jedná se o dvoumotorový vrtulový letoun. Na simulátoru bylo provedených u každého subjektu 8 měření, z nichž u každého trval let přibližně jednu hodinu, briefing před letem zabral pilotovi přibližně 20 minut. Všechny lety probíhaly na

území Německa, z několika letišť přes různá radionavigační zařízení do několika dalších letišť. Nikdy se nevzlétalo ani nepřistávalo na jedno letiště, vždy šlo o navigační let. Všechny lety probíhaly v podmínkách IFR za IMC.

První subjekt zahájil let na simulátoru, zatímco druhý subjekt měl přibližně hodinu a půl volno, nicméně nesměl být přítomen v místnosti na simulátoru a pozorovat let. Zakázáno bylo i spát.

Subjekt podroben měření měl na simulátoru simulaci reálného letu IFR – včetně startování motoru, žádosti a povolení (clearance), odposlechnutí informace ATIS – všechna komunikace s řídicím probíhala v angličtině. Komunikace řídicího s piloty byla do detailu popsána ve skriptu, který byl vytvořen přímo pro účely našich bakalářských prací.

V tomto skriptu bylo úmyslně nastaveno několik situací, ve kterých jsme chtěli piloty vyzkoušet, jak dělají např. předletovou přípravu, jak znají předpisy, proto bylo nějakém letu nastaveno množství paliva jen 25 % a testovalo se, zda si pilot tohoto faktu všimne, zda použije správnou vzletovou konfiguraci, poletí dle stanoveného povolení, nastaví správné radionavigační a komunikační frekvence, dodrží výšku (ALT nebo FL), použije správnou frazeologii, briefing před přistáním, dodržování instrukce řídicích – oznámení dosažení určitého bodu. V každém letu byla nastavena určitá síla a směr větru, které se s výškou měnily. Subjektům nebyl simulován okolní provoz a nebyla simulována ani komunikace s okolním provozem.

V každém letu byla k závěru letu připravena jedna ze dvou situací – go around (zahájení nezdařeného přiblížení), nebo holding nad určitým bodem. Go around mohl být z několika důvodů – dosažení minim CAT I, při kterém nebyly splněny vizuální podmínky pro pokračování v přiblížení, dráha byla obsazena z nějakého důvodu či pilot nedostal povolení k přistání a za takových podmínek musí být go around proveden. Holding byl proveden vždy nad nějakým bodem definovaným v mapě a měl být využit publikovaný postup. Součástí hodnocení bylo mimo jiné i zařazení do holdingu. V žádném z letů se z časových důvodů nevyskytl go around i holding zároveň.

Pilot byl během celého měření na simulátoru připojen na EKG, kde byla zaznamenána jeho srdeční a fyziologická aktivita. Celý let včetně trajektorie umožnila instruktorská stanice nahrát a byl ukládán po jednotlivém letu ve formátu *.dat k dalšímu zpracování.

Po úspěšném ukončení letu je pilot seznámen s výsledky letu, může nahlédnout do hodnocení a do náhledu trajektorie svého traťového letu či přiblížení.

Psychologické testování

V rámci experimentu byly využity dva druhy testování. První ze zvolených metod byl výkonnostní test, tzv. ORtest, který je založen na testu standardně používaném na ÚLZ. Test se koná zhruba ve tříhodinových intervalech a opakuje se osmkrát.

Test je prováděn na počítači, jedná se o vytvořený program sloužící přímo k analýze této bakalářské práce. Obsluha tento program dopředu pustí a nechá vygenerovat tabulku o velikosti 25 řádků a 15 sloupců (celkem tedy 375 buněk).

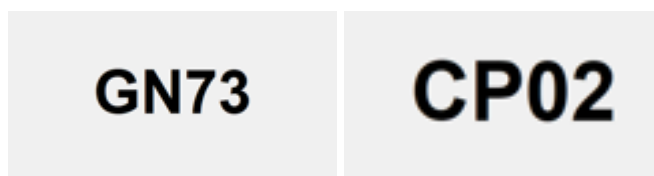
Každá buňka tabulky obsahuje jeden kód, složený ze 4 znaků, viz obrázek 10. První 2 znaky jsou písmena, další dva znaky jsou čísla. V celém sloupci je vždy zachována kombinace písmen, sloupec začíná náhodným číslem a s každým řádkem narůstá o hodnotu 1. V případě, že dojde v rámci sloupce k překročení hodnoty 99, následuje dále hodnota 00 a poté hodnota 01 atp. Tabulka je, co se sloupců týká, složena ze tří částí. V centrální části, tj. prostředním sloupci, je písmenná část kódu vždy složená z písmen MM. Číselný kód v tomto sloupci pak začíná hodnotou 01 a pokračuje dále po hodnotu 25. V první části tabulky se vyskytují kódy začínající písmeny A–M. V jednotlivých sloupcích se kódy vyskytují v abecedním pořadí, tj. v prvním sloupci bude vždy abecedně první kombinace. S ohledem na uvedené tedy nemůže dojít ke stavu, kdy první sloupec bude začínat písmenem C a druhý písmenem A. Stejně tak nemůže dojít k situaci, že v jednom sloupci bude kombinace AC a v následujícím kombinace AA. Je tedy zřejmé, že v 7. sloupci se může vyskytovat nanejvýše kombinace ML. Třetí část tabulky (sloupce 9–15) pracují na obdobném principu, avšak s druhou částí abecedy, tj. písmeny N–Z. Pro tuto část tabulky tedy platí, že v 9. sloupci bude nejméně kombinace MN, v posledním pak může být nejvyšší abecední kombinace, tj. ZZ. Pro účely programu byla vynechána písmena české abecedy obsahující diakritiku, písmeno CH a písmeno W.

AJ06	CP84	EV01	GD01	GY55	JQ83	KQ47	MM01	MP18	NA74	OQ38	PL10	QJ65	SB20	TM80
AJ07	CP85	EV02	GD02	GY56	JQ84	KQ48	MM02	MP19	NA75	OQ39	PL11	QJ66	SB21	TM81
AJ08	CP86	EV03	GD03	GY57	JQ85	KQ49	MM03	MP20	NA76	OQ40	PL12	QJ67	SB22	TM82
AJ09	CP87	EV04	GD04	GY58	JQ86	KQ50	MM04	MP21	NA77	OQ41	PL13	QJ68	SB23	TM83
AJ10	CP88	EV05	GD05	GY59	JQ87	KQ51	MM05	MP22	NA78	OQ42	PL14	QJ69	SB24	TM84
AJ11	CP89	EV06	GD06	GY60	JQ88	KQ52	MM06	MP23	NA79	OQ43	PL15	QJ70	SB25	TM85
AJ12	CP90	EV07	GD07	GY61	JQ89	KQ53	MM07	MP24	NA80	OQ44	PL16	QJ71	SB26	TM86
AJ13	CP91	EV08	GD08	GY62	JQ90	KQ54	MM08	MP25	NA81	OQ45	PL17	QJ72	SB27	TM87
AJ14	CP92	EV09	GD09	GY63	JQ91	KQ55	MM09	MP26	NA82	OQ46	PL18	QJ73	SB28	TM88
AJ15	CP93	EV10	GD10	GY64	JQ92	KQ56	MM10	MP27	NA83	OQ47	PL19	QJ74	SB29	TM89
AJ16	CP94	EV11	GD11	GY65	JQ93	KQ57	MM11	MP28	NA84	OQ48	PL20	QJ75	SB30	TM90
AJ17	CP95	EV12	GD12	GY66	JQ94	KQ58	MM12	MP29	NA85	OQ49	PL21	QJ76	SB31	TM91
AJ18	CP96	EV13	GD13	GY67	JQ95	KQ59	MM13	MP30	NA86	OQ50	PL22	QJ77	SB32	TM92
AJ19	CP97	EV14	GD14	GY68	JQ96	KQ60	MM14	MP31	NA87	OQ51	PL23	QJ78	SB33	TM93
AJ20	CP98	EV15	GD15	GY69	JQ97	KQ61	MM15	MP32	NA88	OQ52	PL24	QJ79	SB34	TM94
AJ21	CP99	EV16	GD16	GY70	JQ98	KQ62	MM16	MP33	NA89	OQ53	PL25	QJ80	SB35	TM95
AJ22	CP00	EV17	GD17	GY71	JQ99	KQ63	MM17	MP34	NA90	OQ54	PL26	QJ81	SB36	TM96
AJ23	CP01	EV18	GD18	GY72	JQ00	KQ64	MM18	MP35	NA91	OQ55	PL27	QJ82	SB37	TM97
AJ24	CP02	EV19	GD19	GY73	JQ01	KQ65	MM19	MP36	NA92	OQ56	PL28	QJ83	SB38	TM98
AJ25	CP03	EV20	GD20	GY74	JQ02	KQ66	MM20	MP37	NA93	OQ57	PL29	QJ84	SB39	TM99
AJ26	CP04	EV21	GD21	GY75	JQ03	KQ67	MM21	MP38	NA94	OQ58	PL30	QJ85	SB40	TM00
AJ27	CP05	EV22	GD22	GY76	JQ04	KQ68	MM22	MP39	NA95	OQ59	PL31	QJ86	SB41	TM01
AJ28	CP06	EV23	GD23	GY77	JQ05	KQ69	MM23	MP40	NA96	OQ60	PL32	QJ87	SB42	TM02
AJ29	CP07	EV24	GD24	GY78	JQ06	KQ70	MM24	MP41	NA97	OQ61	PL33	QJ88	SB43	TM03
AJ30	CP08	EV25	GD25	GY79	JQ07	KQ71	MM25	MP42	NA98	OQ62	PL34	QJ89	SB44	TM04

Obrázek 10: Ukázka tabulky výkonnostního testu

Experiment je rozdělen na čtyři části, z nichž se v každé části úkol opakuje patnáctkrát. Po spuštění programu je před každou částí zobrazeno zadání v anglickém jazyce, kde je podrobně vysvětleno, co přesně je náplní úlohy.

První část experimentu vypadá tak, že je na monitoru po dobu tří vteřin zobrazeno pole s dvěma písmeny a dvěma čísly, viz obrázek 11. Následně je úkolem subjektu toto pole co nejrychleji najít a zaškrtnout. Hodnotí se přesnost a čas od zmizení textového pole po kliknutí na jakékoli pole uživatelem.



Obrázek 11: Ukázka instrukce na monitoru a buňky v tabulce

Druhá část je totožná jako část první, jen uživatel musí navíc vyhodnotit, zda číslo, nacházející se za písmeny, je sudé či liché. Pokud je sudé, kliká pravým tlačítkem myši, pokud liché, kliká levým tlačítkem myši. V případě, že je zobrazena číselná kombinace 00, je požadována volba sudého čísla.

Třetí část oproti má oproti předchozím částem zvýšenou náročnost na uživatele. Na obrazovce se na 3 s objeví na obrazovce dvě dvojice písmen a dvě dvojice číslic. Úkolem subjektu je spojit první dvojici písmen s první dvojicí číslic a druhou dvojici písmen s druhou dvojicí číslic.

Podle obrázku 12 je tedy úkolem nalézt pole EV13 a GY57 a ty v co nejkratším čase zaškrtnout v tabulce.



EV GY 13 57

Obrázek 12: Ukázka 3. a 4. úlohy – spojené kódy

Poslední část testu vychází z předcházející části, avšak je dále rozšířena o identifikaci čísel na sudé/liché. V případě uvedeném na obrázku 12 by se na obě pole klikalo levým tlačítkem myši, jelikož obě čísla jsou lichá. Opět platí, že pro kombinaci čísel 00 je vyžadováno označení čísla jako sudého.

Po ukončení čtvrté části nejsou subjektu ukázány výsledky, průměrný čas odpovědi ani správnost v jednotlivých částech. Data jsou uložena ve formátu *.xlsx pro následnou analýzu do dvou souborů. V rámci uložených dat jsou v prvním souboru dostupné informace o požadovaných kódech a o reálných označených kódech. V druhém souboru jsou pak informace o čase odpovědi a přehled správných/chybných odpovědí.

NASA Task Load Index (NASA-TLX)

Pro účely subjektivního hodnocení výkonnosti je standardně využíván tzv. NASA Task Load Index (NASA-TLX). V rámci řešení bakalářské práce byla pro tyto účely vytvořena softwarová implementace tohoto testu, která je licencována jako NASA Task Load Index Implementation (NTLx) [32]. Subjekt se po letu na simulátoru zúčastní tohoto „dotazníku“, kde hodnotí na stupnici 1-20 (viz obrázek 13), jak je let vyčerpával v následujících kategoriích: psychická zátěž, fyzická zátěž, časový tlak, výkonnost, úsilí a frustrace.

Jednotlivé hodnocené kategorie jsou popsány níže.

Psychická zátěž – nakolik jedince zatěžoval let z hlediska psychických úkonů – jak moc musel přemýšlet, počítat, orientovat se v prostoru, nakolik ho při letu ovlivňovala např. oblačnost, let v podmínkách IMC, ale i vyhledávání přístrojů, případně nepřehledné uspořádání přístrojů (orientace v palubních přístrojích), komunikace s řídicím (jiný přízvuk), zda to pro něj bylo jednoduché či vyčerpávající.

Fyzická zátěž – nakolik jedince vyčerpalo z hlediska fyzické zátěže řízení letounu, zda byl let odpočinkový nebo neustále musel pohybovat s kormidly.

Časová zátěž – jak moc cítil jedinec časový tlak – byly pokyny řídicího postupně a logicky nastavené, musel při vzletu spěchat, stíhal si dostatečně zkontrolovat všechny palubní

přístroje, udělat motorovou zkoušku, zkontrolovat množství paliva, nebo na něj byl vyvíjen nátlak a nebyl schopen udělat s dostatečným časem všechny úkony.

Výkonnost – zde se jedná o sebekritické hodnocení jedince – jak si myslí, že byl v úloze úspěšný a jak byl celkově spokojený se svým podaným výkonem během letu, průběhem komunikace, navigačního vedení, vzletu, přistání.

Úsilí – kolik práce dalo subjektu uspokojit požadovanou úroveň výkonnosti – zda bylo např. držení výšky pro jedince jednoduché, či zda to pro jedince bylo složité a i po upozornění řídicím nebyl schopen danou výšku v toleranci držet.

Frustrace – zde subjekt posuzuje, jak nejistý, demotivovaný, vystresovaný, rozčílený či rozhořčený z letu byl – ať už z důvodu nefunkčnosti palubních přístrojů či z důvodu vlastní chyby, únavy či prostě dlouhého stereotypního letu.

NTLx

< Back Task Questionnaire - Part 1 Next >

Mental Demand
Low High
How much mental and perceptual activity was required (e.g. thinking, deciding, calculating, remembering, looking, searching, etc)? Was the task easy or demanding, simple or complex, exacting or forgiving?

Physical Demand
Low High
How much physical activity was required (e.g. pushing, pulling, turning, controlling, activating, etc)? Was the task easy or demanding, slow or brisk, slack or strenuous, restful or laborious?

Temporal Demand
Low High
How much time pressure did you feel due to the rate of pace at which the tasks or task elements occurred? Was the pace slow and leisurely or rapid and frantic?

Performance
Low High
How successful do you think you were in accomplishing the goals of the task set by the experimenter (or yourself)? How satisfied were you with your performance in accomplishing these goals?

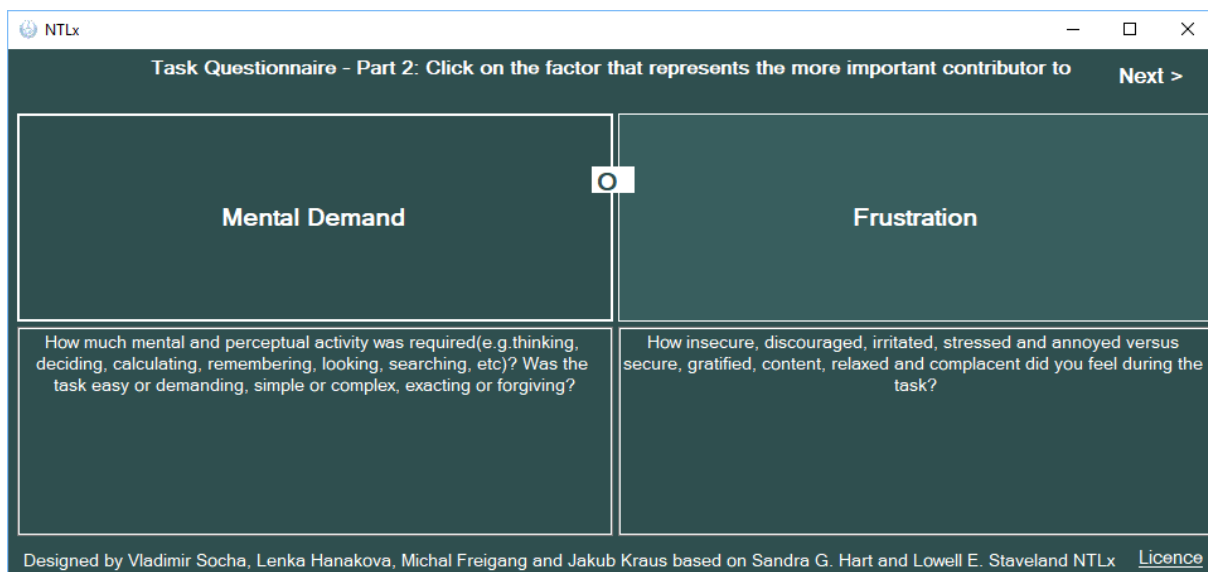
Good Effort
Low High
How hard did you have to work (mentally and physically) to accomplish your level of performance?

Frustration
Low High
How insecure, discouraged, irritated, stressed and annoyed versus secure, gratified, content, relaxed and complacent did you feel during the task?

Designed by Vladimír Socha, Lenka Hanáková, Michal Freigang and Jakub Kraus based on Sandra G. Hart and Lowell E. Staveland NTLx [Licence](#)

Obrázek 13 – Ukázka programu NTLx (psychologický dotazník)

Po vyplnění tohoto dotazníku a stisknutí tlačítka Next následuje část druhá. Jedná se o porovnávání těchto šesti kategorií navzájem. Porovnává se každá kategorie s každou, tudíž je možno dokázat, co subjekt ovlivňovalo nejvíce. Subjekt zaškrťává to pole, které na něj dle jeho dojmu působilo více – viz obrázek 14.



Obrázek 14 – Ukázka druhé části psychologického dotazníku NTLx

Výsledek testu se objeví po kliknutí na poslední pole v prioritách. Je rozdělen do třech grafů a celkového skóre. První graf je pouhé převedení první části na procenta. Stupnice od jedné do dvaceti reprezentuje 5 – 100 % s krokováním po 5 %.

Druhý graf zobrazuje množství kliknutí na jednotlivou kategorii, resp. její upřednostnění před jinou kategorií. Z obrázku 15 je zřetelné, že největší roli hrála u subjektu frustrace, nejmenší výkonnost.

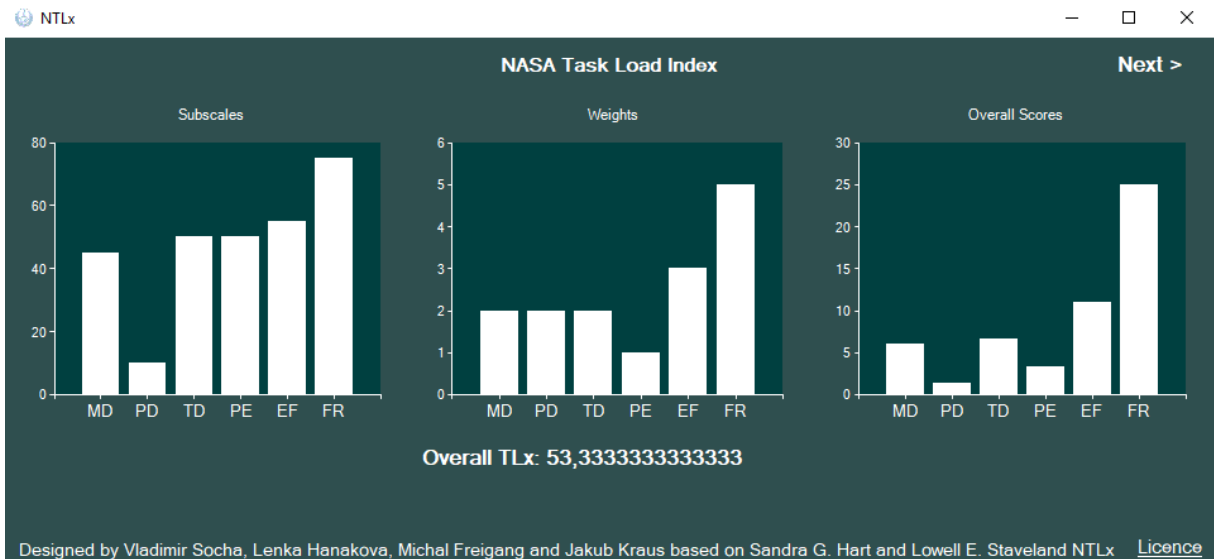
Ve třetím grafu jsou zobrazeny informace pouze na základě váženého průměru. To znamená, že se vezme hodnota kategorie v procentech (z prvního grafu), která se vynásobí váhou (z druhého grafu). Celkově se vybírá z šesti nad dvěma kombinací, to reprezentuje následující rovnice:

$$\binom{6}{2} = 15 \quad (1)$$

Počet výskytů se tedy vydělí 15, tím získáme váhu pro každou kategorii.

Pokud se tato váha pronásobí s procenty z prvního grafu, získá se skóre jednotlivých kategorií v procentech (třetí graf). Pokud se všechny tyto kategorie posčítají, lze získat Overall TLx – celkové skóre. Tato hodnota je sama o sobě nic neříkající, nedá se říci, že hodnota 30 je dobrá a hodnota 60 špatná.

K interpretaci výsledků se využijí statistické testy, které jsou popsány níže.



Obrázek 15 – Ukázka výsledků psychologického dotazníku NTLx

3.2 Statistika

K vyhodnocení výsledků získaných během měření se tato práce neobejde bez základních statistických pojmů. Mezi základní statistické pojmy matematické statistiky patří základní soubor, statistický znak a statistická jednotka. [27]

Jednotlivé pojmy jsou dále vysvětleny na základě provedeného experimentu. Všechny osoby, které se zúčastnily našeho měření, jsou pro naše potřeby základním souborem. Statistická jednotka je každý jedinec, který se zúčastnil měření. Celkem máme 8 jedinců, tedy 8 statistických jednotek, které tvoří základní soubor.

Statistickým znakem je pro nás sledovaná veličina, u výkonnostních testů je pozorovanými statistickými znaky čas a správně zaškrtnuté pole. U psychologického dotazníku NASA Task Load index máme šest statistických znaků, které budeme vyhodnocovat.

Výběrové charakteristiky

Statistický popis se snaží popsat dvě hlavní vlastnosti každého rozdělení. Prvním z nich je poloha (velikost hodnot) a druhým variabilita (proměnlivost hodnot daného znaku). [27]

Výběrové charakteristiky polohy

Základní využívanou statistickou charakteristikou je střední hodnota, která je nejčastěji reprezentována aritmetickým průměrem. Jedná se o součet hodnot zjištěných znaků vydělený jejich počtem, tj. [29]:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (2)$$

kde \bar{x} je aritmetický průměr, N je počet hodnot a x_i je i -tá hodnota. Dále je možno využít váhování jednotlivých hodnot, čímž je získán vážený průměr, jehož vzorec je:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i x_i}{w_i} \quad (3)$$

kde \bar{x} je vážený aritmetický průměr, w_i je i -tá váha jednotlivé kategorie a x_i i -tá hodnota jednotlivé kategorie.

Další ze statistických veličin je modus. Modus je hodnota, která se v statistickém souboru objevuje nejčastěji. Má tedy v souboru největší četnost. Dalším z velmi důležitých a dosti používaných statických pojmů je medián. Pokud seřadíme naměřená data vzestupně, je mediánem prostřední číslo. Je-li počet prvků lichý, pak je to přesně prostřední číslo, je-li sudý, jedná se o aritmetický průměr dvou prostředních čísel. Pokud známe hustotu pravděpodobnosti f , pak pro medián m platí:

$$\int_{-\infty}^m f(x) dx = 0,5 \quad (4)$$

Výše uvedené pravidlo lze aplikovat i pomocí následujících rovnic. Je-li číslo n liché (tj. počet prvků v souboru lichý), používáme tuto rovnici pro medián [27]:

$$\tilde{x} = x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)} \quad (5)$$

je-li sudý, používáme tuto rovnici [27]:

$$\tilde{x} = \frac{x_{\left(\frac{n}{2}\right)} + x_{\left(\frac{n}{2}+1\right)}}{2} \quad (6)$$

kde \tilde{x} je medián, $x_{\left(\frac{n+1}{2}\right)}$, $x_{\left(\frac{n}{2}\right)}$ a $x_{\left(\frac{n}{2}+1\right)}$ jsou pořádkové statistiky.

Charakteristikami variability se dokáže zjistit míra rozptýlení hodnot statistického znaku na číselné ose. Jejich použití se aplikuje především při porovnávání variability dvou nebo více statistických znaků a jako míra spolehlivosti informace, kterou víme z charakteristiky polohy. [28]

Mezi jednu z nejčastěji používaných řadíme výběrový rozptyl, který lze definovat jako součet čtverců odchylek všech hodnot náhodného výběru od aritmetického průměru, vydělený rozsahem výběru. Jeho rovnici by šlo definovat takto:

$$S^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (7)$$

kde S^2 je výběrový rozptyl, N je počet prvků v souboru (rozsah souboru), x_i je i -tá hodnota a \bar{x} je aritmetický průměr. Mezi další používané řadíme směrodatnou odchylku. Je definována jako druhá odmocnina z výběrového rozptylu a má jednotku stejnou jako měřená veličina. Stanovuje rozptýlení souboru od střední hodnoty. Rovnice by vypadala následovně:

$$S = \sqrt{S^2} \quad (8)$$

Míry polohy rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny

Další důležitý statistický prvek je kvantil a jeho speciální označení. Kvantil je všeobecně číslo (hodnota), která dělí soubor seřazených hodnot na několik definovaných částí. Pokud soubor rozdělíme přesně napůl, získáme medián. Ten je, jak je popsáno výše, charakteristický tím, že má 50 % hodnot vlevo od něj a 50 % napravo od něj. Dále lze popsat kvartil, který statistický soubor dělí po 25 procentech na čtyři shodné části. Lze tedy říct, že první kvartil má 25% hodnot souboru nalevo a 75% procent napravo. Výraz druhý kvartil se nevyužívá, místo něj se používá výše zmíněný medián. [28]

Mezi charakteristiky variability je třeba doplnit pojem mezikvartilové rozpětí. Jedná se o rozdíl mezi třetím a prvním kvantilem a tím mezikvartilové rozpětí zaujímá vždy prostředních 50 % hodnot.

3.3 Normální rozdělení + testy

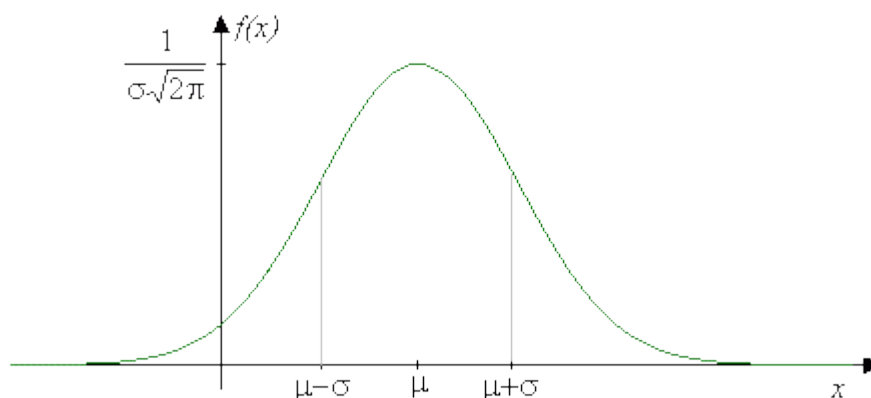
Jedná se o jedno z nejčastěji používaných a nejdůležitějších rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny. Mnoho jiných rozdělení se mu blíží a dá se jím spousty jiných rozdělení nahradit. [30]

Její předpis pro veličinu x má následující předpis pro hustotu pravděpodobnosti:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (9)$$

Kde $f(x)$ je hustota pravděpodobnosti, σ je druhá odmocnina z rozptylu (směrodatná odchylka), x je měřená veličina a μ je střední hodnota.

Grafem hustoty pravděpodobnosti je tzv. Gaussova křivka, znázorněná na obrázku 16.



Obrázek 16 – Gaussova křivka zobrazující hustotu pravděpodobnosti náhodné veličiny normálního rozdělení

Střední hodnota μ určuje maximum křivky a parametr σ je směrodatná odchylka, která určuje, jak moc roztažená do šířky křivka bude. [30]

3.4 Pearsonův chí-kvadrát test

V rámci této práce bude použit Pearsonův chí-kvadrát test, znám také jako Test dobré shody. Jedná se o statistickou metodu, pomocí níž jsme schopni zjistit, zda má náhodná veličina již předem definované rozdělení pravděpodobnosti. Tento test lze uskutečnit na základě několika opakovaných měření s předem očekávatelným rozdělením pravděpodobnosti. Obor hodnot se rozdělí na několik nepřekrývajících se částí, pro každou tuto část stanovíme pravděpodobnost, že náhodná veličina nabyde hodnoty z příslušné části. Tyto četnosti jsou označeny X_i až X_k a jsou porovnány s četnostmi, které lze očekávat v jednotlivých částech Np_i až Np_k . To lze provést pomocí následujícího vzorce:

, kde i je číslo měření, X_i je skutečná četnost, Np_i je očekávaná četnost v jednotlivých částech a χ^2 je hodnota chí-kvadrátu.

Testuje se standardně na hladině významnosti 5 %, což je doplněk ke konfidenčnímu intervalu, který tedy standardně činí 95 %. Konfidenční interval je také znám jako interval spolehlivosti.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(X_i - Np_i)^2}{Np_i} \quad (10)$$

, kde i je číslo měření, X_i je skutečná četnost, Np_i je očekávaná četnost v jednotlivých částech a χ^2 je hodnota chí-kvadrátu. [31]

3.5 Kruskal-Wallis test

Kruskal-Wallis test je neparametrický test určený k analýze rozptylu. Test hodnotí významné rozdíly souvislé závislé proměnné a kategoricky nezávislé proměnné na 2 a více skupinách. Používá se, pokud nejsou splněny předpoklady jednocestného ANOVA testu. Tím, že je test neparametrický, nemusí splňovat předpoklady normálního rozdělení.

Nulová hypotéza je stanovena tak, že všechny subjekty jsou ze stejné skupiny a jejich výsledky jsou víceméně totožné.

Alternativní hypotéza se stanovuje tak, že alespoň jeden ze subjektů pochází z jiné skupiny než ostatní.

Testování se provádí seřazením hodnot od nejmenší po největší, poté přiřadíme pozici ke každému datu, tj. získáme matici. Pokud označíme počet řádků matice m a počet sloupců matice k a počet prvků matice N . [36]

Statistika se hodnotí následující rovnicí: [35]

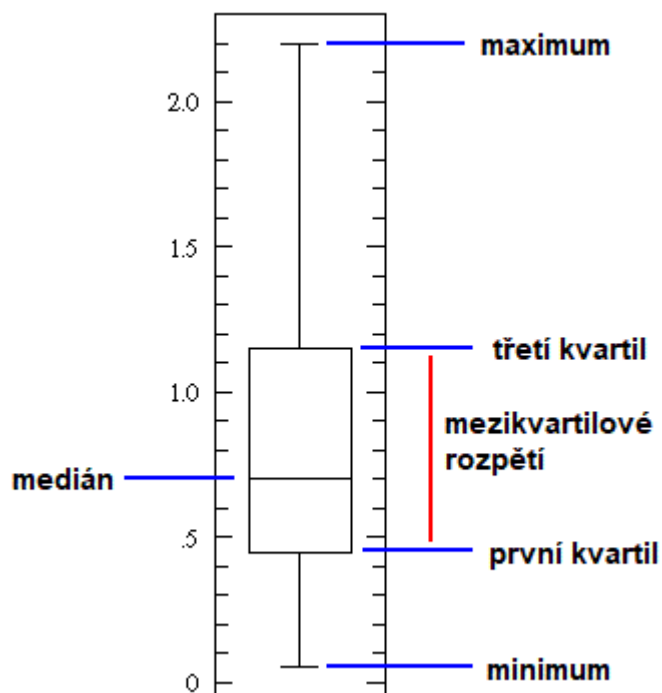
$$T = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \left(\frac{1}{m} \sum_{i=1}^k t_i^2 \right) \quad (11)$$

3.6 Boxplot

Jedno z možných statistických zobrazení do grafu je i tzv. boxplot, známo také jako krabicový graf, který se v této práci několikrát použije. Ukázka tohoto grafu je vidět na obrázku 17 a jeho struktura má svá pravidla. [33]

Boxplot má tyto charakteristiky (viz obrázek 17), střední část krabicového diagramu označuje mezikvartilové rozpětí, tzn. středních 50 % hodnot. Tento útvar (v tomto případě obdélník) je shora označen hodnotou třetího kvartilu a zdola označen hodnotou prvního kvartilu. Čára mezi nimi udává hodnotu mediánu. Rozdíl mezi hodnotami kvartilů je označován jako mezikvartilové rozpětí. Hodnoty minima a maxima mohou být nahrazeny hodnotami 1,5 násobku spodního kvartilu pro minimum a hodnotou 1,5 násobku horního kvartilu pro maximum (viz obrázek 17). Hodnoty, které se nevejdou do tohoto intervalu, se nazývají tzv. odlehlé hodnoty. V grafu pak bývají označeny prostým křížkem jako bod. [33]

Pro účely této bakalářské práce bude dále využita právě tato metoda grafické interpretace, vzhledem k možnosti názorné vizualizace distribuce měřených hodnot spolu s intuitivním znázorněním výsledků deskriptivní statistiky. Kromě jiného, z grafů lze pak lépe interpretovat výsledky měření a odstranit tak extrémní hodnoty.



Obrázek 17 – Ukázka grafu typu boxplot [33], upraveno

3.7 p-hodnota

P-hodnota slouží ve statistice jako číselná hodnota k testování hypotéz. Důležité při testování je, stanovit si nulovou hypotézu (tvrzení, které lze přijmout či vyvrátit) a hladinu významnosti α . Přijetí či zamítnutí nulové hypotézy pak rozhodne porovnání p-hodnoty a hladiny významnosti. Je-li p-hodnota větší než hladina významnosti α , pak můžeme nulovou hypotézu přijmout. Je-li však p-hodnota menší než hladina významnosti α , nulovou hypotézu zamítáme a přijímáme alternativní hypotézu. Hladinu významnosti lze zvolit jakoukoli, standardně a nejčastěji se volí 5%, jejíž doplněk (95%) se nazývá konfidenční hladina. Konfidenční hladina 95% je zvolena i pro analýzu výsledků této bakalářské práce. [34]

Z výše uvedeného je patrné, že je potřeba správně stanovit nulovou hypotézu, jinak je možné, že se z testování nebude možné dozvědět kloudný závěr.

4 Výsledky

4.1 Výsledky NTLx

4.1.1 Psychická zátěž

V případě parametru psychické zátěže nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 11,7266. Výsledná p-hodnota byla 0,1099.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,4064, 13,2814), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,5625, $p=0,9796$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,5939, 12,0939), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,7500, $p=0,9431$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,2814, 23,4064), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-44,8439, 6,8439), odhad rozdílu středních hodnot byl -19,0000, $p=0,4629$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-44,1527, 9,3492), odhad rozdílu středních hodnot byl -17,4018, $p=0,7047$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-43,1854, 12,6437), odhad rozdílu středních hodnot byl -15,2708, $p=0,9247$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-56,4646, 6,8396), odhad rozdílu středních hodnot byl -24,8125, $p=0,3369$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,0314, 24,6564), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,1875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,7189, 35,9689), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,1250, $p=0,9991$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,2814, 19,4064), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,5902, 21,9117), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,8393, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,6229, 25,2062), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,7083, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-43,9021, 19,4021), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,2500, $p=0,9993$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-14,5314, 37,1564), odhad rozdílu středních hodnot byl 11,3125, $p=0,995$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,0939, 20,5939), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,4027, 23,0992), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,6518, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,4354, 26,3937), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,5208, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,7146, 20,5896), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,0625, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,4064, 9,2814), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,5625, $p=0,7309$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-41,7152, 11,7867), odhad rozdílu středních hodnot byl -14,9643, $p=0,9068$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,7479, 15,0812), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,8333, $p=0,9901$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-54,0271, 9,2771), odhad rozdílu středních hodnot byl -22,3750, $p=0,5432$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,1527, 28,3492), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,5982, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,1854, 31,6437), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,7292, $p=1$.

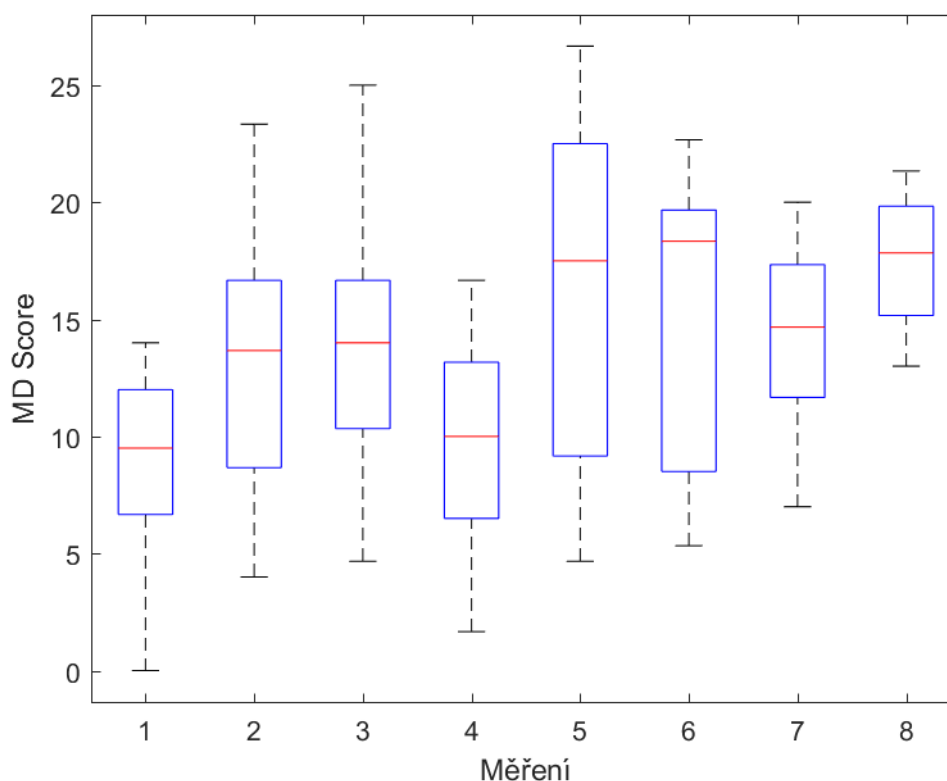
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,4646, 25,8396), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,8125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,6254, 30,8873), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,1310, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,8077, 24,9863), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,4107, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,9059, 23,8226), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,5417, $p=1$.

Distribuce dat výsledků testů týkající se psychické zátěže NTLx je znázorněna na obrázku 18. Lze pozorovat nárůst subjektivního pocitu psychické zátěže od 1. do 3. měření, následně mírný pokles a dále prudký nárůst, postupně se zvyšující až do maxima při měření 6. V průběhu 7. měření je zřejmý mírný pokles, který je následován opětovným nárůstem. Rozdíly však nejsou tak velké, Kruskal-Wallis test nezaznamenal žádné statisticky signifikantní rozdíly.



Obrázek 18 – Boxplot graf psychické zátěže u NTLx

4.1.2 Fyzická zátěž

V případě parametru fyzické zátěže nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 3,6132. Výsledná p-hodnota byla 0,8231.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-17,7931, 37,7931), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,7306, 32,8556), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,0625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,2306, 30,3556), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,5625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,8556, 27,7306), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,7966, 23,6001), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,0982, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,7555, 34,9639), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,1042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,2774, 42,9024), odhad rozdílu středních hodnot byl 11,3125, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,7306, 24,8556), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,2306, 22,3556), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,8556, 19,7306), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,0625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,7966, 15,6001), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,0982, $p=0,9977$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,7555, 26,9639), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,8958, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,2774, 34,9024), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,2931, 23,2931), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,9181, 20,6681), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,1250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,8591, 16,5376), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,1607, $p=0,9995$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,8180, 27,9014), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0417, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,3399, 35,8399), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,4181, 23,1681), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,3591, 19,0376), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,6607, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,3180, 30,4014), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,5417, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,8399, 38,3399), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,7500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,7341, 21,6626), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,0357, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,6930, 33,0624), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,1667, $p=1$.

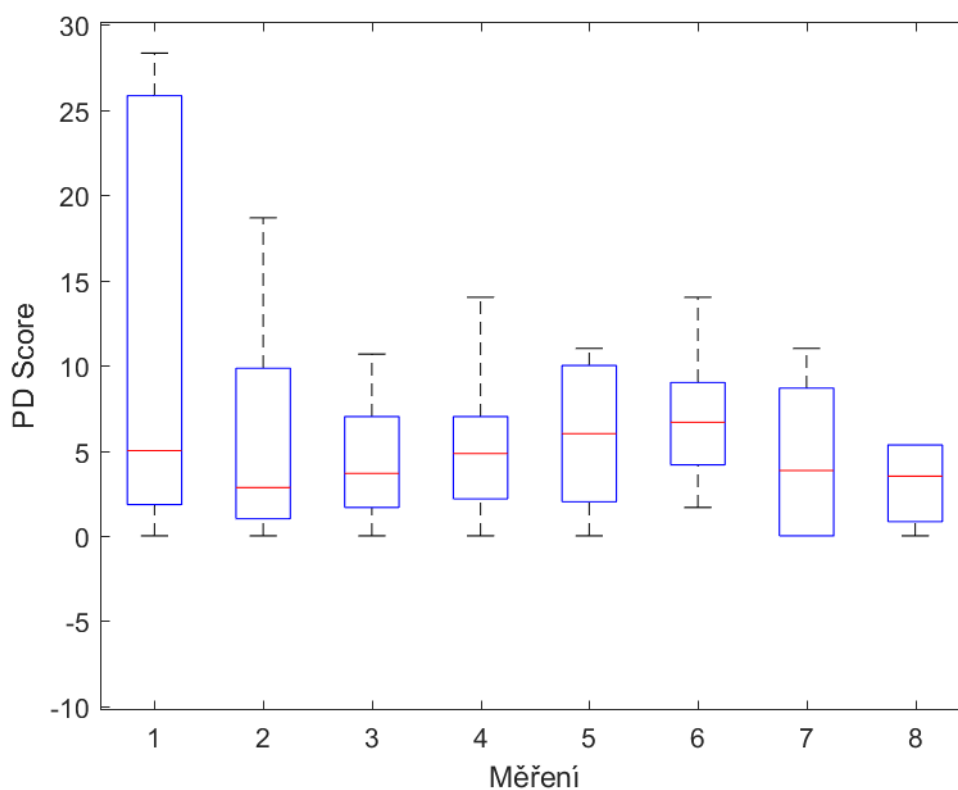
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,2149, 40,9649), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,3750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,4975, 39,9022), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,2024, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-17,9226, 46,7440), odhad rozdílu středních hodnot byl 14,4107, $p=0,9935$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,0904, 37,5070), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,2083, $p=1$.

Distribuce dat výsledků testů týkající se fyzické zátěže NTLx je znázorněna na obrázku 19. Z grafu je patrné, že se výsledky téměř nelišily. Kruskal-Wallis test též nezaznamenal žádné statisticky signifikantní rozdíly.



Obrázek 19 – Boxplot graf fyzické zátěže u NTLx

4.1.3 Časová zátěž

V případě parametru časové zátěže nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 8,6138. Výsledná p-hodnota byla 0,2816.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-12,5489, 39,0489), odhad rozdílu středních hodnot byl 13,2500, $p=0,9611$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,1114, 30,4864), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,6875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,9239, 22,6739), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,1250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,4864, 32,1114), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,7134, 29,6955), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,9911, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,4702, 22,2619), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,6042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-41,2846, 21,9096), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,6875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,3614, 17,2364), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,5625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,1739, 9,4239), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,3750, $p=0,7472$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,7364, 18,8614), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,9634, 16,4455), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,2589, $p=0,9994$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-46,7202, 9,0119), odhad rozdílu středních hodnot byl -18,8542, $p=0,6310$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-54,5346, 8,6596), odhad rozdílu středních hodnot byl -22,9375, $p=4887$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,6114, 17,9864), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,8125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,1739, 27,4239), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,4009, 25,0080), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,6964, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,1577, 17,5744), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,2917, $p=0,9997$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-45,9721, 17,2221), odhad rozdílu středních hodnot byl -14,3750, $p=0,9914$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,3614, 35,2364), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,4375, $p=0,9997$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,5884, 32,8205), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,1161, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,3452, 25,3869), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,4792, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,1596, 25,0346), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,5625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,0259, 23,3830), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,3214, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,7827, 15,9494), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,9167, $p=0,9965$.

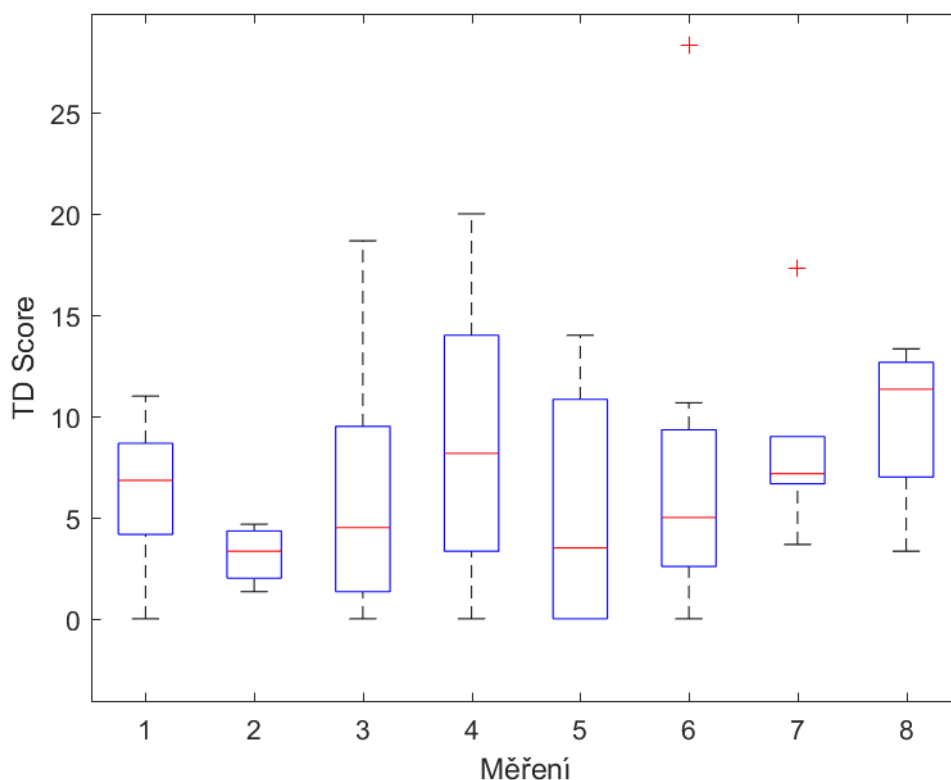
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-47,5971, 15,5971), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,0000, $p=0,9668$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,3017, 20,1112), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,5952, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-45,0193, 19,6621), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,6786, $p=0,9991$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,3896, 29,2230), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0833, $p=1$.

Statisticky nesignifikantní rozdíly jsou zřejmé i z obrázku 20. To potvrdil i test Kruskal-Wallis. Největší časový tlak byl subjektivně pocíten v posledních 2 měřeních.



Obrázek 20 – Boxplot graf časové zátěže u NTLx

4.1.4 Výkonnost

V případě parametru výkonnosti nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 4,8637. Výsledná p-hodnota byla 0,6766.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-13,6467, 38,0217), odhad rozdílu středních hodnot byl 12,1875, $p=0,9860$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,8342, 24,8342), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,8967, 29,7717), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,4592, 23,2092), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,5088, 28,9731), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,2321, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,1958, 33,6125), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,7083, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-35,2653, 28,0153), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,0217, 12,6467), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,1875, $p=0,9637$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,0842, 17,5842), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,6467, 11,0217), odhad rozdílu středních hodnot byl -14,8125, $p=0,8837$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,6963, 16,7856), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,9554, $p=0,9996$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,3833, 21,4250), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,4792, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-47,4528, 15,8278), odhad rozdílu středních hodnot byl -15,8125, $p=0,9715$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,8967, 30,7717), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,4592, 24,2092), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,5088, 29,9731), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,2321, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,1958, 34,6125), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,7083, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,2653, 29,0153), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,3967, 19,2717), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,5625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,4463, 25,0356), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,7054, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,1333, 29,6750), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,7708, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,2028, 24,0778), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,5625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,8838, 31,5981), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,8571, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,5708, 36,2375), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,3333, $p=1$.

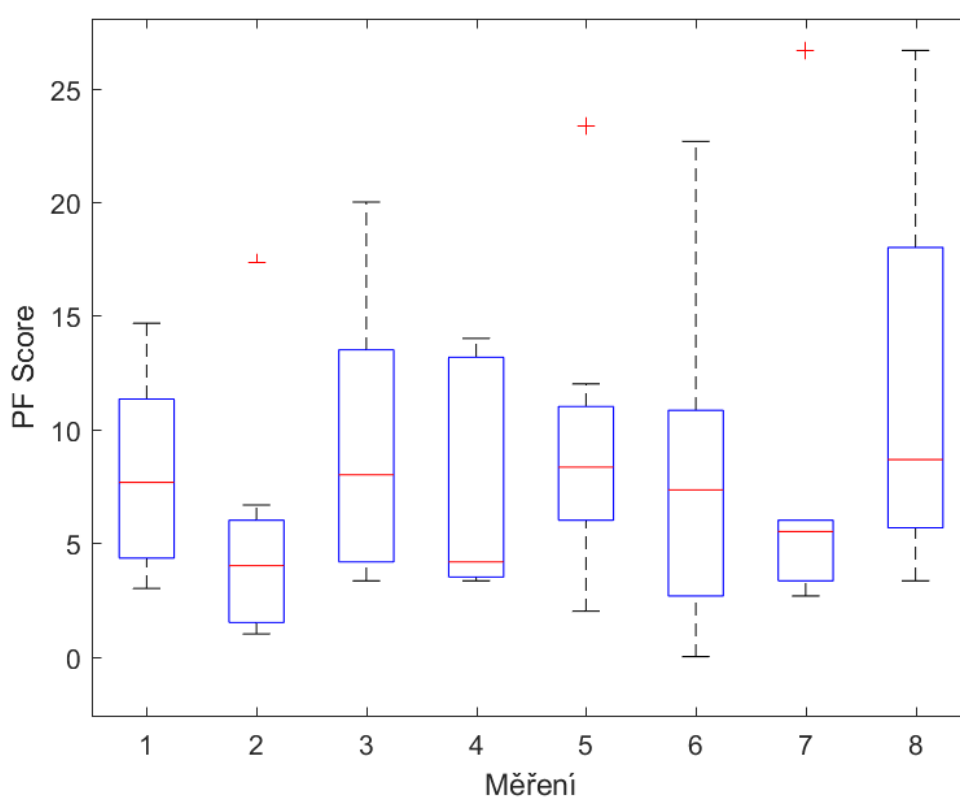
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,6403, 30,6403), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,2695, 32,2218), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,4762, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,2420, 26,5278), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,8571, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,6852, 24,0185), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,3333, $p=1$.

Graf u celkových výsledků výkonnosti je na obrázku 21. Zde opět nedošlo ke statisticky významným rozdílům, lze pozorovat odlehle hodnoty u druhého pátého a sedmého měření.



Obrázek 21 – Boxplot graf výkonnosti u NTLx

4.1.5 Úsilí

V případě parametru úsilí nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 4,8664. Výsledná p-hodnota byla 0,6763.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,9089, 27,7839), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,7214, 16,9714), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,8750, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,2214, 14,4714), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,3750, $p=0,9946$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,3464, 15,3464), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,9984$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,2714, 23,2357), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,5179, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,5423, 19,2923), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,6552, 24,6552), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,6589, 15,0339), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,8125, $p=0,9975$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,1589, 12,5339), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,3125, $p=0,9598$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,2839, 13,4089), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,4375, $p=0,9820$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,2089, 21,2982), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,4554, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,4798, 17,3548), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5625, $p=0,9995$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,5927, 22,7177), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,3464, 23,3464), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,4714, 24,2214), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,3964, 32,1107), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,3571, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,6673, 28,1673), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,7802, 33,5302), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,8750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,9714, 26,7214), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,8750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,8964, 34,6107), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,8571, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,1673, 30,6673), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,7500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,2802, 36,0302), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,3750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,7714, 33,7357), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,9821, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,0423, 29,7923), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,8750, $p=1$.

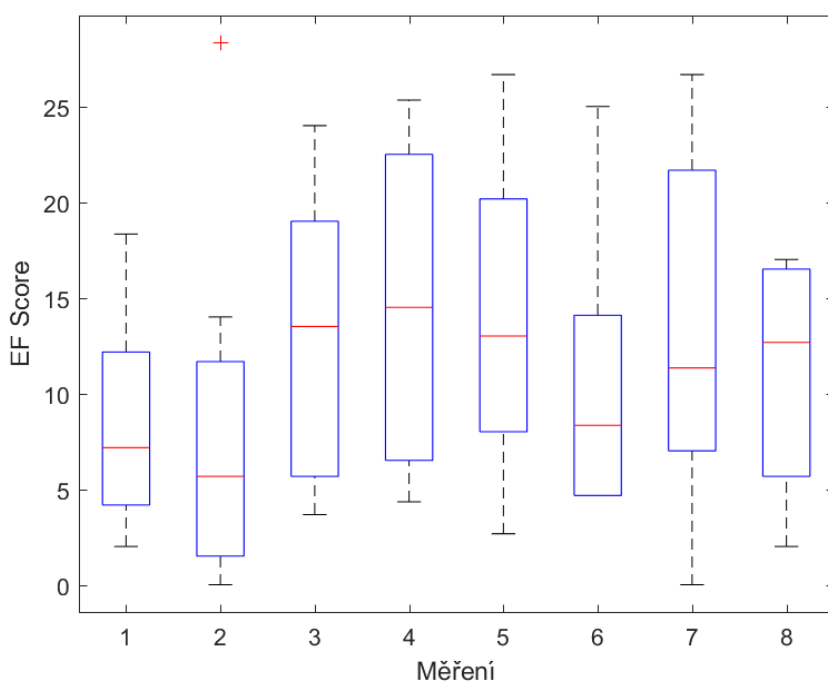
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,1552, 35,1552), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,8663, 23,6521), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,1071, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-35,8823, 28,9180), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,4821, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,7425, 34,9925), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,6250, $p=1$.

Distribuce dat výsledků testů týkající se úsilí NTLx je znázorněna na obrázku 22. Lze pozorovat mírný nárůst subjektivního pocitu úsilí od 3. do 5. měření. Kruskal-Wallis test však nezaznamenal žádné statisticky signifikantní rozdíly.



Obrázek 22 – Boxplot graf úsilí u NTLx

4.1.6 Frustrace

V případě parametru frustrace nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 2,8708. Výsledná p-hodnota byla 0,8967.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,0594, 32,6844), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,8719, 34,8719), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,5000, $p=0,9996$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,3094, 31,4344), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,0625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,3094, 30,4344), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,0625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,2981, 32,2267), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,9643, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-13,9881, 40,8214), odhad rozdílu středních hodnot byl 13,4167, $p=0,9777$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,3241, 40,8241), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,7500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,1844, 27,5594), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,1875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,6219, 24,1219), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,6219, 23,1219), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,6106, 24,9142), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,3482, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,3006, 33,5089), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,1042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,6366, 33,5116), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,8094, 21,9344), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,8094, 20,9344), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,7981, 22,7267), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,5357, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,4881, 31,3214), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,9167, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,8241, 31,3241), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,3719, 24,3719), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,3606, 26,1642), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,0982, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,0506, 34,7589), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,3542, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,3866, 34,7616), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,6875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,3606, 27,1642), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,9018, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,0506, 35,7589), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,3542, $p=1$.

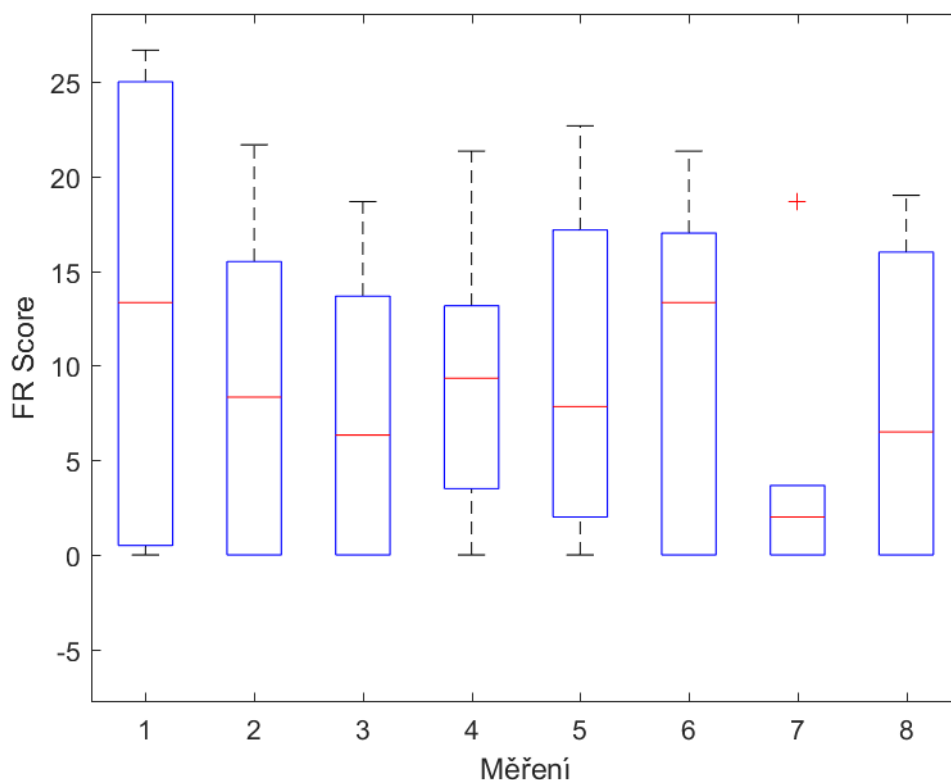
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,3866, 35,7616), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,6875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,7788, 35,6836), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,4524, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,0196, 35,5911), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,7857, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,4215, 29,0883), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,6667, $p=1$.

Distribuce dat výsledků testů týkající se frustrace NTLx je znázorněna na obrázku 23. Největší pokles úrovně frustrace lze pozorovat v průběhu 7. měření. Nelze pozorovat statisticky signifikantní rozdíly, což potvrdil i Kruskal-Wallis test.



Obrázek 23 – Boxplot graf frustrace u NTLx

4.1.7 Celkové skóre NTLx

V případě parametru celkového skóre NASA Task Load Indexu nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 5,6697. Výsledná p-hodnota byla 0,5788.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-13,7969, 37,9219), odhad rozdílu středních hodnot byl 12,0625, $p=0,9880$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,0469, 28,6719), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,8125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,7344, 26,9844), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,1250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,3594, 21,3594), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,6152, 25,9188), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,8482, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,0772, 31,7855), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,8542, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,4836, 24,8586), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,8125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-35,1094, 16,6094), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,2500, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,7969, 14,9219), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,9375, $p=0,7310$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,4219, 9,2969), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,5625, $p=0,7319$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,6777, 13,8563), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,9107, $p=0,9815$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,1397, 19,7230), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,2083, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-50,5461, 12,7961), odhad rozdílu středních hodnot byl -18,8750, $p=0,8396$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,5469, 24,1719), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,6875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,1719, 18,5469), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,4277, 23,1063), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,6607, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,8897, 28,9730), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,0417, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-41,2961, 22,0461), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,4844, 20,2344), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,6250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,7402, 24,7938), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,9732, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,2022, 30,6605), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,7292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,6086, 23,7336), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,1152, 30,4188), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,6518, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,5772, 36,2855), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,3542, $p=1$.

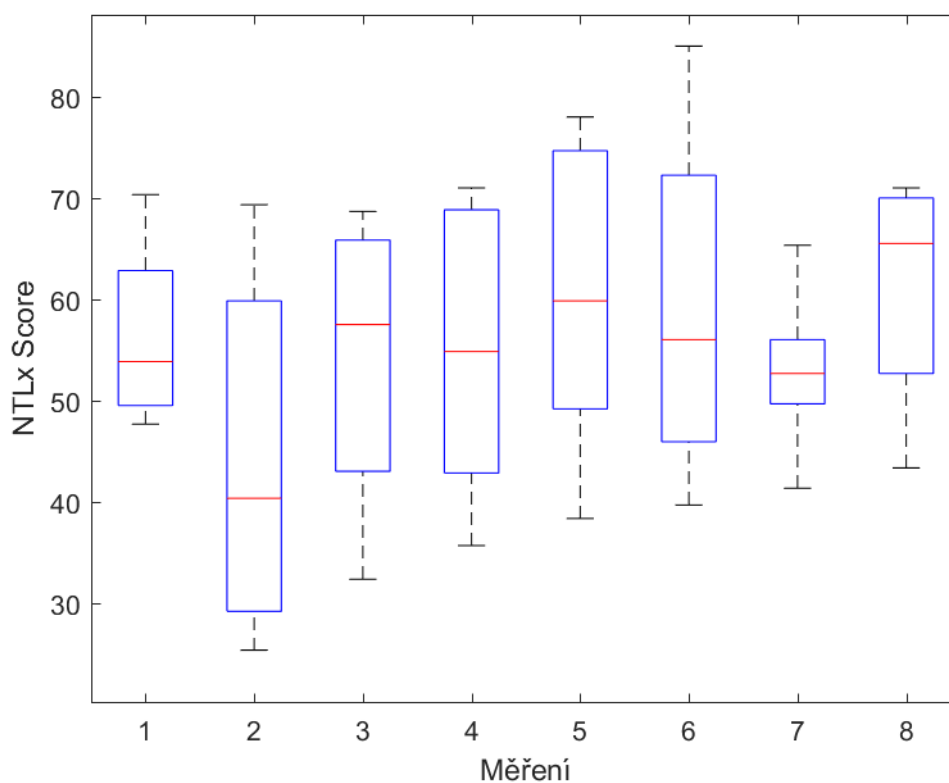
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,9836, 29,3586), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,0713, 33,4760), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,7024, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,3807, 26,4522), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,9643, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-44,0510, 22,7176), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,6667, $p=1$.

Distribuce dat výsledků testů týkající se celkového NTLx skóre je znázorněna na obrázku 24. U měření 2 je zřejmý nevýrazný pokles. Nelze pozorovat statisticky významné rozdíly.



Obrázek 24 – Boxplot graf celkového skóre u NTLx

4.2 Výsledky výkonostního testu

4.2.1 Vyhodnocení času u úlohy 1

V případě parametru času u úlohy 1 ve výkonostním testu byly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 33,6623. Výsledná p-hodnota byla $1,99 \cdot 10^{-5}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-105,8083, 99,8833), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,9625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-162,9042, 42,7875), odhad rozdílu středních hodnot byl -60,0583, $p=0,8640$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-190,6333, 15,0583), odhad rozdílu středních hodnot byl -87,7875, $p=0,1971$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-69,4250, 136,2667), odhad rozdílu středních hodnot byl 33,4208, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-53,8181, 159,0931), odhad rozdílu středních hodnot byl 52,6375, $p=0,9749$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-50,5598, 171,6126), odhad rozdílu středních hodnot byl 60,5264, $p=0,9276$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-149,8876, 72,2848), odhad rozdílu středních hodnot byl -38,8014, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-159,9417, 45,7500), odhad rozdílu středních hodnot byl -57,0958, $p=0,9132$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-187,6708, 18,0208), odhad rozdílu středních hodnot byl -84,8250, $p=0,2486$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-66,4625, 139,2292), odhad rozdílu středních hodnot byl 36,3833, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-50,8556, 162,0556), odhad rozdílu středních hodnot byl 55,6000, $p=0,9532$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-47,5973, 174,5751), odhad rozdílu středních hodnot byl 63,4889, $p=0,8869$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-146,9251, 75,2473), odhad rozdílu středních hodnot byl -35,8389, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-130,5750, 75,1167), odhad rozdílu středních hodnot byl -27,7292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-9,3667, 196,3250), odhad rozdílu středních hodnot byl 93,4792, $p=0,1215$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (6,2403, 219,1514), odhad rozdílu středních hodnot byl 112,6958, $p=0,0268$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (9,4985, 231,6709), odhad rozdílu středních hodnot byl 120,5847, $p=0,0199$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-89,8293, 132,3431), odhad rozdílu středních hodnot byl 21,2569, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (18,3625, 224,0542), odhad rozdílu středních hodnot byl 121,2083, $p=0,0067$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (33,9694, 246,8806), odhad rozdílu středních hodnot byl 140,4250, $p=0,0011$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (37,2277, 259,40001), odhad rozdílu středních hodnot byl 148,3139, $p=0,0009$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-62,1001, 160,0723), odhad rozdílu středních hodnot byl 48,9861, $p=0,9945$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-87,2389, 125,6722), odhad rozdílu středních hodnot byl 19,2167, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-83,9806, 138,1918), odhad rozdílu středních hodnot byl 27,1056, $p=1$.

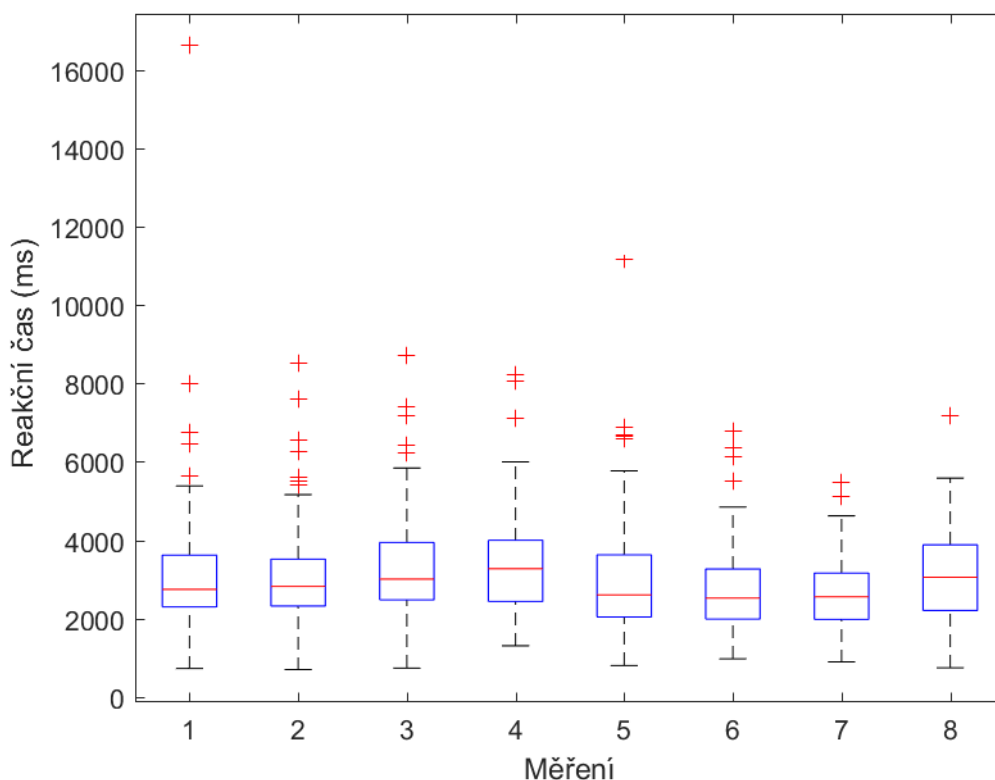
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-183,3084, 38,8640), odhad rozdílu středních hodnot byl -72,2222, $p=0,7057$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-106,5474, 122,3252), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,8889, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-205,8752, 22,9974), odhad rozdílu středních hodnot byl -91,4389, $p=0,3022$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-218,0839, 19,4284), odhad rozdílu středních hodnot byl -99,3278, $p=0,2268$.

Na obrázku 25 je vidět rozložení dat u 1. úlohy, co se času týče. Lze pozorovat statisticky signifikantní rozdíly mezi 3. a 6., 3. a 7., 3. a 8., 4. a 5., 4. a 6., 4. a 7. měřeními. Střední hodnota odpovědi se pohybuje okolo 3 vteřin.



Obrázek 25 – Boxplot graf času u úlohy 1

4.2.2 Vyhodnocení času u úlohy 2

V případě parametru času u úlohy 2 byly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 30,0756. Výsledná p-hodnota byla $9,2 \cdot 10^{-5}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-95,0189, 111,0760), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,0285, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-103,0689, 103,0260), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,0215, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-85,7689, 120,3260), odhad rozdílu středních hodnot byl 17,2785, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-133,7147, 72,3801), odhad rozdílu středních hodnot byl -30,6673, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (3,6871, 216,9557), odhad rozdílu středních hodnot byl 110,3214, $p=0,348$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,4586, 199,0156), odhad rozdílu středních hodnot byl 87,7785, $p=0,3247$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,0419, 193,4323), odhad rozdílu středních hodnot byl 82,1952, $p=0,4526$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-110,6635, 94,5635), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,0500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-93,3635, 111,8635), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-141,3094, 63,9177), odhad rozdílu středních hodnot byl -38,6958, $p=0,9995$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-3,9222, 208,5080), odhad rozdílu středních hodnot byl 102,2929, $p=0,0726$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,0853, 190,5853), odhad rozdílu středních hodnot byl 79,7500, $p=0,5069$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,6686, 185,0020), odhad rozdílu středních hodnot byl 74,1667, $p=0,6523$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-85,3135, 119,9135), odhad rozdílu středních hodnot byl 17,3000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-133,2594, 71,9677), odhad rozdílu středních hodnot byl -30,6458, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (4,1278, 216,5580), odhad rozdílu středních hodnot byl 110,3429, $p=0,0332$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,0353, 198,6353), odhad rozdílu středních hodnot byl 87,8000, $p=0,3177$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,6186, 193,0520), odhad rozdílu středních hodnot byl 82,2167, $p=0,4447$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-150,5594, 54,6677), odhad rozdílu středních hodnot byl -47,9458, $p=0,9877$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-13,1722, 199,2580), odhad rozdílu středních hodnot byl 93,0429, $p=0,1630$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,3353, 181,3353), odhad rozdílu středních hodnot byl 70,5000, $p=0,7436$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,9186, 175,7520), odhad rozdílu středních hodnot byl 64,9167, $p=0,8606$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (34,7736, 247,2038), odhad rozdílu středních hodnot byl 140,9887, $p=0,0010$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (7,6105, 229,2811), odhad rozdílu středních hodnot byl 118,4458, $p=0,0240$.

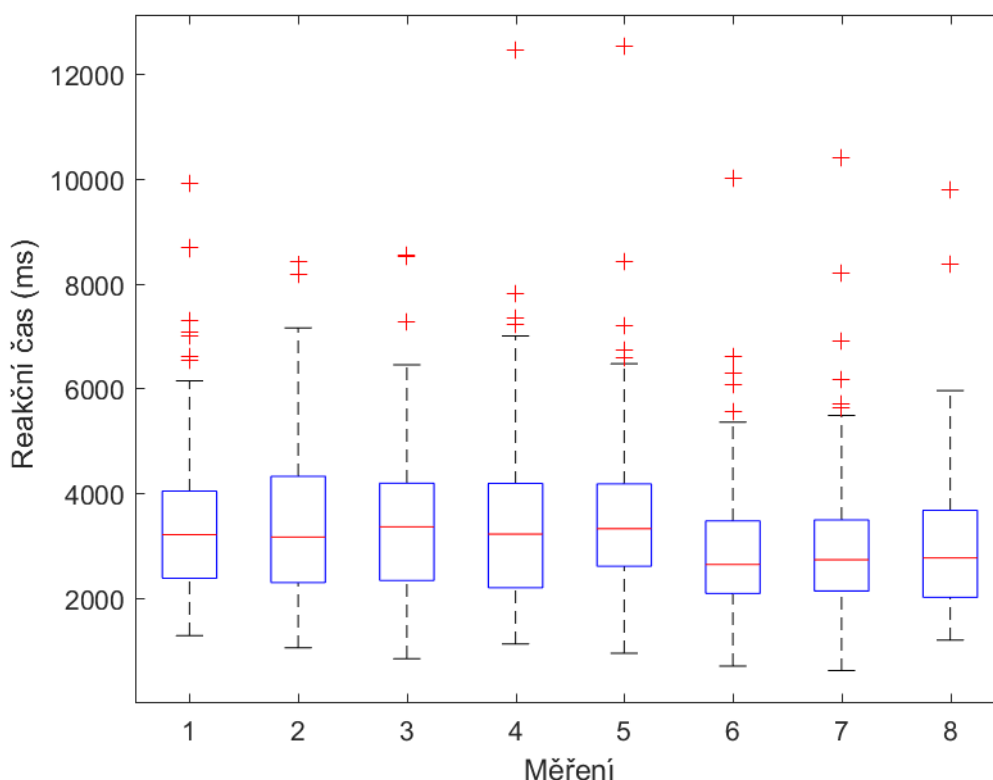
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (2,0272, 223,6978), odhad rozdílu středních hodnot byl 112,8625, $p=0,0413$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-136,7207, 91,6349), odhad rozdílu středních hodnot byl -22,5429, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-142,3040, 86,0516), odhad rozdílu středních hodnot byl -28,1262, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-124,0712, 112,9046), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,5833, $p=1$.

Distribuce dat doby odezvy charakterizované časem u 2. úkolu je zřejmá z obrázku 26. Střední hodnota doby odpovědi činí asi 3 – 3,5 sekundy. Statisticky významné rozdíly lze pozorovat mezi 1. a 6. měřením, 3. a 6. měřením, 5. a 6., 5. a 7., 5. a 8. měřením.



Obrázek 26 – Boxplot graf času u úlohy 2

4.2.3 Vyhodnocení celkového času u úlohy 3

V případě parametru celkového (kumulovaného) času u úlohy 3 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 12,95183. Výsledná p-hodnota byla 0,0733.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-92,8167, 112,8750), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,0292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-94,8417, 110,8500), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,0042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-129,9375, 75,7542), odhad rozdílu středních hodnot byl -27,0917, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-95,3334, 110,3584), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,5125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-82,7984, 130,1127), odhad rozdílu středních hodnot byl 23,6571, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,7140, 197,4584), odhad rozdílu středních hodnot byl 86,3722, $p=0,3522$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-58,4529, 163,7196), odhad rozdílu středních hodnot byl 52,6333, $p=0,9852$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-104,8709, 100,8209), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,0250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-139,9667, 65,7250), odhad rozdílu středních hodnot byl -37,1208, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-105,3625, 100,3292), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,5167, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-92,8276, 120,0835), odhad rozdílu středních hodnot byl 13,6280, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,7432, 187,4293), odhad rozdílu středních hodnot byl 76,3431, $p=0,6002$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-68,4821, 153,6904), odhad rozdílu středních hodnot byl 42,6042, $p=0,9994$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-137,9417, 67,7500), odhad rozdílu středních hodnot byl -35,0958, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-103,3375, 102,3542), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,4917, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-90,8026, 122,1085), odhad rozdílu středních hodnot byl 15,6530, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,7182, 189,4543), odhad rozdílu středních hodnot byl 78,3681, $p=0,5473$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-66,4571, 155,7154), odhad rozdílu středních hodnot byl 44,6292, $p=0,9987$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-68,2417, 137,4500), odhad rozdílu středních hodnot byl 34,6042, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-55,7068, 157,2044), odhad rozdílu středních hodnot byl 50,7488, $p=0,9840$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (2,3777, 224,5501), odhad rozdílu středních hodnot byl 113,4639, $p=0,0400$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,3612, 190,8112), odhad rozdílu středních hodnot byl 79,7250, $p=0,5122$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-90,3109, 122,6002), odhad rozdílu středních hodnot byl 16,1446, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,2265, 189,9459), odhad rozdílu středních hodnot byl 78,8597, $p=0,5345$.

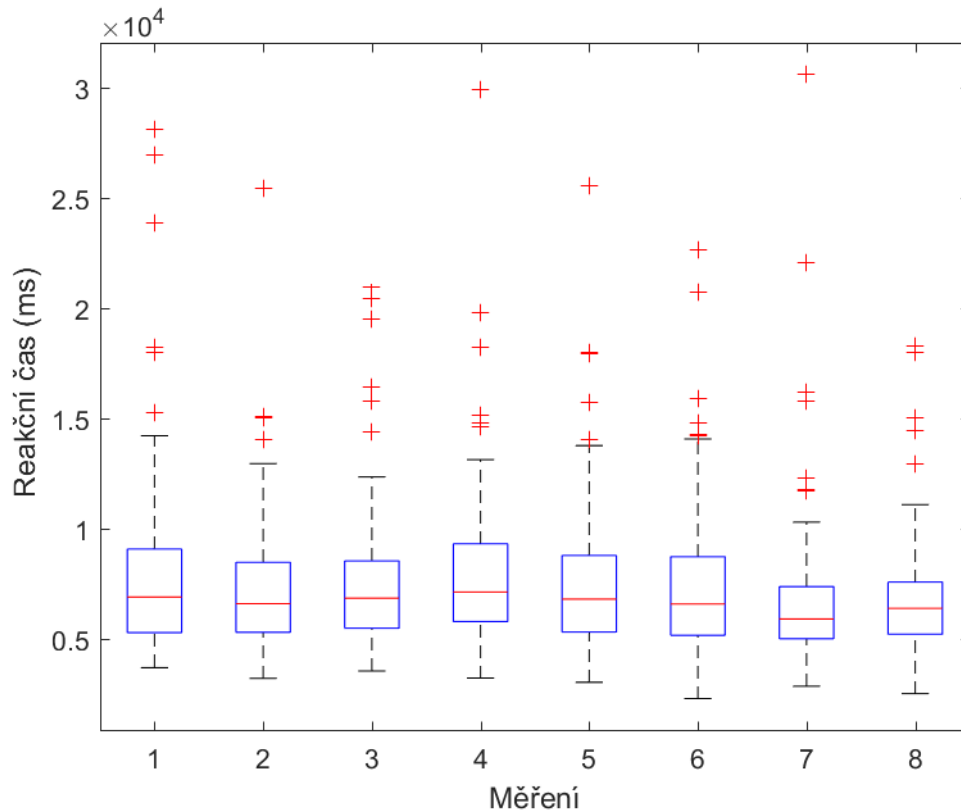
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-65,9654, 156,2071), odhad rozdílu středních hodnot byl 45,1208, $p=0,9984$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-51,7212, 177,1514), odhad rozdílu středních hodnot byl 62,7151, $p=0,9233$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-85,4601, 143,4125), odhad rozdílu středních hodnot byl 28,9762, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-152,4951, 85,0173), odhad rozdílu středních hodnot byl -33,7389, $p=1$.

Statisticky signifikantní rozdíl byl zpozorován pouze mezi 4. a 7. měřením. Distribuci dat celkového času lze vidět na obrázku 27. Celkový čas zaškrtnutí obou polí se pohybuje kolem 7 – 7,5 s.



Obrázek 27 – Boxplot graf celkového času u úlohy 3

4.2.4 Vyhodnocení celkového času u úlohy 4

V případě parametru celkového (kumulovaného) času u úlohy 4 byly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 67,2824. Výsledná p-hodnota byla $5,22 \cdot 10^{-12}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-63,0709, 142,6209), odhad rozdílu středních hodnot byl 39,7750, $p=0,9993$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,8625, 186,8292), odhad rozdílu středních hodnot byl 83,9833, $p=0,2649$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-72,9417, 132,7500), odhad rozdílu středních hodnot byl 29,9042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (9,0500, 214,7417), odhad rozdílu středních hodnot byl 111,8958, $p=0,0193$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (83,7367, 296,6478), odhad rozdílu středních hodnot byl 190,1923, $p=7,22*10^{-7}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (44,0457, 266,2182), odhad rozdílu středních hodnot byl 155,1319, $p=0,0004$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (95,1346, 317,3071), odhad rozdílu středních hodnot byl 206,2208, $p=2,02*10^{-7}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-58,6375, 147,0542), odhad rozdílu středních hodnot byl 44,2083, $p=0,9962$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-112,7167, 92,9750), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,8708, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,7250, 174,9667), odhad rozdílu středních hodnot byl 72,1208, $p=0,5595$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (43,9617, 256,8728), odhad rozdílu středních hodnot byl 150,4173, $p=0,0003$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (4,2707, 226,4432), odhad rozdílu středních hodnot byl 115,3569, $p=0,0334$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (55,3596, 277,5321), odhad rozdílu středních hodnot byl 166,4458, $p=8,45*10^{-5}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-156,9250, 48,7667), odhad rozdílu středních hodnot byl -54,0792, $p=0,9497$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-74,9334, 130,7584), odhad rozdílu středních hodnot byl 27,9125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-0,2467, 212,6645), odhad rozdílu středních hodnot byl 106,2089, $p=0,0512$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,9376, 182,2348), odhad rozdílu středních hodnot byl 71,1486, $p=0,7319$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (11,1513, 233,3237), odhad rozdílu středních hodnot byl 122,2375, $p=0,0168$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,8542, 184,8375), odhad rozdílu středních hodnot byl 81,9917, $p=0,3062$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (53,8325, 266,7437), odhad rozdílu středních hodnot byl 160,2881, $p=7,56 \cdot 10^{-5}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (14,1415, 236,3140), odhad rozdílu středních hodnot byl 125,2278, $p=0,0123$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (65,2304, 287,4029), odhad rozdílu středních hodnot byl 176,3167, $p=2,12 \cdot 10^{-5}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,1592, 184,7520), odhad rozdílu středních hodnot byl 78,2964, $p=0,4620$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-67,8501, 154,3223), odhad rozdílu středních hodnot byl 43,2361, $p=0,9992$.

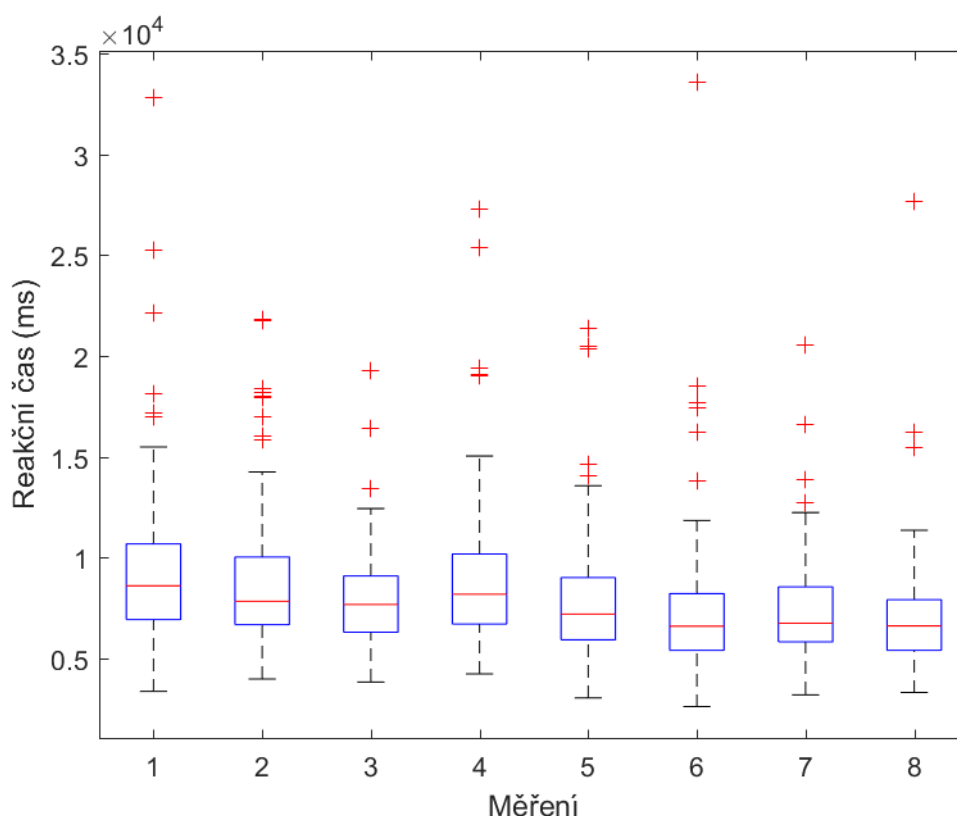
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,7612, 205,4112), odhad rozdílu středních hodnot byl 94,3250, $p=0,2045$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-149,4966, 79,3760), odhad rozdílu středních hodnot byl -35,0603, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-98,4077, 130,4649), odhad rozdílu středních hodnot byl 16,0286, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-67,6673, 169,8451), odhad rozdílu středních hodnot byl 51,0889, $p=0,9961$.

Na obrázku 28 je znázorněna distribuce dat celkového času u úlohy 4. Vyskytlo se zde několik statisticky signifikantních rozdílů, které byly nejvíce patrné mezi odlehlými měřeními, např. mezi 1. a 8. měřením. Mezi jednu z extrémních hodnot lze řadit 35sekundovou hodnotu.



Obrázek 28 – Boxplot graf celkového času u úlohy 4

4.2.5 Vyhodnocení jednotlivých časů u úlohy 3

V případě parametru jednotlivých časů u úlohy 3 byly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 148,4883. Výsledná p-hodnota byla $8,43 \cdot 10^{-29}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-60,8837, 163,1564), odhad rozdílu středních hodnot byl 51,1364, $p=0,9910$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-274,7721, -50,7320), odhad rozdílu středních hodnot byl -162,7521, $p=0,0002$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-352,4374, -128,3973), odhad rozdílu středních hodnot byl -240,4174, $p=6,31 \cdot 10^{-10}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-406,8010, -182,7610), odhad rozdílu středních hodnot byl -294,7810, $p=6,22 \cdot 10^{-15}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-251,2804, -27,2403), odhad rozdílu středních hodnot byl -139,2603, $p=0,0030$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-250,1647, -26,1246), odhad rozdílu středních hodnot byl -138,1446, $p=0,0034$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-163,5366, 60,5035), odhad rozdílu středních hodnot byl -51,5165, $p=0,9900$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-325,9085, -101,8684), odhad rozdílu středních hodnot byl -213,8884, $p=7,48 \cdot 10^{-8}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-403,5737, -179,5337), odhad rozdílu středních hodnot byl -291,5537, $p=1,55 \cdot 10^{-14}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-457,9374, -233,8973), odhad rozdílu středních hodnot byl -345,9174, $p=0,0000$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-302,4167, -78,3767), odhad rozdílu středních hodnot byl -190,3967, $p=3,3*10^{-6}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-301,3010, -77,2610), odhad rozdílu středních hodnot byl -189,2810, $p=3,91*10^{-6}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-214,6729, 9,3671), odhad rozdílu středních hodnot byl -102,6529, $p=0,1135$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-189,6853, 34,3547), odhad rozdílu středních hodnot byl -77,6653, $p=0,5825$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-244,0490, -20,0089), odhad rozdílu středních hodnot byl -132,0289, $p=0,0067$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-88,5283, 135,5118), odhad rozdílu středních hodnot byl 23,4917, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-87,4126, 136,6275), odhad rozdílu středních hodnot byl 24,6074, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-0,7845, 223,2556), odhad rozdílu středních hodnot byl 111,2355, $p=0,0537$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-166,3837, 57,6564), odhad rozdílu středních hodnot byl -54,3636, $p=0,9800$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-10,8630, 213,1771), odhad rozdílu středních hodnot byl 101,1570, $p=0,1282$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-9,7473, 214,2928), odhad rozdílu středních hodnot byl 102,2727, $p=0,1171$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (76,8808, 300,9209), odhad rozdílu středních hodnot byl 188,9008, $p=4,14 \cdot 10^{-6}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (43,5006, 267,5407), odhad rozdílu středních hodnot byl 155,5207, $p=0,0004$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (44,6163, 268,6564), odhad rozdílu středních hodnot byl 156,6364, $p=0,0004$.

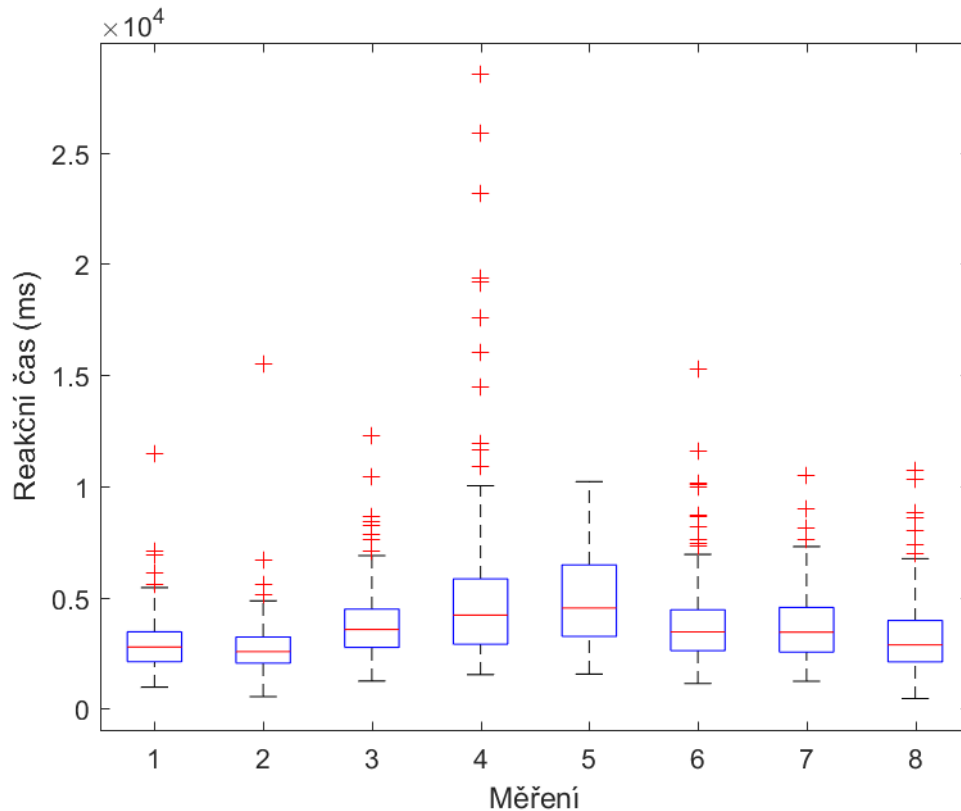
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (131,2444, 355,2845), odhad rozdílu středních hodnot byl 243,2645, $p=3,66 \cdot 10^{-10}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-110,9043, 113,1357), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,1157, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,2762, 199,7638), odhad rozdílu středních hodnot byl 87,7438, $p=0,3384$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,3919, 198,6481), odhad rozdílu středních hodnot byl 86,6281, $p=0,3625$.

Z obrázku 29 lze pozorovat, že střední hodnota zaškrtnutí jednoho pole je asi 3 – 4 sekundy. Lze taktéž pozorovat stagnaci mezi prvním a druhým měřením, nárůst od 3. do 5. měření s následným poklesem. Dle Kruskal-Wallis testu došlo k nejvíce statisticky signifikantním rozdílům v průběhu celého měření.



Obrázek 29 – Boxplot graf jednotlivých časů u úlohy 3

4.2.6 Vyhodnocení jednotlivých časů u úlohy 4

V případě parametru jednotlivých časů u úlohy 4 byly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 86,2876. Výsledná p-hodnota byla $7,14 \cdot 10^{-16}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-9,3525, 213,7608), odhad rozdílu středních hodnot byl 102,2042, $p=0,1137$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-215,0775, 8,0358), odhad rozdílu středních hodnot byl -103,5208, $p=0,1018$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-262,3775, -39,2642), odhad rozdílu středních hodnot byl -150,8208, $p=0,0007$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-264,0358, -40,9225), odhad rozdílu středních hodnot byl -152,4792, $p=0,0006$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-206,8191, 16,2941), odhad rozdílu středních hodnot byl -95,2625, $p=0,1965$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-110,8066, 112,3066), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,7500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-123,1608, 99,9525), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,6042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-317,2816, -94,1684), odhad rozdílu středních hodnot byl -205,7250, $p=2,54 \cdot 10^{-7}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-364,5816, -141,4684), odhad rozdílu středních hodnot byl -253,0250, $p=4,38 \cdot 10^{-11}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-366,2400, -143,1267), odhad rozdílu středních hodnot byl -254,6833, $p=3,14 \cdot 10^{-11}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-309,0233, -85,9100), odhad rozdílu středních hodnot byl -197,4667, $p=9,68 \cdot 10^{-7}$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-213,0108, 10,1025), odhad rozdílu středních hodnot byl -101,4542, $p=0,1209$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-225,3650, -2,2517), odhad rozdílu středních hodnot byl -113,8083, $p=0,0405$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-158,8566, 64,2566), odhad rozdílu středních hodnot byl -47,3000, $p=0,9969$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-160,5150, 62,5983), odhad rozdílu středních hodnot byl -48,9583, $p=0,9948$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-103,2983, 119,8150), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,2583, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-7,2858, 215,8275), odhad rozdílu středních hodnot byl 104,2708, $p=0,0956$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,6400, 203,4733), odhad rozdílu středních hodnot byl 91,9167, $p=0,2503$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-113,2150, 109,8983), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,6583, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-55,9983, 167,1150), odhad rozdílu středních hodnot byl 55,5583, $p=0,9727$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (40,0142, 263,1275), odhad rozdílu středních hodnot byl 151,5708, $p=0,0006$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (27,6600, 250,7733), odhad rozdílu středních hodnot byl 139,2167, $p=0,0028$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-54,3400, 168,7733), odhad rozdílu středních hodnot byl 57,2167, $p=0,9617$.

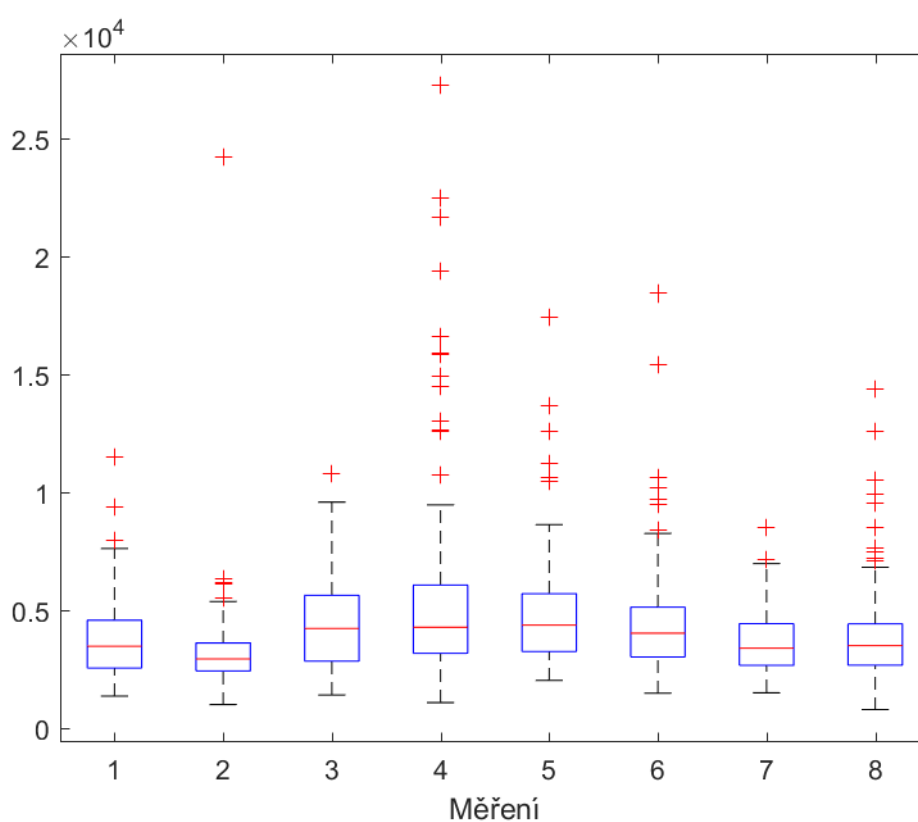
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (41,6725, 264,7858), odhad rozdílu středních hodnot byl 153,2292, $p=0,0005$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (29,3184, 252,4316), odhad rozdílu středních hodnot byl 140,8750, $p=0,0023$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,5441, 207,5691), odhad rozdílu středních hodnot byl 96,0125, $p=0,1858$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,8983, 195,2150), odhad rozdílu středních hodnot byl 83,6583, $p=0,4228$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-123,9108, 99,2025), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,3542, $p=1$.



Obrázek 30 – Boxplot graf jednotlivých časů u úlohy 4

4.2.7 Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 1

V případě parametru správnosti odpovědí u úlohy 1 nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 13,6297. Výsledná p-hodnota byla 0,0582.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,5711, 8,5711), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,5000, $p=0,9960$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,0601, 4,0601), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,5023$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,0601, 4,0601), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,5023$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-14,5601, 14,5601), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,1011, 6,1011), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,7529$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,2267, 5,2267), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,6566$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,2267, 5,2267), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,6566$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,0711, 11,0711), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,0711, 11,0711), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-8,5711, 21,5711), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,5000, $p=0,9960$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,0510, 13,0510), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,2010, 12,2010), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,2010, 12,2010), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-14,5601, 14,5601), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-4,0601, 25,0601), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,5000, $p=0,5023$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,6011, 16,6011), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,7267, 15,7267), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,7267, 15,7267), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-4,0601, 25,0601), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,5000, $p=0,5023$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,6011, 16,6011), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,7267, 15,7267), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,7267, 15,7267), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,1011, 6,1011), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,7529$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,2267, 5,2267), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,6566$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,2267, 5,2267), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,5000, $p=0,6566$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-17,6332, 17,6332), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-17,6332, 17,6332), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,8126, 16,8126), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

U úlohy 1 nedocházelo k prakticky žádným chybám, proto nemá smysl uvádět zde graf. Medián skóre z úlohy 1 je 15, tj. maximální možný počet. Minimální počet získaných bodů v této úloze byl 14.

4.2.8 Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 2

V případě parametru správnosti odpovědí u úlohy 2 nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 10,77035. Výsledná p-hodnota byla 0,1490.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,6872, 25,8479), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,0804, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,1258, 9,0008), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,0625, $p=0,9187$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,8133, 12,3133), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,7500, $p=0,9993$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,1883, 19,9383), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,1250, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,9382, 11,8132), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,0625, $p=0,9809$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,4834, 23,8584), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,1875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,9000, 19,4417), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,2292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,9104, 4,6247), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,1429, $p=0,3527$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,5979, 7,9372), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,8304, $p=0,7898$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,9729, 15,5622), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,2054, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,6386, 7,3529), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,1429, $p=0,6007$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,2173, 19,4316), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,8929, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,6339, 15,0149), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,3095, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,7508, 23,3758), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-9,1258, 31,0008), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,9375, $p=0,9272$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,8757, 22,8757), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,0000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-8,4209, 34,9209), odhad rozdílu středních hodnot byl 13,2500, $p=0,8050$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-12,8375, 30,5042), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,8333, $p=0,9983$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-12,4383, 27,6883), odhad rozdílu středních hodnot byl 7,6250, $p=0,9995$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,1882, 19,5632), odhad rozdílu středních hodnot byl -3,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-11,7334, 31,6084), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,9375, $p=0,9904$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,1500, 27,1917), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,5208, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,8132, 11,9382), odhad rozdílu středních hodnot byl -10,9375, $p=0,9834$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-19,3584, 23,9834), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,3125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,7750, 19,5667), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,1042, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-11,0479, 37,5479), odhad rozdílu středních hodnot byl 13,2500, $p=0,9270$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-15,4646, 33,1322), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,8333, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,5838, 18,7505), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,4167, $p=1$.

Stejně jako u úlohy 1 nemá smysl v této části uvádět graf, protože úspěšnost v této úloze byla vysoká. Medián získaného skóre byl 15, střední hodnota skóre byla 14,52 a minimum činilo 6, kde se jedná o extrémní hodnotu.

4.2.9 Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 3

V případě parametru správnosti odpovědí u úlohy 3 nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 5,0244. Výsledná p-hodnota byla 0,6570.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,6927, 21,6391), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,0268, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,5456, 15,0456), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,7500, $p=0,9991$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,0456, 25,5456), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,75, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,2956, 18,2956), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,3838, 28,1588), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,1125, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,2615, 21,3031), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,4792, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,7615, 12,8031), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,9792, $p=0,9535$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,3891, 19,9427), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,7232, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,8891, 30,4427), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,7768, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,1391, 23,1927), odhad rozdílu středních hodnot byl -2,4732, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,1233, 32,9519), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,9143, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,0424, 26,1376), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,4524, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,5424, 17,6376), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,9524, $p=0,9998$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-14,2956, 35,2956), odhad rozdílu středních hodnot byl 10,5000, $p=0,9970$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,5456, 28,0456), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-18,6338, 37,9088), odhad rozdílu středních hodnot byl 9,6375, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,5115, 31,0531), odhad rozdílu středních hodnot byl 4,2708, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,0115, 22,5531), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,2292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-32,0456, 17,5456), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,2500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-29,1338, 27,4088), odhad rozdílu středních hodnot byl -0,8625, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-33,0115, 20,5531), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,2292, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-41,5115, 12,0531), odhad rozdílu středních hodnot byl -14,7292, $p=0,9207$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-21,8838, 34,6588), odhad rozdílu středních hodnot byl 6,3875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,7615, 27,8031), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,0208, $p=1$.

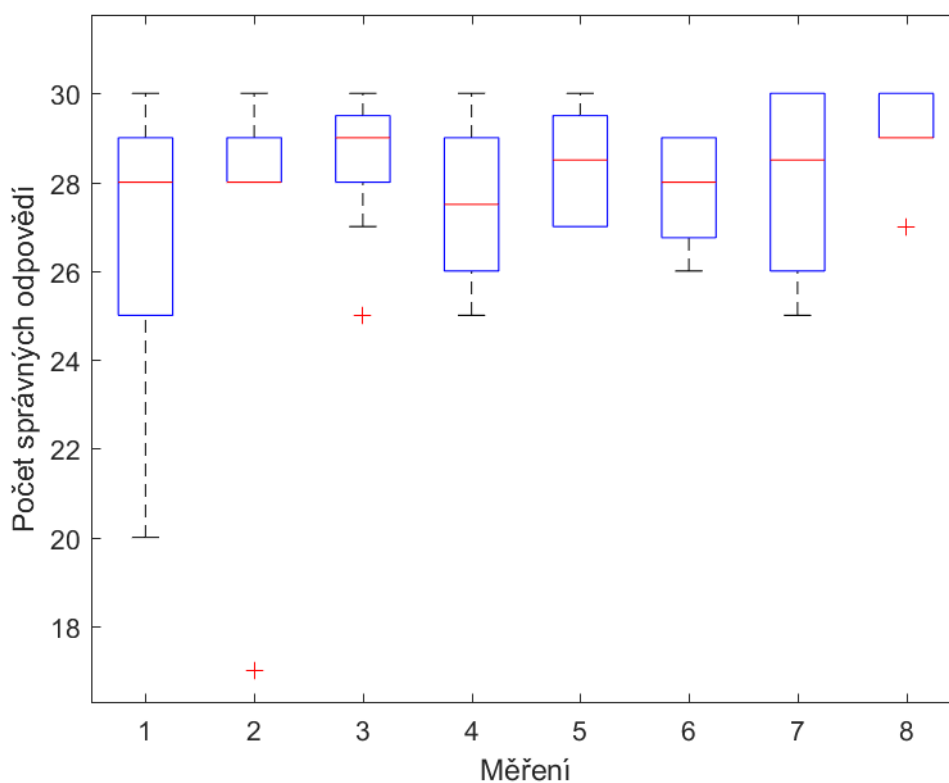
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,2615, 19,3031), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,4792, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-35,3956, 24,6623), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,3667, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-43,8956, 16,1623), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,8667, $p=0,9895$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky významný rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,1315, 20,1315), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,5000, $p=1$.

Na obrázku 31 je znázorněna distribuce dat správnosti odpovědí u úlohy 3. Medián skóre je 29, střední hodnota je 27,84. Nejmenší získané skóre v této úloze bylo 17. Mezi měřeními nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly.



Obrázek 31 – Boxplot graf správnosti odpovědí u úlohy 3

4.2.10 Vyhodnocení správnosti odpovědí u úlohy 4

V případě parametru správnosti odpovědí u úlohy 4 nebyly nalezeny statisticky signifikantní rozdíly. Síla efektu vyjádřená pomocí chí-kvadrátu měla hodnotu 7,8150. Výsledná p-hodnota byla 0,3492.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 2 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-25,1440, 26,8761), odhad rozdílu středních hodnot byl 0,8661, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,8781, 9,3781), odhad rozdílu středních hodnot byl -15,7500, $p=0,7675$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,7344, 26,9844), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,3750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,0031, 12,2531), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,8750, $p=0,9621$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-43,3129, 13,9879), odhad rozdílu středních hodnot byl -14,6625, $p=0,9626$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-38,9539, 15,3289), odhad rozdílu středních hodnot byl -11,8125, $p=0,9954$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 1 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-36,0373, 18,2456), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,8958, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 3 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-42,6261, 9,3940), odhad rozdílu středních hodnot byl -16,6161, $p=0,7363$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-34,2511, 17,7690), odhad rozdílu středních hodnot byl -8,2411, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-39,7511, 12,2690), odhad rozdílu středních hodnot byl -13,7411, $p=0,9471$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-44,9556, 13,8984), odhad rozdílu středních hodnot byl -15,5286, $p=0,9478$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-40,6385, 15,2814), odhad rozdílu středních hodnot byl -12,6786, $p=0,9918$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 2 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-37,7219, 18,1980), odhad rozdílu středních hodnot byl -9,7619, $p=0,9999$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 4 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-16,7531, 33,5031), odhad rozdílu středních hodnot byl 8,3750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-22,2531, 28,0031), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,8750, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,5629, 29,7379), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,0875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,2039, 31,0789), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,9375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 3 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-20,2873, 33,9956), odhad rozdílu středních hodnot byl -6,8542, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 5 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,6281, 19,6281), odhad rozdílu středních hodnot byl -5,5000, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-35,9379, 21,3629), odhad rozdílu středních hodnot byl -7,2875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-31,5789, 22,7039), odhad rozdílu středních hodnot byl -4,4375, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 4 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-28,6623, 25,6206), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,5208, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 6 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-30,4379, 26,8629), odhad rozdílu středních hodnot byl -1,7875, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,0789, 28,2039), odhad rozdílu středních hodnot byl 1,0625, $p=1$.

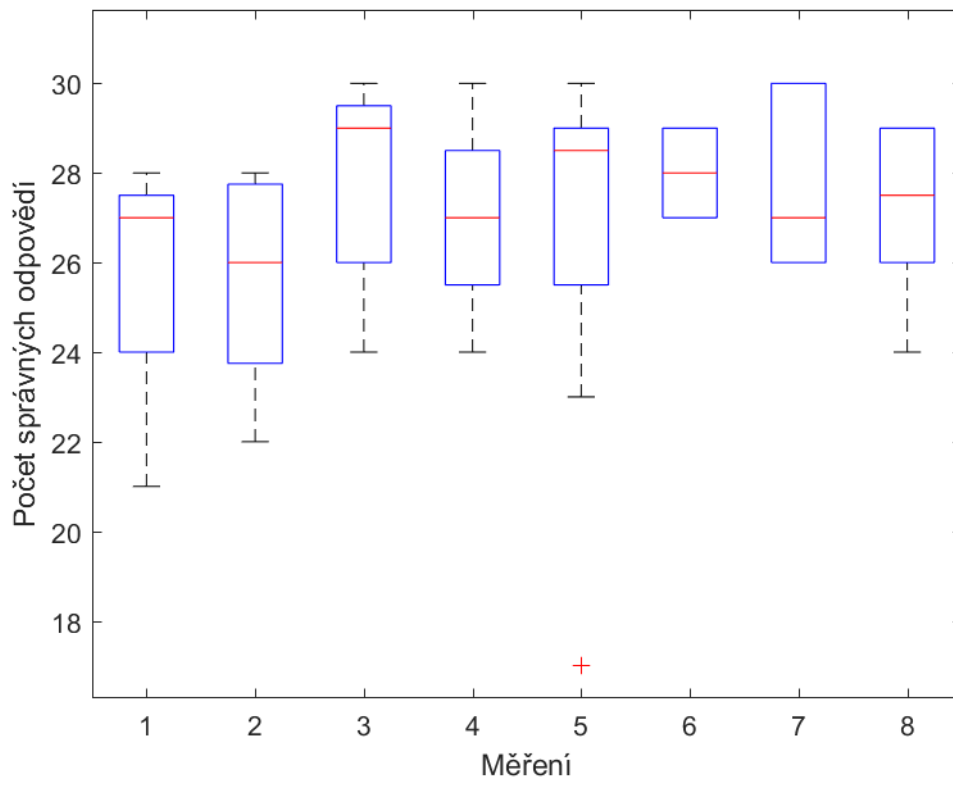
Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 5 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-23,1623, 31,1206), odhad rozdílu středních hodnot byl 3,9792, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 7 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-27,5816, 33,2816), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,8500, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 6 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-24,6649, 36,1983), odhad rozdílu středních hodnot byl 5,7667, $p=1$.

Post-hoc analýza ukazuje, že mezi měřeními 7 a 8 nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl, konfidenční interval pro toto měření byl (-26,0987, 31,9321), odhad rozdílu středních hodnot byl 2,9167, $p=1$.

Na obrázku 32 je zobrazena distribuce dat správnosti odpovědí u úlohy 4. Medián správných odpovědí byl 27, střední hodnota 26,91. Nejlepší výsledky jsou vidět ve 3. měření, nejmenší ve 2. měření. Nejmenší získané skóre bylo 17. Nebyly zde nalezeny statisticky signifikantní rozdíly.



Obrázek 32 – Boxplot graf správnosti odpovědí u úlohy 4

5 Diskuze

U výsledku z psychologického dotazníku NTLx nebyly celkově nalezeny žádné statisticky signifikantní rozdíly. Subjekty u měření nejvíce zatěžovala frustrace, nejméně časová zátěž.

U výkonnostních testů byly zpozorovány statisticky signifikantní rozdíly v časovém hledisku, ve správnosti odpovědí již ne. Je tedy pravděpodobné, že subjekty měly prioritu zaškrtnutí správného pole nad prioritou co nejrychlejšího zaškrtnutí pole.

V průběhu času se výkonnost pilotů v testu příliš neměnila, skóre jednotlivých subjektů bylo po celou dobu měření téměř stejné. Není tedy pozorován vliv únavy na správnost odpovědí v těchto testech.

Úspěšnost v ORtestu je všeobecně velká, nejlepší subjekt dosáhl průměrného skóre 88,17 z celkového skóre 90 možných bodů, nejméně úspěšný subjekt 76,80 z 90 možných. Průměrné skóre je 83,98 bodů z celkových 90.

Průměrný čas odpovědi u úlohy 1 napříč všemi měřeními je 3040 ms, z nichž největší průměrný čas 3382 ms byl zjištěn u 4. měření, nejmenší průměrný čas byl 2673 ms a byl zjištěn u 7. měření. Tyto výsledky přikládám k tomu, že subjekty byly po 4. měření zhruba 24 hodin vzhůru, kdy lze pozorovat únavu a tudíž sníženou schopnost percepce a zpracování informací. 7. měření vnímám jako pozitivní z hlediska toho, že již bylo denní světlo (doba okolo poledne), subjekt se již s testováním seznámil. To lze potvrdit i provedeným statistickým testem, který ukazuje, že 4. a následující měření jsou statisticky signifikantně rozdílné.

Průměrný čas odpovědi u úlohy 2 napříč všemi měřeními je 3330 ms, z nichž největší průměrný čas 3583 ms byl zjištěn u 5. měření, nejmenší průměrný čas byl 2877 ms a byl zjištěn u 6. měření. To potvrzuje i Kruskal-Wallis test, který potvrdil mezi těmito dvěma měřeními vznik statisticky významného rozdílu.

Průměrný kumulovaný čas označení obou polí u úlohy 3 je 7442 ms, z nichž největší průměrný čas 7922 ms byl zjištěn u 4. měření a nejmenší průměrný kumulovaný čas byl 6915 ms u 8. měření. Kruskal-Wallis test vnímá jako jediné statisticky signifikantní 4. a 7. měření. Čtvrté měření vnímám z hlediska výsledků jako nejkritičtější, dle mého názoru byla na subjektech při měření znát největší chybovost a únava.

Průměrný kumulovaný čas označení obou polí u úlohy 4 je 8204 ms, z nichž největší průměrný čas 9324 ms byl zjištěn u 1. měření a nejmenší průměrný kumulovaný čas byl 7088 ms u 8. měření. U této úlohy se dle mého názoru nejvíce projevila schopnost naučení se tohoto testu, jeho pochopení, a proto bylo statisticky časově neúspěšnější 8. měření. Statisticky signifikantní rozdíl potvrdil i Kruskal-Wallis test.

Průměrná doba označení jednoho pole v úloze 3 byla 3738 ms, v úloze 4 byla 4106 ms.

Když zhodnotím výsledky celkově, statisticky nejhůře vychází 4. měření, které probíhalo kolem 5. hodiny ranní a subjekty byly vzhůru okolo 20 hodin. U výkonnostních testů lze pozorovat učenlivost a nalezení systému pro úspěšné řešení v průběhu uplynulých 8 měření. Správnost označených polí byla dle mého názoru velmi ovlivněna sníženou schopností percepce a pochopení informací, která nebyla omezena. Výsledky NTLx nejsou statisticky signifikantní, přikláněl bych se k variantě, že subjekty dostatečně nepochopily princip testování a princip fungování tohoto testu i přesto, že byly všem subjektům vysvětleny do potřebné míry. Vzhledem k ovlivňování výsledků nebylo možné sdělit přesný princip fungování tohoto programu. Z výsledků však plyne, že největším ovlivňujícím faktorem byla frustrace a nejmenším časová zátěž.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv únavy na výsledek psychologických a výkonnostních testů. V bakalářské práci je v teoretické části popsána historie lidského faktoru a jeho zkoumání v minulém století. Je zde také popsána únava, stres i vývoj zdravotnických testů pro získání Osvědčení o zdravotní způsobilosti včetně psychologického testování v ČR i Evropě. Pro účely detailnější rešerše byli kontaktováni dva odborníci zabývající se zdravotní způsobilostí pilotů, klinického psychologa působícího na ÚLZ a leteckého lékaře. Oba tyto profesionálové popsali svůj pohled na psychologické testování a bylo zjištěno, že mají na psychotesty zcela odlišný pohled.

Byla navržena metodika experimentu, která se skládala ze dvou částí, jednou z částí byl tzv. ORtest, který do jisté míry simuloval výkonnostní testy vyskytující se na oddělení Psychologie na ÚLZ. Na ÚLZ probíhají testy audiální i vizuální. Vzhledem k náročnosti audiálních testů byly z experimentu vynechány a uskutečnily se pouze testy vizuální. Z důvodu opakování neustále stejného testu na ÚLZ se stejným rozložením písmen a číslic bylo vytvořeno proměnlivé prostředí, které bude mít určitá pravidla, se kterými bude subjekt seznámen, avšak nebudou se v něm vyskytovat stále stejná čísla a písmena. Pro zvýšení obtížnosti a zátěže spojené s únavou byly vytvořeny celkem 4 úlohy, ze kterých je ve dvou nutné rozpoznat, zda je číslo sudé či liché. Druhou částí testu byl psychologický dotazník, který je znám jako NASA Task Load Index. Pro účely bakalářské práce byla vytvořena softwarová implementace NASA Task Load Index, která je licencována. [32] Tento psychologický dotazník sloužil k popisu pocitů z letu na simulátoru, který výkonnostnímu testu i psychologickému dotazníku předcházel.

Celý experiment trval 24 hodin a začínal v 18:00 místního času. Jednoho měření se zúčastnily vždy dva subjekty, které byly vzhůru od 8 hodin, tudíž minimálně 10 hodin. První subjekt zahájil jednopilotní let podle pravidel IFR na školním simulátoru dvouvrtulového letounu typu Beechcraft. Let trval s předletovou přípravou, vlastním letem i poletovým rozborem asi 90 minut. Po absolvování letu se subjekt přesunul do vedlejší místnosti, kde v podmínkách naprostého klidu vyplnil psychologický dotazník, výkonnostní test ORtest a podrobil se testům na reakční čas. Zatímco první subjekt vyplňoval dotazník a podrobil se testům, druhý subjekt zahájil let na simulátoru. Během zhruba 24 hodin bylo uskutečněno 8 měření, během kterých byl zkoumán vliv únavy na výsledek psychologických a výkonnostních testů.

Experimentem, kterého se celkem zúčastnilo 8 subjektů, bylo zjištěno, že největší vliv únavy na výsledek výkonnostních testů byl zhruba po 12 hodinách testování, tj. po 22 hodinách bdění subjektu. Celkově je v testování vidět velká učenlivost, pochopení principu a fungování jednotlivých úloh v testu. Výsledky psychologického dotazníku nezaznamenaly žádné konkrétní statistické rozdíly, největší vliv měla na subjekty frustrace, nejmenší časový tlak.

Jako limitaci této práce bych uvedl nedostatek subjektů účastnících se měření. Mezi velké limitace této práce patří i poměrně časově náročné měření pokrývající celkem dva dny, což mnoha subjektům působí problém, protože jim měření zasahuje do osobního i pracovního života. Nutno podotknout, že k dvěma subjektům účastnících se měření jsou potřeba další dva lidé – jako obsluha při testech a jako řídící letového provozu při komunikaci s posádkou letounu. I tito lidé jsou po 24hodinovém experimentu unavení.

Tato práce by mohla být přínosem pro ještě detailnější popis únavy a dále by v budoucnu mohla posloužit jako opora při zavádění nových postupů psychologického testování pilotů.

Tato práce může v budoucnu sloužit k podkladům pro diplomovou práci, resp. pro navazující výzkum. Jako doporučení by bylo hodno zefektivnit prostoje, které během testování vznikly, tj. buď zkrátit dobu letu na simulátoru, anebo prodloužit psychologické a výkonnostní testování. Lety na simulátoru by mohly být kratší a více náročné na techniku pilotáže. Tím by mohlo být docíleno více psychologických a výkonnostních testování, které by se pak mohly lépe projevit během 24hodinového měření.

Seznam použitých zdrojů

- [1] - Accident Statistics. *PlaneCrashInfo.com* [online]. [cit. 2018-08-11]. Dostupné z: <http://plane crashinfo.com/cause.htm>
- [2] – LOWE, Malcolm V. *Encyklopedie letectví*. Čestlice: Rebo, 2006. ISBN 80-723-4407-2.
- [3] - *Charles Lindbergh & the First Solo Transatlantic Flight | The Greatest Moments in Flight* [online]. 2012 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <https://www.space.com/16677-charles-lindbergh.html>
- [4] - The true story behind the deadliest air disaster of all time. *The Telegraph* [online]. [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: <https://www.telegraph.co.uk/travel/comment/tenerife-airport-disaster/>
- [5] - KAPITOLA I. LIDSKÝ ČINITEL V LETECKÉ DOPRAVĚ (ČÁST 1) | *Zvýšení vědeckovýzkumného potenciálu pracovníků a studentů technických vysokých škol v oblasti dopravy* [online]. 2009 [cit. 2018-08-26]. Dostupné z: <http://projekt150.ha-vel.cz/node/117>
- [6] - ŠULC, Jiří. *Lidský činitel: studijní modul 9*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. Učební texty dle předpisu JAR-66. ISBN 80-720-4364-1.
- [7] – VAŇOUREK, Jiří. *Lidský faktor v letectví* [online]. Brno, 2009 [cit. 2018-07-26]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/10626/2009_DP_Vanourek_Jiri_53176.pdf?sequence=1. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Miloslav Šplíchal, Ph.D.
- [8] - *Showcase 2 - Human Factor in Aircraft Course* [online]. [cit. 2018-08-03]. Dostupné z: <http://www.moodle.adlib.cz/mod/book/view.php?id=2441>
- [9] - *Safe dispensing in community pharmacies: applying the software, hardware, environment and liveware (SHELL) model* [online]. [cit. 2018-07-15]. Dostupné z: <https://www.pharmaceutical-journal.com/research/safe-dispensing-in-community-pharmacies-applying-the-software-hardware-environment-and-liveware-shell-model/20202919.article?firstPass=false%C2%A7>
- [10] - HÁČIK, Ľubomír. *Lidská výkonnost a omezení (040 00): dočasná učebnice: [učební texty dle předpisu JAR-FCL 1]*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. Učební texty pro teoretickou přípravu dopravních pilotů dle předpisu JAR-FCL 1. ISBN 80-720-4471-0.
- [11] – 466/2006 Sb. *Vyhláška o bezpečnostní letové normě* [online]. 2006 [cit. 2018-08-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-466>

- [12] - *Fatigue Symptoms, Causes, and Treatment* [online]. [cit. 2018-07-23].
Dostupné z: <https://publi.cz/books/171/04.html>
- [13] - *Flight Operations Safety Awareness Seminar (FOSAS)* [online]. [cit. 2018-08-01].
Dostupné z:
https://www.icao.int/ESAF/Documents/meetings/2017/AFI%20FOSAS%202017/Day%201%20Docs/Day_1_2_Airbuspihlo.pdf
- [14] - *Cabin Crew Rest Compartments - Schlafkabinen Crew | FLUG REVUE* [online]. [cit. 2018-08-21]. Dostupné z: <https://www.flugrevue.de/flugzeugbau/cabin-crew-rest-compartments-schlafkabinen-crew/467630#1>
- [15] - *Cool photos: inside the Boeing 787's funky crew rest 'loft' - Australian Business Traveller* [online]. 2013 [cit. 2018-07-21]. Dostupné z: <https://www.ausbtt.com.au/cool-photos-inside-the-boeing-787-s-funky-crew-rest-loft>
- [16] - *Fatigue Risk Management System (FRMS) - SKYbrary Aviation Safety* [online]. [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: [https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_Management_System_\(FRMS\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Fatigue_Risk_Management_System_(FRMS))
- [17] - *Aviation Safety Network > Statistics* [online]. [cit. 2018-08-02].
Dostupné z: <https://aviation-safety.net/statistics/>
- [18] - WIEGMANN, Douglas A a Scott A SHAPPELL. *A human error approach to aviation accident analysis: the human factors analysis and classification system*. Burlington, VT: Ashgate, c2003. ISBN 07-546-1875-7.
- [19] – GEIST, Bohumil. *Psychologický slovník*. 2. vyd. Praha: Vodnář, 2000. ISBN 80-862-2607-7.
- [20] – WASSERBAUER, Stanislav. *Výchova ke zdraví pro vyšší zdravotnické školy a střední školy*. Praha: Státní zdravotní ústav, 1999. ISBN 80-707-1129-9.
- [21] - ATKINSON, Rita L. *Psychologie*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-717-8640-3.
- [22] - ŠULC, Jiří. *Lidský činitel: studijní modul 9*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. Učební texty dle předpisu JAR-66. ISBN 80-720-4364-1.
- [23] – *Letecký předpis L1, Hlava 6* [online]. [cit. 2018-08-26].
Dostupné z: <https://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-1/index.htm>
- [24] – *PART-MED* [online]. [cit. 2018-08-01].
Dostupné z: <http://www.leteckylekar.cz/images/Part-MED.pdf>

- [25] – *Letecký lékař AME MUDr. David Melechovský - Pilotní prohlídky u leteckého lékaře* [online]. [cit. 2018-08-02]. Dostupné z: <http://www.leteckylekar.cz/zdravotni-prohlidky-pilot.html>
- [26] - *Psychologické aspekty motivace* [online]. [cit. 2018-08-26]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/171/04.html>
- [27] – KUBANOVÁ, Jana. *Statistické metody pro ekonomickou a technickou praxi*. 2. vyd. Bratislava: Stasis, 2004. ISBN 80-85659-37-9.
- [28] - ZVÁROVÁ, Jana. *Biomedicínská statistika. Díl 1, Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 2. vydání. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1931-6.
- [29] - *GVP - Gymnázium Praha 4, Na Vítězné pláni | uvod* [online]. [cit. 2018-07-27]. Dostupné z: www.gvp.cz/~horyna/matematika/statistika.doc
- [30] - *Základní typy rozdělení pravděpodobnosti spojité náhodné veličiny* [online]. [cit. 2018-08-26]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/kap05/prav5.htm>
- [31] - ANDĚL, Jiří. *Základy matematické statistiky*. Vyd. 3. Praha: Matfyzpress, 2011. ISBN 978-80-7378-162-0.
- [32] - *Ústav letecké dopravy – Vědecké výstupy* [online]. [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: http://uldbeta.fd.cvut.cz/stazeni/vedecke_vystupy/NTLx.exe
- [33] - *Box Plot: Display of Distribution* [online]. [cit. 2018-08-15]. Dostupné z: <http://www.physics.csbsju.edu/stats/box2.html>
- [34] - *P Values (Calculated Probability) and Hypothesis Testing - StatsDirect* [online]. [cit. 2018-08-15]. Dostupné z: https://www.statsdirect.com/help/basics/p_values.htm
- [35] – NAGY, Ivan. *Kruskal-Wallisův test* [online]. [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: https://www.fd.cvut.cz/personal/nagyivan/Statistika/P5_KrusWallis.pdf
- [36] – *Kruskal-Wallis Test - Statistics Solutions* [online]. [cit. 2018-08-22]. Dostupné z: <http://www.statisticssolutions.com/kruskal-wallis-test/>

Seznam použitých obrázků

- Obr. 1 – Statistika leteckých nehod dle příčiny
- Obr. 2 – Charles Lindbergh po prvním transatlantickém letu s letounem Spirit of St. Louis
- Obr. 3 – Model SHELL – schéma konceptu lidského činitele
- Obr. 4 – Model SHELL – schéma konceptu lidského činitele
- Obr. 5 – Odpočinková místnost pro posádky letounu A380
- Obr. 6 – Odpočinková místnost pro posádky letounu B787
- Obr. 7 – Vliv denní doby na výkonnost pilota
- Obr. 8 – Yerkes – Dodsonův graf
- Obr. 9 – Osvědčení o zdravotní způsobilosti
- Obr. 10 – Ukázka tabulky výkonostního testu
- Obr. 11 – Ukázka instrukce na monitoru a buňky v tabulce
- Obr. 12 – Ukázka 3. a 4. úlohy – spojené kódy
- Obr. 13 – Ukázka programu NTLx (psychologický dotazník)
- Obr. 14 – Ukázka druhé části psychologického dotazníku NTLx
- Obr. 15 – Ukázka výsledků psychologického dotazníku NTLx
- Obr. 16 – Gaussova křivka zobrazující hustotu pravděpodobnosti náhodné veličiny normálního rozdělení
- Obr. 17 – Ukázka grafu typu boxplot
- Obr. 18 – Boxplot graf psychické zátěže u NTLx
- Obr. 19 – Boxplot graf fyzické zátěže u NTLx
- Obr. 20 – Boxplot graf časové zátěže u NTLx
- Obr. 21 – Boxplot graf výkonnosti u NTLx
- Obr. 22 – Boxplot graf úsilí u NTLx
- Obr. 23 – Boxplot graf frustrace u NTLx
- Obr. 24 – Boxplot graf celkového skóre u NTLx

Obr. 25 – Boxplot graf času u úlohy 1

Obr. 26 – Boxplot graf času u úlohy 2

Obr. 27 – Boxplot graf celkového času u úlohy 3

Obr. 28 – Boxplot graf celkového času u úlohy 4

Obr. 29 – Boxplot graf jednotlivého času u úlohy 3

Obr. 30 – Boxplot graf jednotlivého času u úlohy 4

Obr. 31 – Boxplot graf správnosti odpovědi u úlohy 3

Obr. 32 – Boxplot graf správnosti odpovědi u úlohy 4

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1 – Projevy reakce při stresu

Seznam použitých rovnic

Rovnice 1 – Rovnice s kombinačním číslem – získání počtu všech možností

Rovnice 2 – Definice aritmetického průměru

Rovnice 3 – Definice váženého aritmetického průměru

Rovnice 4 – Rovnice pro získání mediánu z integrace hustoty pravděpodobnosti

Rovnice 5 – Rovnice pro získání mediánu pro lichý počet prvků

Rovnice 6 – Rovnice pro získání mediánu pro sudý počet prvků

Rovnice 7 – Rovnice pro výběrový rozptyl

Rovnice 8 – Rovnice pro směrodatnou odchylku

Rovnice 9 – Definice normálního rozdělení

Rovnice 10 – Rovnice pro test dobré shody (Pearsonův chí-kvadrát test)

Rovnice 11 – Rovnice pro Kruskal-Wallis test

Seznam příloh

Příloha 1 – Kompletní zpracování dat pro analýzu dat k NTLx

Příloha 2 – Kompletní zpracování dat pro analýzu výkonostních testů ORtest