

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: Průmyslové inženýrství a management
N0715A270012

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Možné přístupy pro hodnocení kognitivní ergonomie

Autor: Bc. Gustav PONCAR
Vedoucí práce: Ing. Marek BUREŠ, Ph.D.

Akademický rok 2022/2023

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Gustav PONCAR**
Osobní číslo: **S20N0035P**
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Možné přístupy pro hodnocení kognitivní ergonomie**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Úvod do řešené problematiky
2. Možnosti hodnocení kognitivní ergonomie
3. Návrh experimentu
4. Vyhodnocení experimentu
5. Zhodnocení výsledků
6. Závěr

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. FILO, Petr. *Nové metody v ergonomii*. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita, 2013. 104 s. ISBN 978-80-7375-870-7.
2. SHORROCK, Steven, WILLIAMS, Claire. *Human Factors and Ergonomics in Practice: Improving System Performance and Human Well-Being in the Real World*. CRC Press, 2017. 456 s. ISBN 9781472439253.
3. SOARES, Marcelo, REBELO, Francisco. *Ergonomics in design: Methods and techniques*. CRC Press, 2019. 532 s. ISBN 9781498760706.
4. KROEMER-ELBERT, Katrin, KROEMER, Henrike, KROEMER-HOFFMAN, Anne. *Ergonomics-How to design for ease and efficiency*. 3rd edition. Elsevier Science Publishing, 2018. 756 s. ISBN 978-0-128-13296-8.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**
Regionální technologický institut

Konzultant diplomové práce: **Ing. Ilona Kačerová**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **19. září 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2023**

L.S.

Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Markovi Burešovi, Ph.D. za ochotu, přínosné rady a připomínky při zpracování mé diplomové práce a za jeho odborné a trpělivé vedení.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Poncar	Jméno Gustav		
STUDIJNÍ PROGRAM	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Možné přístupy pro hodnocení kognitivní ergonomie			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2023
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	82	TEXTOVÁ ČÁST	82	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zaměřuje na možné přístupy pro hodnocení kognitivní ergonomie. V první části jsou přiblíženy teoretické základy týkající se dané problematiky a představeny měřicí zařízení pro empirickou část. Empirická část se skládá z navrženého experimentu pro ověření cílů práce, zda lze vybraná zařízení aplikovat pro měření psychické zátěže. Na závěr jsou prezentované výstupy a experiment zhodnocen.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>kognitivní ergonomie, psychická zátěž, stres, kognitivní funkce, galvanický odpor kůže, tepová frekvence, monitorování očí</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Poncar	Name Gustav	
STUDY PROGRAMME	N0715A270012 Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Possible approaches for cognitive ergonomics assessment		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2023
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	82	TEXT PART	82	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>The thesis focuses on possible approaches for cognitive ergonomics assessment. In the first part, the theoretical knowledge related to the topic is presented and the measurement devices for the empirical part are introduced. The empirical part consists of a proposed experiment to verify the objectives of the thesis, whether the selected devices can be applied to measure mental workload. Finally, the results are presented and the experiment is evaluated.</p>
KEY WORDS	<p>cognitive ergonomics, mental workload, stress, cognitive functions, galvanic skin response, heart rate, eye monitoring</p>

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	10
Seznam obrázků	11
Seznam tabulek	13
Úvod.....	14
1 Ergonomie	15
1.1 Historie ergonomie	15
1.2 Vybrané definice ergonomie	16
1.3 Základní oblasti ergonomie	16
1.4 Mechanocentrismus versus antropocentrismus	17
2 Psychická zátěž	19
2.1 Legislativa v České republice.....	20
2.1.1 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.	20
2.1.2 Vyhláška č. 432/2003 Sb.....	20
2.1.3 Technická norma ČSN EN ISO 10075	21
2.2 Měření psychické zátěže.....	22
2.3 Stres	23
2.4 Únava.....	24
3 Kognitivní funkce.....	26
3.1 Paměť.....	26
3.2 Pozornost	28
3.3 Představivost.....	29
3.4 Inteligence	30
3.5 Kreativita (tvořivost)	31
3.6 Speciální schopnosti	31
4 Struktura osobnosti.....	33
4.1 Temperament	33
4.2 Charakter a postoje	35
4.3 Motivace	35
5 Měřicí technika pro empirickou část.....	36
5.1 GSR logger sensor NUL-217	36
5.2 Zařízení pro měření tepové frekvence	40
5.3 Tobii Pro Glasses 3.....	41
6 Stanovení cílů pro praktickou část	46

7	Design experimentu.....	48
7.1	Popis experimentu	48
7.2	Datový portál Královéhradeckého kraje.....	50
7.3	Dataportál Jihomoravského kraje	51
7.4	Pilotní měření	52
8	Naměřená data a jejich vyhodnocení	53
8.1	Výsledky kvalitativní části	54
8.2	Charakteristika 1.....	57
8.2.1	Účastník 1.....	58
8.2.2	Účastník 2.....	60
8.2.3	Účastník 3.....	62
8.2.4	Účastník 4.....	64
8.2.5	Účastník 5.....	66
8.2.6	Shrnutí charakteristiky 1	68
8.3	Charakteristika 2.....	68
8.3.1	Účastník 1.....	69
8.3.2	Účastník 2.....	71
8.3.3	Účastník 3.....	73
8.3.4	Účastník 4.....	75
8.3.5	Shrnutí charakteristiky 2	77
8.4	Charakteristika 3.....	78
8.5	Celkové zhodnocení experimentu	79
	Závěr.....	80
	Seznam použitých zdrojů	81

Přehled použitých zkratk a symbolů

AVG	Průměrná hodnota (z anglického <i>average</i>)
BPM	Údery za minutu (z anglického <i>beats per minute</i>)
GSR	Galvanický odpor kůže (z anglického <i>galvanic skin response</i>)
HR	Srdeční frekvence (z anglického <i>heart rate</i>)
JMK	Jihomoravský kraj
KHK	Královéhradecký kraj
MAX	Maximální hodnota
MIN	Minimální hodnota
SMODCH	Směrodatná odchylka
TF	Tepová frekvence

Seznam obrázků

Obr. 1: Multidisciplinární koncepce ergonomie	17
Obr. 2: Systém člověk-technika-prostředí.....	18
Obr. 3: Závislost únavy na velikosti vynaložené síly a času trvání zátěže	25
Obr. 4: Ebbinghausova křivka zapomínání	28
Obr. 5: Pozornost.....	28
Obr. 6: Rozložení inteligence v populaci	31
Obr. 7: Struktura osobnosti	33
Obr. 8: Temperament	34
Obr. 9: Extroverze vs. introverze	34
Obr. 10: GSR logger sensor NUL-217.....	36
Obr. 11: Připravená sestava pro experiment	37
Obr. 12: Nastavení parametrů experimentu	38
Obr. 13: Nastavení parametrů pro trigger	39
Obr. 14: Ukázka NeuLog aplikace při běžícím experimentu.....	40
Obr. 15: Chytré hodinky M430 společnosti Polar.....	41
Obr. 16: Hrudní pás Polar H10.....	41
Obr. 17: Systémové komponenty	42
Obr. 18: Tobii Pro Glasses 3	42
Obr. 19: Záznamová jednotka	43
Obr. 20: Kalibrování brýlí.....	44
Obr. 21: Grafické rozhraní Tobii Pro Lab.....	45
Obr. 22: Úplnost vzorku pohledu.....	45
Obr. 23: Vztah pro výpočet Pearsonova koeficientu.....	46
Obr. 24: Vztah pro výpočet výběrové kovariance.....	46
Obr. 25: Rozepsaný vztah Pearsonova koeficientu	47
Obr. 26: Prostředí pro experiment.....	49
Obr. 27: Datový portál Královéhradeckého kraje	51
Obr. 28: Dataportál Jihomoravského kraje	52
Obr. 29: Přehlednost portálů	54
Obr. 30: Grafické zobrazení	54
Obr. 31: Pocit stresu	55
Obr. 32: Otázka komfortu	55
Obr. 33: Spánek.....	56

Obr. 34: Otázka konzumace alkoholu	56
Obr. 35: Kouření	57
Obr. 36: Konzumace kávy	57
Obr. 37: Výstup GSR 1	58
Obr. 38: Výstup HR 1	59
Obr. 39: Zobrazení trendu lineární závislosti 1	59
Obr. 40: Výstup GSR 2	60
Obr. 41: Výstup HR 2	61
Obr. 42: Zobrazení trendu lineární závislosti 2	61
Obr. 43: Výstup GSR 3	62
Obr. 44: Výstup HR 3	63
Obr. 45: Zobrazení trendu lineární závislosti 3	63
Obr. 46: Výstup GSR 4	64
Obr. 47: Výstup HR 4	65
Obr. 48: Zobrazení trendu lineární závislosti 4	65
Obr. 49: Výstup GSR 5	66
Obr. 50: Výstup HR 5	67
Obr. 51: Zobrazení trendu lineární závislosti 5	67
Obr. 52: Výstup GSR 6	69
Obr. 53: Výstup HR 6	70
Obr. 54: Zobrazení trendu lineární závislosti 6	70
Obr. 55: Výstup GSR 7	71
Obr. 56: Výstup HR 7	71
Obr. 57: Zobrazení trendu lineární závislosti 7	72
Obr. 58: Výstup GSR 8	73
Obr. 59: Výstup HR 8	74
Obr. 60: Zobrazení trendu lineární závislosti 8	74
Obr. 61: Výstup GSR 9	75
Obr. 62: Výstup HR 9	76
Obr. 63: Zobrazení trendu lineární závislosti 9	76
Obr. 64: Výstup GSR 10	78
Obr. 65: Výstup HR 10	78

Seznam tabulek

Tab. 1: Výpočet GSR ukazatelů 1	58
Tab. 2: Výpočet HR ukazatelů 1	59
Tab. 3: Výpočet GSR ukazatelů 2	60
Tab. 4: Výpočet HR ukazatelů 2	61
Tab. 5: Výpočet GSR ukazatelů 3	62
Tab. 6: Výpočet HR ukazatelů 3	63
Tab. 7: Výpočet GSR ukazatelů 4	64
Tab. 8: Výpočet HR ukazatelů 4	65
Tab. 9: Výpočet GSR ukazatelů 5	66
Tab. 10: Výpočet HR ukazatelů 5	67
Tab. 11: Celkový přehled ukazatelů charakteristiky 1	68
Tab. 12: Výpočet GSR ukazatelů 6	69
Tab. 13: Výpočet HR ukazatelů 6	70
Tab. 14: Výpočet GSR ukazatelů 7	71
Tab. 15: Výpočet HR ukazatelů 7	72
Tab. 16: Výpočet GSR ukazatelů 8	73
Tab. 17: Výpočet HR ukazatelů 8	74
Tab. 18: Výpočet GSR ukazatelů 9	75
Tab. 19: Výpočet HR ukazatelů 9	76
Tab. 20: Celkový přehled ukazatelů charakteristiky 2	77
Tab. 21: Výpočet GSR ukazatelů 10	78
Tab. 22: Výpočet HR ukazatelů 10	79

Úvod

I v současnosti ergonomie stále představuje vcelku mladou interdisciplinární vědu. V zásadě se jedná o aplikování principů antropocentrického přístupu, který je v obsahu diplomové práce blíže specifikován. Společnosti, které se vyskytují v tržním prostředí s vysokou konkurencí, především ve výrobním průmyslu, se stále více zajímají o ergonomii a usilují právě pomocí jejích poznatků o zajištění příjemného pracovního prostředí svým pracovníkům, a dosažení u nich tzv. pocitu pracovní pohody. To znamená, že zaměstnancům bude uzpůsobeno pracovní prostředí a navozeno dobré pracovní klima, nebudou přetěžováni z hlediska fyzické, ale zároveň ani psychické stránky. Pokud se tento proces zaměstnavatelům povede, mohou si tak zajistit vůči ostatním podnikatelským subjektům konkurenční výhodu, snížit díky spokojenosti zaměstnanců jejich fluktuaci, předejdou pracovní neschopnosti a absencím pracovníků, a v neposlední řadě se mohou v konečném důsledku vyhnout i potencionálnímu zapříčinění nemocí z povolání u zaměstnanců. Výkon pracovníků úzce souvisí s hladinou únavy, neboť pouze odpočínutý pracovník se vyznačuje vysokou produktivitou, provádí pracovní úkony efektivně a může podávat 100% výkony.

V dnešní moderní době charakteristické rapidním vývojem, zaváděním automatizace a moderních technologií, díky kterým dochází k postupnému přesunu náročných fyzických či monotónních aktivit na roboty a stroje, se lidé stále častěji budou dostávat do situací, které jsou náročné spíše než na fyzickou, tak na mentální stránku člověka. Hlavním důvodem je prudký technologický posun kupředu. Lze tvrdit, že už dnes se lidé prakticky na denní bázi setkávají s okamžiky, kdy musejí určitým způsobem interagovat s automatickými systémy nebo roboty. Příkladem může být nákup lístku přes automat ve veřejné dopravě nebo práce u počítače, bez kterého si 21. století nikdo asi nedokáže představit. Právě díky většímu rozšíření moderních technologií a digitalizace dochází k jejich stále větší interakci s lidmi. To představuje stěžejní důvod, proč kognitivní ergonomie, zabývající se hodnocením psychické zátěže, jednoznačně nabírá na důležitosti svého významu.

Měření kognitivní ergonomie není zdaleka tak probádané, což bylo stěžejním důvodem pro věnování této diplomové práce tématu „*Možné přístupy pro hodnocení kognitivní ergonomie*“.

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí – teoretické a empirické. V teoretické části je na základě uvedené literatury přiblížen koncept ergonomie. Její vývoj, vybrané definice a základní principy. Navazuje kapitola o psychické zátěži, která popisuje základní pojmy, vybranou legislativu v České republice a měření psychické zátěže. Čtenáři jsou následně přiblíženy kognitivní funkce a struktura osobnosti. Teoretická část je zakončena kapitolou věnující se popisu měřicí techniky použité v empirické části.

V úvodu empirické části jsou stanoveny cíle pro tuto část. V další kapitole je popsán design experimentu, který byl navržen pro ověření stanovených cílů. V poslední kapitole empirické části diplomové práce jsou prezentovány naměřené výsledky a jejich vyhodnocení. Kapitola je zakončena celkovým zhodnocením experimentu.

1 Ergonomie

Obor ergonomie je relativně mladý vědecký obor, který je součástí průmyslového inženýrství. S prvky ergonomie je však možné se setkat nejen v průmyslových odvětvích, ale také v dopravě (např. design interiéru osobních automobilů) a lékařství. Navrhování předmětů pro denní používání, nábytek, ale i sportovní pomůcky a výstroj v sobě rovněž obsahují aplikované poznatky ergonomie.

1.1 Historie ergonomie

První známky ergonomie zasahují již do pradávných dob. Tehdy ergonomie jako vědní obor vůbec neexistovala, avšak přirozené chování pračlověka vykazovalo její znaky. Z počátku se jednalo především o zahájení používání a primitivní úpravy nástrojů, kterými se pravěcí lidé snažili o zvýšení fyzických schopností, tedy ušetření a usměrnění vynaložené fyzické energie. Jako primitivní úpravy lze uvést kupříkladu zalamování klínů kvůli lepšímu ostří hran, snahu o provedení jednoduchého úchopu zbraní a nástrojů, nebo upravování jejich rozměrů a hmotnosti. Provedení úprav se odehrávalo na základě zkušeností a inteligence. [14]

Před vynalezením knihtisku ke konci 15. století, také nazývaným tisk z výšky, který fungoval na principu seskládání písmen do slov a vět upnutých do formy a následným tiskem, se veškeré spisy a knihy musely přepisovat ručně. Vynalezení elektřiny stanovilo další důležitý milník, protože se výrazně zredukovala požadovaná lidská energie potřebná pro dosažení výstupu a zvýšilo se množství a variabilita produkovaných výrobků. Během průmyslové revoluce začaly vznikat první továrny a v 18. století tak docházelo k počátkům centralizované výroby. Nastala zásadní změna, kdy si řemeslník přestává customizovat své pracovní nástroje a začaly se produkovat pro pracovní sílu identické nástroje a nářadí. Pracovní prostředí a stroje byly navrhovány bez ohledu na koncového uživatele – dělníka. Byly tím v zásadě porušovány základní principy ergonomie, jelikož vlastníci výrobních továren usilovali o maximalizaci výstupu a vytížení lidské kapacity. Nijak nebrali v zřetel limity kladení nároků na lidský faktor. V 19. století příchod obráběcích strojů otevřel možnost pro výrobu stovek až tisíců naprosto identických výrobků. Pokud určitý produkt měl být sestaven z několika základních komponent a tvořit systém se specifickou funkcí, vytvořil se potenciál pro výrobní linky. „Při velkých výrobních sériích se nutně dochází k univerzálnosti, což většinou zhoršuje ergonomický vztah člověk – technika.“ [17] První předchůdce dnešního počítače byl představen ve 40. letech 20. století, který disponoval rychlými a přesnými výpočty. [14]

Tento krátký popis historie technologií zdůrazňuje jejich narůstající komplexitu a výraznou změnu požadavků na člověka, neboť stroje jsou pouze natolik efektivní, jak je s nimi lidský faktor schopen pracovat a obsloužit je. Právě zde leží výzvy a příležitosti v interakci a rozhraní mezi člověkem a strojem, protože nastavení, ve kterém stroj pracuje, má značný dopad na výstup a vynaložené pracovní úsilí člověka.

Původ výrazu ergonomie vychází ze dvou řeckých slov „ergon“ (práce) a „nomos“ (zákon nebo pravidlo). Poprvé tento pojem použil v roce 1857 Wojciech Jastrzebowski v polských novinách. Ve Spojených státech amerických se jako slova se stejným významem objevovalo „human factors engineering“ nebo „human factors“. Hlavními záměry „human factors“ a ergonomie je navrhování, respektive design a analýza, pro které je nezbytné aplikovat systematický a interdisciplinární přístup. [15]

F. W. Taylor (1856-1915) usiloval o odhalení prostředků, jak docílit efektivnějších výstupů, jelikož byl přesvědčen, že nasazení dělníka v pracovním procesu je špatně zorganizované. Pomocí rozboru tehdejší situace na pracovišti a návrhu výhodnějšího způsobu práce, nalezení

dělníků, kteří budou schopni se nový způsob naučit a dodržovat ho, měření jejich výkonů a stanovení způsobů odměňování a motivace, se snažil o dosažení svého záměru. Byl považován za průkopníka vědeckého rozboru práce. [17]

1.2 Vybrané definice ergonomie

V literatuře se vyskytuje velké množství definic ergonomie, zde jsou uvedeny pouze některé vybrané příklady. Dle [9] definice ergonomie zní: „*Ergonomie se zabývá studiem vzájemných vztahů (interakcí) mezi lidmi a dalšími prvky systému. Ergonomie aplikuje teoretické poznatky, zásady, empirická data a metody pro navrhování zaměřené na optimalizaci pohody osob a celkovou výkonnost systému.*“

Mezinárodní ergonomická asociace (IEA) roku 2000 stanovila definici ergonomie následovně: „*Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory.*“ [3]

Prof. Lubor Chundela ergonomii vymezil jako: „*Ergonomie je interdisciplinární systémový vědní obor, který komplexně řeší činnost člověka i jeho vazby s technikou a prostředím, s cílem optimalizovat jeho psychofyzickou zátěž a zajistit rozvoj jeho osobnosti.*“ [17]

1.3 Základní oblasti ergonomie

Podle IEA [32] se ergonomie větví do tří základních oblastí:

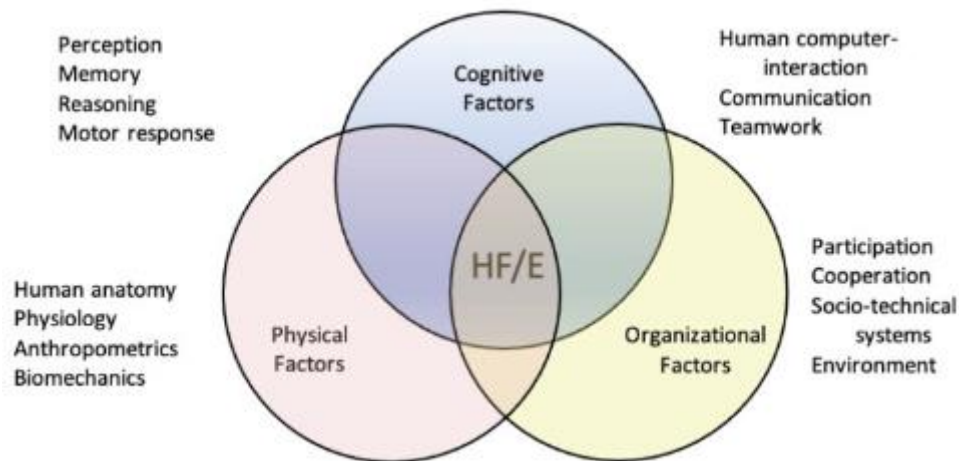
- a) fyzická ergonomie
- b) kognitivní (psychická) ergonomie
- c) organizační ergonomie

Fyzická ergonomie řeší, jakým způsobem pracovní prostředí ovlivňuje zaměstnance, a jaký dopad mají pracovní podmínky na jeho zdraví. Relevantními tématy, které patří do oblasti fyzické ergonomie, je fyzická bezpečnost a zdraví, problematika pracovních poloh (nepřírozené statické a dlouhotrvající konstantní polohy vsedě a vstoje) a uspořádání pracovního stanoviště, manipulace s břemeny (např. při ohýbání a rotaci trupu), opakující se pohyby. Tyto představují rizikové faktory, které nejčastěji zapříčiňují muskuloskeletální poruchy související s fyzickou aktivitou. Mezi muskuloskeletální poruchy se zařazují poškození či onemocnění kloubů a jiných tkání. Kritickými částmi těla trpící na zmíněné poruchy jsou záda, krk, ramena a horní končetiny (méně často dolní končetiny). Aplikují se zde poznatky z fyziologie, biomechaniky, antropometrie, anatomie apod. [12]

V kognitivní větvi ergonomie představují klíčový faktor mentální (duševní) procesy. Mezi mentální procesy se řadí např. percepce, paměť a přemýšlení. Zkoumaná témata se týkají především psychické zátěže, stresu na pracovišti, vzájemného působení mezi prvky systému a člověkem, rozhodovacích procesů, schopností a výkonu pracovníků.

Organizační ergonomie se zaměřuje na zdokonalování sociotechnických systémů, strategií a postupů, nevyjímaje ani organizační struktury. Do této oblasti se tak řadí komunikace na pracovišti, vytváření vyhovujících pracovních dob včetně pauz k odpočinku, stanovení prací na směny, týmová spolupráce a navození obecně příjemného pracovního klimatu. [13]

Ačkoli se člověk může domnívat, že odborníci na ergonomii nacházejí své uplatnění pouze v průmyslově zaměřených odvětvích, opak je pravdou, protože ergonomie není definovaná pouze pro úzce specifikovanou oblast. Naopak je řeč o multidisciplinární vědě, která čerpá teoretické i praktické poznatky a informace z rozsáhlého horizontu odlišných oborů, kde je také aplikuje. Zohledňuje relevantní faktory jako komplexní soubor a optimalizuje interakce mezi člověkem a nástroji, technologiemi, prostředím a ostatními lidmi (viz Obr. 1).



Obr. 1: Multidisciplinární koncepce ergonomie [32]

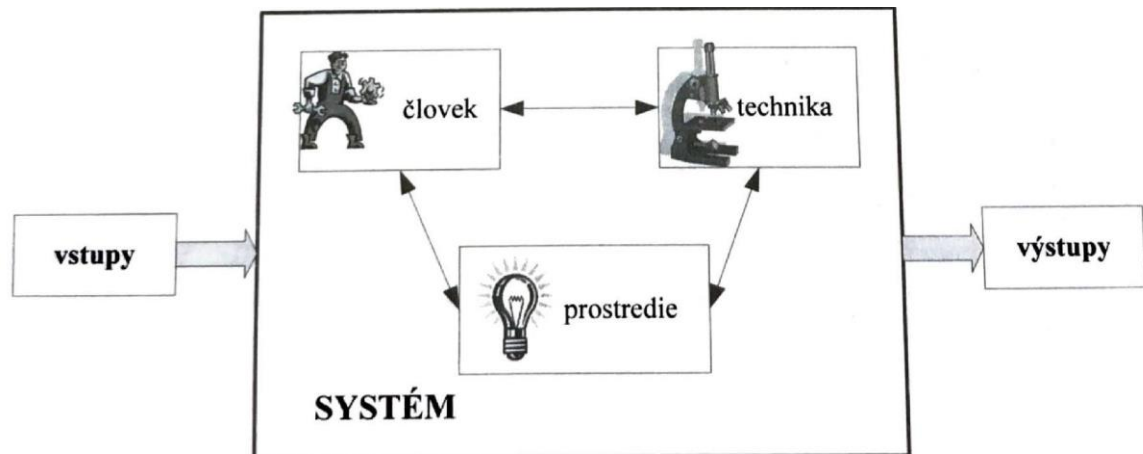
Tato diplomová práce je zaměřena prioritně na druhou kategorii – oblast kognitivní ergonomie.

1.4 Mechanocentrismus versus antropocentrismus

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.1, kontinuální rozvoj techniky a technologií s sebou přináší nové výzvy. Personál tak musí čelit zcela novým nárokům, které je zapotřebí znát, být proti nim rezistentní, ve smyslu schopnosti jejich ovládnutí a aplikace správných odezev na ně při obsluhu těchto zařízení. Mezi těmito požadavky, které nové stroje kladou na jejich obsluhu, a hranicemi možností a dovedností obsluhujících pracovníků tak může vznikat jistá nerovnováha. Jako následek mezi nevyrovnaností požadavků strojů, kvalifikací a schopnostmi pracovního personálu může být přetěžování zaměstnanců, což se projevuje nemocemi z povolání, únavou, vyšší zmetkovitostí, stresem, chybami ve výrobě nebo může vést až k poruše systému a s ní někdy spojené i způsobení zdravotní újmy člověka. [17]

Popis v předchozím odstavci v sobě obsahuje charakteristiky mechanocentrického přístupu, který se od antropocentrického zásadně liší, a v ergonomii je nezbytné si tento podstatný rozdíl vydefinovat. Mechanocentrický přístup byl typický právě při nástupu hromadné výroby, kdy nebyly nijak zohledňovány limity pracovní síly, co se týče antropologických rozměrů pracovníků, jejich fyzických možností, schopností, dovedností, ani mentální kapacity. Na člověka bylo nahlíženo jako na pružný článek, který se měl adaptovat a podřídit výkonnosti strojního zařízení. Dnešní ergonomie naopak usiluje o aplikaci poznatků a docílení filozofie tzv. antropocentrického přístupu, který se ve srovnání s mechanocentrickým snaží naopak o přizpůsobování pracovního prostředí, pracoviště, techniky a náradí, člověku. Již ve fázi navrhování se antropocentrismus pokouší zohlednit a vzít v potaz lidské vlastnosti, parametry, možnosti a schopnosti, obecně řečeno limity a omezení lidské bytosti, aby ve vazbách systému člověk-technika-prostředí (viz Obr. 2) byla určitá vyváženost a byly ve vzájemném souladu. Jinými slovy by mělo být pro pracovníka vytvořeno takové pracovní klima, ve kterém se bude cítit příjemně, bude pro něj bezpečné, co nejvíce hospodárné pro jeho zdraví a technika snadno obsluhovatelná. V systému člověk-

technika-prostředí právě člověk ztělesňuje nejslabší článek této trojice, a proto by měly být vzaty v úvahu jeho jak fyzické, tak i psychické hranice. Fyzická, společně s psychickou stránkou pracovníků, bývá označována také jako pracovní pohoda. Pracovní pohoda a předcházení negativním dopadům na zdravotní stav a nemocím z povolání, představuje jádro dnešní ergonomie, která zohledňuje lidský organismus po všech jeho stránkách. S postupným vývojem a přenášením aktivit vyžadujících energii a fyzickou sílu z člověka na stroj je zřejmé, že místo fyzických aktivit nabývá na důležitosti stránka psychická. Rovněž význam prostředí má růstovou tendenci, neboť funkce jedince se stávají obtížnějšími a stroje potřebují pro svou aktivitu úzce stanovené podmínky. [17]



Obr. 2: Systém člověk-technika-prostředí [25]

V dnešní době, v průmyslové sféře, a především ve výrobních závodech, nastává uvědomování si, že ergonomie nepředstavuje pouze další paragrafy, kterými by se měly závody řídit a zabývat kvůli vyhovění předepsaným normám a standardům. Naopak patřičně nastavené pracovní podmínky, ve kterých se zaměstnanci budou cítit příjemně a budou se jim dobře vykonávat jejich pracovní aktivity, mohou podnikům zajistit konkurenční výhodu, která se může odrážet např. ve snižování fluktuace pracovních sil a absence v rámci směn, produkci menšího množství zmetků a minimálním množstvím reklamací. Tohle všechno reprezentuje cestu k efektivnějším výstupům, neboť pouze odpočinutý pracovník může podávat 100% výkony.

2 Psychická zátěž

Psychická zátěž je vymezována jako souhrn veškerých pracovních vlivů, pracovních podmínek a podnětů z vnějšího prostředí, které působí na zaměstnancovu psychiku a organismus. Představují tak pro něj zdroj zvýšeného psychického napětí. Práce by měla být takového charakteru, který stimuluje pracovníkův zájem a snahu o vyřešení nastávajících úkolů, stejně tak jako motivující a podporující jeho osobnostní rozvoj. Každý jedinec má vlastní predispozice a strategie pro zvládnutí úkolu a překonání zátěže (blíže rozebráno v kapitole 4). Proto může úkol obdobného typu u jednoho vyvolat motivaci pro splnění a u druhého naopak stresovou situaci. Jako následek nepřiměřených požadavků kladených na pracovníka, se u něj mohou projevovat krátkodobé problémy jako únava a stres. Nicméně pokud nepřiměřené nároky, kterým zaměstnanec musí čelit, přetrvávají delší časovou periodu, mohou zapříčinit závažnější onemocnění psychického, ale i psychosomatického¹ charakteru. [36]

Za příklady zdrojů vzniku psychické zátěže mohou podle prof. Chundely [17] být uvedeny:

- nadměrné (nebo naopak nedostatečné) množství informací,
- monotónnost (více přiblíženo v podkapitole 2.1.1),
- změny informace – náhlé změny pozorovaných impulsů,
- nevhodné prostředí – špatné vztahy na pracovišti s ostatními spolupracovníky, které mohou vyústit v konflikty, nedostatečné osvětlení na pracovním místě, příliš vysoká/nízká teplota na pracovišti atp.,
- časový nátlak – nemožnost ovlivnění průběhu procesu, málo zbývajících času pro dokončení úkolu (obzvláště zásadní v mimořádných situacích vyžadujících okamžité racionální uvažování – havárie, poruchy systému),
- vysoká zodpovědnost – nesení zodpovědnosti za lidské životy, příp. hodnotné hmotné statky,
- složité vyhodnocování a rozhodování.

S psychickou zátěží, ať už ve větší nebo menší míře, se potýkají všichni zaměstnanci. Trvá jak po dobu soustředění se a vykonávání specifického pracovního úkolu, tak i po jeho dokončení ve formě pocitu zodpovědnosti. Stejně tak jako fyzická, tak i psychická složka je neoddelitelnou součástí zatížení. Stoupající stránka důležitosti psychické zátěže v poslední době souvisí především s technologickým a průmyslovým rozvojem, vývojem informačních technologií, se změnou životního stylu populace, společensko-politickými změnami, zrychlením životního tempa, nezaměstnaností, špatným časovým plánováním a nesprávnou organizací práce. [25]

Následkem nepřiměřené dlouhotrvající psychické zátěže může být syndrom vyhoření, se kterým se lze setkat v povoláních, jako jsou manažeři, lékaři, právníci a kantoři. Obecně řečeno taková povolání, se kterými jsou spojené vyšší nároky na nezbytné rozhodování a přebírání zodpovědnosti za lidské životy, a nebo takové úkony, jejichž důsledky mohou mít značné ekonomické nebo etické dopady. Charakteristikami popisující tento syndrom jsou emocionální vyčerpání, psychická únava, poruchy spánku a zažívání, ztráta tělesné hmotnosti, nechut, resp. odpor k práci i ostatním činnostem, snížení produktivity a pracovní výkonnosti, ztráta entuziasmu, kontinuální nespokojenost a pocit zklamání. Syndrom vyhoření se dostavuje postupně s vývojem času. [19]

¹ Psychosomatika se zabývá vzájemnou vazbou těla a duše, především jaký dopad mají fyzická onemocnění na psychiku a jak psychické procesy ovlivňují tělesný stav. [23]

2.1 Legislativa v České republice

V roce 1717 vydal italský profesor medicíny Bernardino Ramazzini knihu s názvem „The Diseases of Workers“, ve které popisuje spojitosti mezi pracovními riziky a druhy vykonávaných prací. Byl přesvědčen, že syndrom z opakovaného přetížení je způsoben opakujícími se pohyby rukou a omezeným držením těla za podpory nadměrné psychické zátěže. [15]

2.1.1 Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Toto nařízení stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci, včetně prací s psychickou zátěží. Za takové práce se považují ty, ve kterých se objevuje monotonie, jsou ve vnučeném pracovním tempu, v třísměnném nebo nepřetržitém pracovním režimu nebo vykonávané pouze v noční době. Monotónní práce nařízení vlády definuje jako práce, pro které je typické „[...] opakování stejných pohybových nebo úkolových úkonů s omezenou možností zásahu zaměstnance do jejich průběhu.“ Monotonie se tímto dále rozčleňuje na pohybovou a úkolovou. V pohybové se jedná o činnost s jednoduchými pohybovými manuálními úkony stejného typu (jako příklad lze uvést jednoduché montážní práce – hromadná nebo sériová výroba) a úkolová monotonie spočívá v plnění malého množství úkolů s nízkou variabilitou (snadné administrativní úkoly). Vnučené pracovní tempo je specifikováno jako nutnost podřízení pracovníka rytmu stroje nebo jiného zaměstnance, a nemůže si tak tempo práce volit sám (např. ve výrobních závodech práce u dopravníku nebo pásu). Při hodnocení zdravotního rizika psychické zátěže se usiluje o odhalení zdroje, proč vznikla, a zkoumají se ostatní faktory a podněty vedoucí k tomuto vzniku. Protiopatřeními pro ochranu zdraví aplikovanými v praxi, by tak měly být pěti- až desetiminutové bezpečnostní přestávky přerušující monotónní činnosti a práce ve vnučeném pracovním tempu, po každých dvou hodinách od zahájení výkonu práce, nebo by mělo docházet ke střídání činností nebo pracovníků. [20]

Práce se zrakovou zátěží je specifikována jako nepřetržitá práce s požadavkem na rozlišení detailů, prováděná za zvláštních světelných podmínek, spojená se sledováním monitorů, s používáním zvětšovacích přístrojů nebo zobrazovacích jednotek, nebo spojená s neodstranitelným oslnováním. Při pracích s náročností na rozlišení detailů je vidění pracovníka ztíženo velikostí nebo tvarem detailu, jeho pohybem, nebo jasovým, případně barevným kontrastem v místě zrakového úkolu. Zvláštními světelnými podmínkami je myšleno neodstranitelné kolísání jasu v místě zrakového úkolu nebo práce prováděná při určité barvě osvětlení. Zobrazovacími jednotkami se rozumí práce na soustavě zařízení, které obsahuje klávesnici, zobrazovací jednotku, software nebo jiné vstupní zařízení. Opatření pro ochranu zdraví při pracích se zrakovou zátěží je obdobné jako u prací se zátěží psychickou. [20]

2.1.2 Vyhláška č. 432/2003 Sb.

Tato vyhláška stanovuje podmínky pro zařazování prací do kategorií. „Zařazení práce do kategorie vyjadřuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže faktory rozhodujícími ze zdravotního hlediska o kvalitě pracovních podmínek.“ [35] Zohledňuje se i vzájemné ovlivňování účinků jednotlivých faktorů, pokud je podloženo známými současnými vědeckými poznatky. Těmito faktory mohou být např. psychická a zraková zátěž, prach, vibrace, hluk, chemické látky, nesprávné klimatické podmínky (zátěž teplem a chladem) a fyzická zátěž. Kritéria, včetně faktorů a limit, specifikující, do které kategorie se práce bude zařazovat, upravuje příloha č. 1 popisované vyhlášky.

Do 1. kategorie se zařazují takové práce, u kterých je nepravděpodobný negativní dopad na lidské zdraví. 2. kategorie obsahuje práce, kdy při jejich vykonávání lze předpokládat negativní dopad na zdraví pouze výjimečně, především u vnímavých jedinců. Práce ve 2. kategorii obecně nepřekračují hygienické limity. Ve 3. kategorii se vyskytují práce, jejichž vykonávání přesahuje hygienické limity, je u nich pozorovatelný výskyt opakujících se nemocí z povolání nebo statisticky značně vyšší počet nemocí, které patrně vznikly následkem vykonávání určitého druhu práce. Pro zajištění ochrany zdraví pracovníků provádějících práce 3. kategorie je nutná aplikace ochranných a organizačních opatření a používání osobních bezpečnostních pracovních prostředků. Za práce 4. kategorie se považují práce, při kterých hrozí vysoké riziko ohrožení zdraví, které není možné úplně vyloučit ani při aplikování dostupných bezpečnostních opatření. [35]

Příloha č. 1 vyhlášky č. 432/2003 Sb. [35] vymezuje kategorie prací faktoru psychická zátěž následovně:

- *„Do druhé kategorie se zařazuje práce vykonávaná po dobu delší než 4 hodiny za směnu*
 - a) *ve vnuceném pracovním tempu,*
 - b) *spojená s monotonií, nebo*
 - c) *vykonávaná v třísměnném a nepřetržitém pracovním režimu.*
- *Do třetí kategorie se zařazuje práce vykonávaná po dobu delší než 4 hodiny za směnu,*
 - a) *při níž je osoba zároveň souběžně exponována všem faktorům uvedeným v písmenech a) až c) pro druhou kategorii, nebo*
 - b) *pouze v noční době.“*

Příloha č. 1 vyhlášky č. 432/2003 Sb. [35] vymezuje kategorie prací faktoru zraková zátěž následovně:

- *„Do druhé kategorie se zařazuje práce vykonávaná po dobu delší než 4 hodiny za směnu*
 - a) *se zařízeními určenými k nepřetržitému monitorování činnosti strojů nebo zařízení, nebo kontrole výroby nebo výrobků prostřednictvím obrazovkových terminálů,*
 - b) *spojená s náročností na rozlišení detailů, kdy je nutno rozlišit části pozorovaného předmětu, aby byl správně identifikován, nebo je nutno rozlišit pozorovaný předmět od pozadí, nebo*
 - c) *vykonávaná za zvláštních světelných podmínek, kdy pracovní postup vyžaduje zvláštní druh osvětlení z důvodu technické požadavku, nebo jde o práci vykonávanou jen při umělém nebo sdruženém osvětlení, při níž se rozlišují barvy, odstíny nebo detaily.*
- *Do třetí kategorie se zařazuje práce vykonávaná po dobu delší než 4 hodiny za směnu,*
 - a) *při níž je osoba zároveň souběžně exponována alespoň dvěma faktorům uvedeným v kategorii druhé,*
 - b) *spojená s technicky neodstranitelným oslňováním, nebo*
 - c) *kteřou lze vykonávat jen pomocí zvětšovacího přístroje.“*

2.1.3 Technická norma ČSN EN ISO 10075

Tato technická norma obsahuje ergonomické zásady týkající se duševní práce. Je rozdělena do 3 částí, a to 10075-1, 10075-2 a 10075-3.

ČSN EN ISO 10075-1 v sobě zahrnuje termíny a definice. Psychický stres definuje jako soubor veškerých externích vlivů působících na člověka a ovlivňujících jeho psychiku. Psychická zátěž je formulována jako okamžitý účinek psychického stresu na jedince ve vazbě k jeho aktuálnímu stavu jako např. věk, pohlaví, únava, strategie pro zvládnání stresu nebo nálada. Dle [6] mohou účinky být pozitivní nebo negativní. Krátkodobé důsledky mentální zátěže mohou vést k pozitivním účinkům, jako je učení. Mezi negativní dopady krátkodobé psychické zátěže se zařazuje únava nebo stavy jí podobné (monotonie, snížená bdělost). K dlouhodobým pozitivním dopadům mentální zátěže patří rozvoj kompetencí, naproti tomu dlouhodobý negativní následek působením na mentální stránku člověka může vygradovat až k syndromu vyhoření. Situace a okolní vlivy mohou u jednoho člověka zapříčinit syndrom vyhoření a u druhého nikoliv. Vše záleží na individuálních predispozicích. Situace, ve kterých se vyhne veškerým negativním důsledkům, a naopak bude dosaženo jen důsledků pozitivních, se považují za optimální úroveň mentálního stresu. [6]

ČSN EN ISO 10075-2 se týká zásad projektování. „*Aby se zabránilo nepříznivým účinkům návrhu pracovního systému na uživatele, je nutno pracovní systém přizpůsobit uživateli.*“ [7] Kvalitního projektu, který bude orientován na uživatele a bude splňovat jeho očekávání, se dosáhne při participaci kompetentních lidí, včetně budoucího uživatele systému. Ať už se jedná o zcela nový projekt, příp. o rekonstrukci stávajícího systému, měly by se zohlednit poznatky a návrhy uživatele, který má s interakcí se systémem zkušenosti. Přítomnost takové osoby je významná již na začátku při specifikaci funkcí systému. Práce je tvořena dílčími úkoly, které mohou být vykonány specifickým technickým zařízením, v jistém pracovním prostředí a organizační struktuře. Tyto jednotlivé složky tak nabízí příležitost pro ovlivnění projektování systému v souvislosti s mentální pracovní zátěží. 2. část normy také poskytuje jistá doporučení z hlediska únavy, monotonie, snížené bdělosti a mentálního přesycení. [7]

3. část popisované normy obsahuje informace pro měření a hodnocení mentální zátěže. Specifikuje požadavky na postupy měření různých hledisek mentální pracovní zátěže, ale nestanovuje, které postupy se mají používat. „*Mentální pracovní zátěž není jednotný a jednorozměrný pojem, proto ani hodnocení a měření mentální pracovní zátěže nemůže být jednotný proces.*“ [8] Ve 3. části normy se vyskytuje trojrozměrný model hodnocení pracovní zátěže zohledňující:

- „*různé aspekty mentální pracovní zátěže, například psychický stres, psychickou zátěž, psychickou únavu atd.,*
- *různé techniky měření, například analýzu úkolů, hodnocení výkonů, subjektivní posuzování nebo psychologické měření a*
- *různé stupně shodnosti, například měření na orientační, prověřovací nebo přesné úrovni měření.*“ [8]

Dle [8] lze pro hodnocení mentální pracovní zátěže aplikovat různé metody, ze kterých jsou pro vybrané oblasti měření některé vhodnější než ostatní. Zmíněné je fyziologické měření, subjektivní měření (subjektivní hodnocení zaměstnanců různých aspektů na pracovištích), hodnocení výkonnosti nebo analýza práce a úkolů. 3. část normy poskytuje požadavky na postup a na dokumentaci.

2.2 Měření psychické zátěže

Snaha o zmírnění či eliminaci důsledků psychické zátěže může být v řadě situací vskutku nesnadná a je zapotřebí specifických zásahů do systému. Jindy naopak aplikace bezpečnostních opatření může být podstatně snazší. Někdy postačí změna osvětlení na pracovním místě, nasazení většího množství či rotace pracovníků, zvětšení sdělovačů nebo zastření nepodstatných sdělovačů a informačních tabulí.

Podle prof. Chundely [17] se metody pro měření psychické zátěže dělí do 3 základních skupin:

- metody přímého měření,
- nepřímého měření,
- speciální metody.

Mezi metody přímého měření se řadí měření velikosti informační zátěže. Tím se myslí množství informací, které pracovník musí přijmout a zpracovat. Počet učiněných rozhodnutí na základě množství zpracovaných informací, lze zařazovat mezi míru psychické zátěže tehdy, pokud je možné jejich počet a kvalitu určit. Další možností je trvání pozornosti, kdy pracovník musí být plně soustředěn na jistý pracovní úkon nebo aktivitu, která je vyjadřována v procentech vztažených k celkové délce směny, nebo absolutně v časových jednotkách (sekundy, hodiny). [17]

Za speciální metodu se považuje průzkumová metoda, která spočívá ve zjišťování subjektivních pocitů pracovníků ve formě ústní (pak se jedná o řízení rozhovor) nebo písemnou v podobě dotazníku. Dotazy pokládané účastníkům průzkumu se týkají pracovní úrovně únavy, negativních příznaků, stresu, zátěže, zda se u nich vyskytuje nechuť k práci atp. V dotazníku označují z nabídnutých pro ně vystihující odpověď, příp. mohou vyznačovat svoji odpověď na stupnici.

Dále existují sumární metody, mezi které patří profesiografie, což je popis psychické zátěže, která vzniká u zaměstnance interakcí se systémem. Druhou sumární metodou je metoda odhadu, založena na zkušenosti, kdy se buď provádí subjektivní analogický odhad nebo expertizní hodnocení úrovně psychické zátěže.

Další speciální metodou je druhotná zátěž, jejíž podstatou je, že se pracovníkovi vedle základní práce přiřadí druhotná úloha, čímž se osoba provádějící měření snaží o zjištění pracovníkovy volné kapacity centrální nervové soustavy. Čím je volná kapacita větší, tím je základní úloha méně náročná na psychiku. Platí mezi nimi tedy úměrná proporce. Druhotný úkon se musí vybrat s rozumem, neboť by neměl rušit primární práci zaměstnance. Příkladem výběru druhotných prací mohou být paměťové úkoly, reakční doba nebo sčítací testy.

Poslední speciální metody se nazývají analytické, kdy se provádí rozbor statistických výkazů a dokumentů, ve kterých se zjišťuje počet výskytu úrazů, nehod nebo vadných výrobků (zmetků) v souvislosti s psychickou zátěží a únavou. [17]

Nepřímé metody se zaměřují na reakci organismu při působení psychické zátěže. Při analyzování důsledků psychické zátěže se zaměřují zejména na změnu fyziologických funkcí. Přitom je nezbytné neustále myslet na to, že některé fyziologické funkce souvisí s fyzickou zátěží, která jejich změnu může podstatně ovlivňovat. Zkoumají se např. změny tepové frekvence, změny dechové frekvence a objemu vzduchu, měření zrakové únavy, měření adrenalinu, jehož hladina v těle se při zátěži zvyšuje, adaptace očí na tmou, pocení (jinými slovy změny kožního odporu), změny krevního tlaku nebo měření reakční doby mezi impulsem a odezvou. [17] Empirická část této diplomové práce je věnována měření psychické zátěže pomocí vybraných nepřímých metod.

2.3 Stres

Stres, se kterým se pracovníci setkávají každý den při práci se označuje pracovním stresem. Vzniká jako následek nepřiměřené pracovní zátěže, tudíž se jedná o disproporci mezi výkonovou kapacitou zaměstnance a na něj kladenými nároky během provádění pracovního úkolu. Jedná se o odezvu organismu na působící stresory, které jsou stimuly vzbuzujícími

stres. Stres se může podepsat na vícero stránkách lidského organismu. Odráží se na prožívání jedince, kdy vyvolává negativní psychické stavy jako obavu, strach nebo ohrožení. Rovněž se může projevit na motorice např. zvětšenou svalovou aktivitou nebo poruchami pohybové koordinace. Ovlivnit může i kognitivní funkce, že zapříčiní změny v myšlenkových procesech, změny v rozhodování, či horší přizpůsobování se okolnímu prostředí.

Ve fyziologických funkcích pak jde o změnu dechové a tepové frekvence, pocení, oslabení imunitního systému, poruchy spánku. K pocitu stresu dochází až v moment přesáhnutí zátěžové hranice a psychické kapacity jedince, které jsou u každého nastavené jinak. Lze tak tvrdit, že jde o způsobnost stres přijmout a vhodně na stresory reagovat. Při události vyvolávající okamžitý stres, tedy např. při požáru jde o schopnost rozumně uvažovat, provést správné následující kroky a rozhodnutí a překonat emocionální napětí. [13]

Je možné se setkat s několika aktivitami a metodami, které napomáhají být vůči stresu více rezistentní, jako např. jóga, dechová cvičení nebo meditace.

2.4 Únava

Podniky se mohou snažit o sledování výkonnosti pracovních sil během průběhu směny. Z analýz je patrné, že výkon není konstantní, nýbrž kolísá v průběhu směny. Existuje celá řada okolností, které na kolísání mají vliv (např. špatná organizace práce, vztahy na pracovišti, denní rytmus, ale i problémy vycházející mimo pracovní prostředí, jako je rozvod nebo problémy v rodině). Nicméně zásadní vliv má únava, která představuje odstranitelné snížení pracovní schopnosti člověka způsobené dlouhotrvající nebo intenzivní prací. Rozlišuje se svalová únava, neuropsychická únava (monotonie, vnucené pracovní tempo atp.), duševní (nároky na paměť, rozhodování) nebo emocionální (břemeno zodpovědnosti). Ze zásady vzniká přetížením organismu. [17]

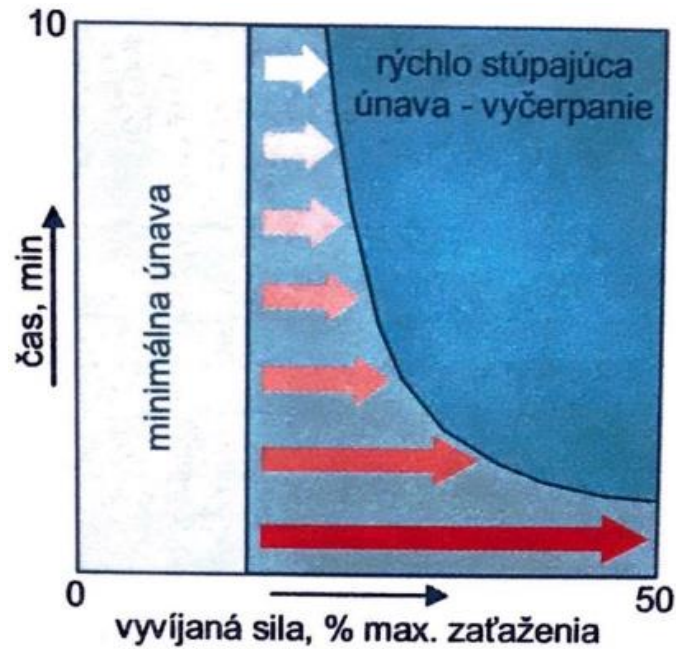
Je nutné si vydefinovat i pocit únavy, který se od únavy liší a nemusí vždy odpovídat skutečnému stavu. Významnou roli zde hraje vůle a motivace, neboť pokud člověk postrádá motivaci a pociťuje odpor k práci, pocit únavy se může dostavit příliš brzy. Naopak při „zápalu“ pro pracovní úkon, dostatečné motivaci nebo soupeření si člověk nemusí vzrůstající únavu připouštět. Únava se eliminuje patřičnými přestávkami, vhodným uspořádáním pracoviště (navržení pracoviště vyhovujícím antropometrickým rozměrům člověka), zaškolením a jasným zácvikem, optimalizací pracovního prostředí (dobré osvětlení, omezení hluku a vibrací, dostatečné větrání). Mezi dva typy únavy se řadí únava normální, kdy stav únavy brzy odezní (po krátkém odpočinku – přestávka, spánek), a únava patologická, která se v člověku kumuluje, neodeznívá v krátké časové periodě a postupem času vede až do úplného vyčerpání. [17]

Podobně jako u stresu, u unaveného člověka se mohou vyskytovat subjektivní projevy únavy jako snížení pozornosti nebo aktivity, nechuť k práci, podrážděnost a ospalost. Zmíněné projevy mohou zapříčinit prodloužení doby trvání operace, pracovník si prodlužuje normované přestávky² nebo si vytváří mikropauzy³. Potenciálními faktory pro vznik únavy představuje z pohledu ergonomie špatně navržené pracovní místo (prostorové uspořádání, dostupnost potřebného náčiní), špatné organizační postupy (nedostatek přestávek, jednostranné zatížení, monotónnost, vysoká intenzita práce) a vlivy pracovního prostředí (velký hluk, špatné osvětlení atd.). Unavený člověk není schopný podávat 100% výkon, a tudíž u něj hrozí zvýšené riziko úrazu nebo zavinění havárie. [25]

² Délka normovaných přestávek je stanovena předpisy a vyskytují se zejména u náročných prací (nepříznivé podmínky, fyzické zatížení).

³ Pracovník si je vytváří sám pro krátký oddech v rámci sekund.

Únava je funkcí doby trvání a intenzity pracovní činnosti, a tak čím je pracovní činnost intenzivnější a déle trvající, tím rychleji se dostaví únava (viz Obr. 3). Relevantním pojmem je hranice trvalého výkonu, pod kterou nedochází ke zjevnému snížení pracovní aktivity. Na úrovni hranice platí vyrovnanost mezi možnostmi člověka plnit pracovní úkol ve stanoveném čase a náročností úkolu. [17]



Obr. 3: Závislost únavy na velikosti vynaložené síly a času trvání zátěže [25]

3 Kognitivní funkce

Kognitivní funkce, označované také jako poznávací, představují jednu z hlavních složek lidské psychiky. Centra těchto funkcí se nacházejí v různých částech mozku. Pomocí nich je člověk schopný se vypořádat nejen s každodenními, ale i nevšedními úkoly a problémy, vnímá okolní prostředí, reaguje a jedná. Díky myšlenkovým procesům je jedinec schopný se naučit novým věcem a poznávat doposud neznámé objekty, adaptovat se měnícím se podmínkám okolního prostředí a pamatovat si různorodé události. Kognitivní funkce jsou navzájem úzce spjaty, nemohly by tudíž bez sebe fungovat, a tvoří tak komplexní poznávací soubor. Přestože jejich rozdělení není vždy úplně jasné, rozlišují se následující kognitivní funkce. [4]

3.1 Paměť

„Paměť je schopnost přijmout, uchovat a vybavit to, co se událo v minulé zkušenosti.“ [17]

„Paměť je nejčastěji chápána jako proces, který se skládá ze tří základních fází: vštípení (zapamatování), uchování (retence) a vybavení nebo znovupoznání (reprodukce).“ [18]

Během 1. fáze se vytvářejí v mozkové kůře paměťové stopy v důsledku působících motivů a přiřazování nových informací k nabytým znalostem. Podle dosavadních znalostí jde o složité fyziologické změny v neuronech (nervových buňkách). 2. fáze trvá od momentu zapamatování až po vybavení si poznatku. Během uchování dochází také naprosto přirozeně k zapomínání, především ihned po 1. fázi (viz Obr. 4). V poslední fázi dochází k reaktivaci prožitku z minulosti, která může proběhnout úmyslně nebo neúmyslně, podle nahodile působícího vnějšího stimulu. [18]

Paměť se rozděluje na krátkodobou (operativní) a dlouhodobou podle délky zapamatování. Informace uchované v krátkodobé paměti jsou dostupné pouze po určitou dobu, např. při zapamatování si čísla mobilního telefonu a jeho vytočení. Kapacita krátkodobé paměti se dá vyjádřit pomocí číslic 7 ± 2 , které se týkají něčeho jednoduchého, např. zapamatování si číslice, nebo komplikovanějšího, např. slova. Pokud seskládáme řadu 20 číslic, které je možné rozdělit do 7 dílčích položek, je jedinec schopen si řadu rozhodně jednodušeji zapamatovat a vzápětí ihned odříkat. Bez toho rozčlenění je zopakování téměř nerealizovatelné. Pro pochopení je uvedena řada 21 číslic v pořadí: 202002000200002000200. Většina populace si bez jejího rozčlenění do menších celků není schopna řadu zapamatovat. Pokud se ale řada rozdělí na části jako 20, 200, 2000, 20000, 2000 a 200, pak se patrně snadněji uchová v krátkodobé paměti a povede k úspěšnému zopakování řady jako 6 položek. Naproti tomu záznamy zakotvené v dlouhodobé paměti je jedinec schopen uchovat dlouhou řadu let, snad i navěky, a vybavit si je kdykoliv. Uchovávají se v ní informace nezbytné k fungování v každodenním životě, jakou jsou jména osob v našem prostředí, na kterých místech jsou uloženy potřebné objekty atd. Dodnes nebyla vymyšlena metoda, kterou by se dala zjistit kapacita dlouhodobé paměti. Člověk obdařený neobyčejnými paměťovými schopnostmi se nazývá mnemonik, který je schopný pomocí zvláštní metody si zapamatovat nesmírné množství položek. [29]

Rozdělení podle receptoru, jak je informace vnímána se paměť člení na zrakovou, sluchovou, pohybovou a smíšenou. [17]

Díky smyslovým orgánům se vytváří soustava podmíněných reflexů, která se nazývá 1. signální soustava a reaguje na fyzikální a chemické stimuly. 2. signální soustava je chápána jako odezva na čtené, vyslovené nebo psané slovo. Řeč a schopnost generalizace (zobecnování) byly podstatou pro vývoj abstraktního myšlení. Tyto 2 soustavy jsou navzájem

úzce provázané a dohromady vytvářejí lidskou psychiku. [2] Na základě 1. a 2. signální soustavy se paměť rozděluje na:

- názorně obraznou, např. rozpoznávání tváří, objektů, zvuků,
- slovně abstraktní, kam se zařazují čísla a vzorce,
- smíšenou. [17]

Dle prof. Chundely [17] je pro zapamatování nezbytných několik předpokladů týkajících se vnímané informace a to:

- její porozumění
- chápání smyslu informace
- uvědomění si vazeb
- vytvoření podmínek
- soustředění se.

Výrazný vliv na zapamatování mají i minulé zkušenosti. Jejich vliv může být pozitivní, kdy se nové poznatky dávají do souvislostí s poznatky již nabytými, nebo negativní, které naopak ruší proces učení se novým věcem. Dále pak osobité pamětní vlastnosti a myšlení, motivace a současný psychický a tělesný stav. [18]

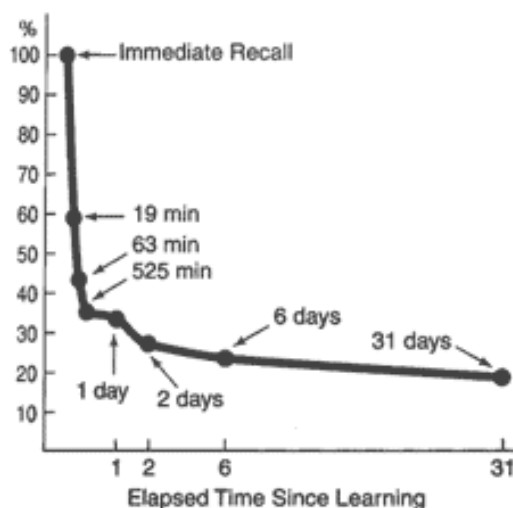
Rozlišují se 2 druhy podle způsobu zapamatování – mechanické (nelogické) a logické. Nelogické zapamatování spočívá ve vytváření si dodatečných asociací, podpůrných představ a fiktivních spojitostí pro lepší pamatování si určité informace. Může existovat tak individuální systém metod, případně těchto mnemotechnických pomůcek pro zvýšení rozsahu paměti. Při logickém zapamatování naopak člověk informaci jasně rozumí, chápe její význam a je schopen ji logicky zařadit, a tudíž i zapamatovat. Naučení se nové informaci je výrazně podpořeno zapojením myšlení a snahou o pochopení. [17]

Podle průběhu zapamatování lze paměť rozdělit na úmyslnou a neúmyslnou. [18]

Zapomínání je důsledkem únavy, stresu, časového nátlaku, vyfiltrování informací, které dlouhodobě nebyly aplikovány, a dochází tak k útlumu slabých spojů. Aby se paměť neustále rozvíjela, je nutné její kontinuální trénování, aplikování nabytých vědomostí a vhodné metody opakování. Paměť je také negativně ovlivňována nedostatečným množstvím spánku, konzumací alkoholu, snadným rozptýlením a neschopností se soustředit. [18]

Ebbinghausova křivka zapomínání

Výzkumem procesu zapomínání se jako jeden z prvních zabýval německý filozof Herman Ebbinghaus, který na základě svých experimentů dospěl k závěru, který je vykreslený na Obr. 4. Na x-ové ose je zobrazen čas od uplynutí momentu učení. Na y-ové ose je vyznačeno množství v procentech, které si jedinec pamatuje z celkového objemu informací, např. studované látky. Z grafu je patrné, že přibližně polovina informací bývá zapomínána během první hodiny od procesu učení. V následujících dnech už k tak zásadnímu redukování informací uchovaných v paměti nedochází. Z logického hlediska lze intenzivnímu zapomínání předejít metodou opakování v krátkém intervalu po ukončení procesu učení. [4]



Obr. 4: Ebbinghausova křivka zapomínání [4]

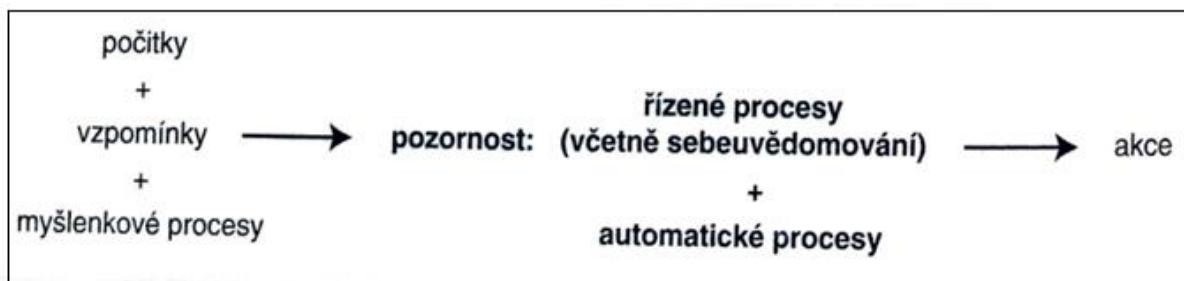
3.2 Pozornost

„Pozornost definujeme jako soustředění psychické činnosti na vnější nebo vnitřní podněty, jež směřuje k jejich co nejpřesnějšímu vědomému odrazu.“ [17]

Nezbytný předpoklad každé vědomé aktivity lidské bytosti tvoří právě pozornost. Má také značný vliv na průběh paměťových procesů. Nepochybně je snazší si zapamatovat informace, kterým byla věnována pozornost oproti informacím, na které nebyla pozornost směřována.

Základní členění pozornosti je na záměrnou (úmyslnou) a samovolnou (bezděčnou). Ačkoli v téměř každý moment má člověk kolem sebe značné množství smyslových informací, ať už ze svého nitra nebo podněty vnímané např. v obzoru periferního vidění, jedinec neustále redukuje, respektive filtruje, kterým impulsům bude jeho pozornost věnována a kterým ne (viz Obr. 5). „Přitlumíme-li vliv řady podnětů plynoucích ze zevního světa (počítky) i ze světa vnitřního (vzpomínky a myšlenky), můžeme se plně věnovat podnětům, které nás zajímají.“ [29] Jinými slovy obrázek vysvětluje, že pozornost je jakýmsi mezičlánkem pro alokování omezených mentálních zdrojů na informace či jevy, ve které je subjekt v daném momentu nejvíce zainteresovaný.

Úmyslná se definuje cíleným soustředěním na libovolný podnět, čímž se stává psychicky náročnější v porovnání se samovolnou. Stojí více úsilí a rychleji unavuje. Udržuje se pomocí vlastní vůle, a proto je spjata i s jejím vývojem. Samovolná pozornost vzniká na základě specifčnosti, výstřednosti a neobvyklosti jevu. [29]



Obr. 5: Pozornost [29]

Pozornost bývá definována pomocí stálosti, která vymezuje dobu trvání soustředění. „Soustředěnost je stupeň aktivity psychické činnosti.“ [18] Koncentrace (zaměřenost) udává

výběrovost, jelikož člověk se nekoncentruje na veškeré vnímané stimuly, nýbrž si z nich vybere pouze ty, na které chce upoutat pozornost, a které chce ignorovat - např. studenti dokáží usměrnit svou pozornost a poslouchat přednášejícího v posluchárně, a přitom se nenechat rozptýlit přicházejícími opozdílci. Lze poznamenat, že může představovat i soustředění pouze na 1 informaci. Pravděpodobnost správné a rychlé odezvy zvyšuje právě zmiňované soustředění. [18] [29]

Dalším parametrem hodnotící pozornost je rozdělení (distribuce), které představuje schopnost soustředění pozornosti na vícero informací. Podle potřeb, případně okolností se pozornost přeměruje. Příkladem mohou být zkušební řidiči, kteří jsou schopni si při jízdě povídat, ale při zpozorování zvěře svou pozornost bezprostředně odvrátí od mluvení k řízení. Schopnost přeměrování pozornosti jedince z jednoho objektu na jiný charakterizuje další funkce pozornosti, kterou je přenášení. Připravenost na vnímání nepravidelných informací se odráží v kritériu bdělosti. Člověk usiluje o odhalení potencionálního zajímavého signálu, který se může objevit vesměs kdykoliv. Poslední jmenované schopnosti využívají kupříkladu důstojníci hlídající hrozbu jaderného útoku, kdy je bezprostřední reakce na výskyt podnětu naprosto nezbytná. [17] [18] [29]

Zvyšující se psychické nároky se prioritně podepisují na pozornosti, která tak nabývá na svém významu. Pro vyhnutí se chybám a obecně vzato při libovolné aktivitě by měl být člověk neustále soustředěn.

3.3 Představivost

Představivostí se rozumí psychický proces, na jehož konci se jako výstup vytvoří představa. Představovat si jedinec může různorodé předměty a objekty, jevy, případně děje a události, které v konkrétním momentu nevnímá smyslovými orgány. Existují 2 druhy představ. V 1. případě se jedná o představy pamětní, které spočívají v reprodukci v minulosti vnímaných událostí. Jinak řečeno se člověk s konkrétním scénářem nebo objektem setkal. 2. typ reprezentují představy fantazijní, ve kterých si představujeme jevy, které člověk nikdy reálně nevnímal. [18]

„Představa je názorný obraz předmětů a jevů v našem vědomí, které v tomto okamžiku nevnímáme a které jsme kdysi vnímali (pamětní, vzpomínkové) nebo nikdy nevnímali (fantazijní představy).“ [18]

Představy člověka jednoznačně ovlivňují jeho zkušenosti a oblasti zájmu. Nejběžněji se lze setkat s představami zrakovými, sluchovými, pohybovými, čichovými nebo chuťovými. Nejčastěji se u lidí objevuje smíšený typ představ s lehkou převahou jednoho typu. Výrazná převaha jistého typu představ se objevuje ojediněle. [29]

Člověk je schopen představit si i objekty, které nikdy nevnímal na základě kombinace a pozměnění rozličných myšlenek a představ. V takovém případě je řeč o fantazii, kterou uplatňují především umělci, a která v jejich tvůrčí činnosti znamená nezbytnou vlastnost. V reprodukční fantazii nastává vytváření představ na základě slovního popisu nebo grafického zobrazení. Výstupem tvořivé fantazie vznikají názorné, osobité obrazy, které do dosavadního momentu neexistovaly. Při denním snění si myslitel vytváří např. obraz o své vlastní budoucnosti, kdy věří v její splnění. [18]

Pro specifické činnosti a profese je přínosné mít rozvinuté odlišné typy představivosti.

3.4 Inteligence

Na otázku, jaká je definice tak komplexní lidské vlastnosti jako je inteligence, doposud neexistuje zcela jednoznačná odpověď. Zde jsou uvedeny 3 příklady definic, jak inteligenci vymezili světoví američtí psychologové. [24]

William Stern: „*Intelligence je všeobecná schopnost individua vědomě orientovat vlastní myšlení na nové požadavky, je to všeobecná duchovní schopnost přizpůsobit se novým životním úkolům a podmínkám.*“ [24]

David Wechsler: „*Intelligence je vnitřně členitá a zároveň globální schopnost individua účelně jednat, rozumně myslet a efektivně se vyrovnávat se svým okolím.*“ [24] Wechsler byl přesvědčen, že inteligence zastává klíčovou roli v každodenním životě. Inteligence se podle něj projevuje při jednání s okolními lidmi, vykonávání domácích prací a fungování v profesní sféře, obecně vzato při překonávání překážek a výzev na cestě životem. Nezávisí na průměru známek ve škole, ani na výsledcích psaných prověrek. [29]

J. P. Guilford: „*Intelligence je schopnost zpracovávat informace. Informacemi je třeba chápat všechny dojmy, které člověk vnímá.*“ [24]

V roce 1921 byla v časopise Journal of Educational Psychology 14 proslulým psychologům položena otázka, co je to inteligence. Byť jejich odpovědi nebyly zcela souznačné, bylo možné je alespoň rozčlenit do 2 základních skupin. Tito psychologové se shodli v názoru, že inteligence obsahuje schopnost učit se ze zkušeností a přizpůsobivost se aktuálnímu prostředí.

Inteligenci lze chápat jako komplex mentálních schopností. Představuje nadání nebo soubor vloh, kterými osoba disponuje v rozličné míře. Napomáhá při snaze o hledání řešení stanovených úkolů a překonávání jedinci dosud neznámých situací. Hraje významnou roli při spojování si informací do logických souvislostí a vztahů, chápání a interpretaci. [17]

Druhy inteligence

Inteligenci lze rozčlenit na několik základních typů, a to na abstraktní, praktickou, sociální a emoční. [24]

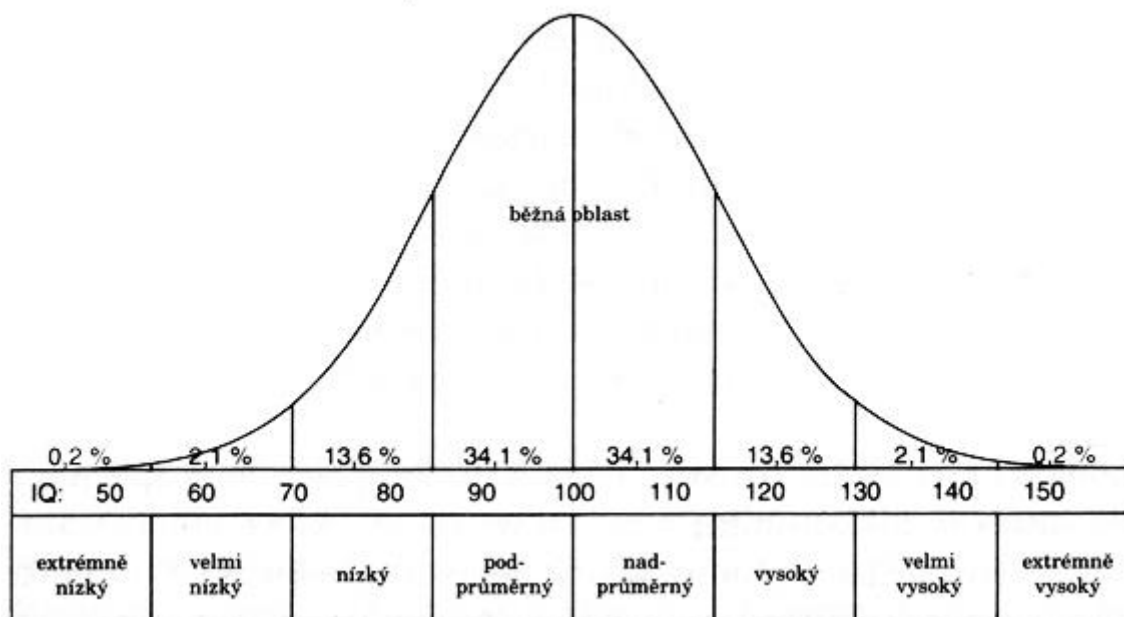
Abstraktní inteligence je měřitelná pomocí IQ testů. Projevuje se schopností řešit jasně vymezené úkoly s pouze jednou správnou odpovědí. Tento druh inteligence souvisí s úspěchy v akademickém životě. [24]

O praktickou inteligenci se opírá řešení všedních problémů, kterým člověk čelí v běžném životě. U těchto problémů nemusí existovat jednotné řešení a ze zásady lze najít více cest, jak se ke konečnému výsledku dopracovat.

Význam sociální inteligence se uplatňuje při fungování ve společnosti – v interakci (spolupráci, komunikaci, kolektivním řešení objevujících se problémů) s ostatními lidmi (kamarády, spolupracovníky, kolegy), řízení týmu, předvídání chování ostatních, řešení konfliktů, schopnosti porozumění skrytých souvislostí, motivaci druhých a reagování na jejich odezvy a impulsy. Tento druh inteligence může souviset se společenským postavením nebo i počtem přátel. Vývoj sociální inteligence nastává během života z odborných knih, událostí, se kterými se člověk setkal nebo na organizovaných seminářích. [24]

Rozdělení inteligence v populaci lze zobrazit pomocí normálního rozdělení, konkrétně na Gaussovo křivce (viz Obr. 6). Z grafu je zřejmé, že průměrná hodnota inteligence je 100. Většina obyvatelstva (68,2 %) se pohybuje okolo průměrné hodnoty a disponuje nadprůměrnou nebo podprůměrnou inteligencí. Menší část lidí (se součtem 27,2 %) se vyskytuje v oblasti nízké a vysoké inteligence. Velmi nízkou a velmi vysokou oblast inteligence v grafu zastupuje celkem 4,2 % procent obyvatelstva a jen zlomek z celkové

lidské populace (0,4 %) disponuje extrémně nízkou, popř. extrémně vysokou inteligencí. Rozmezí grafu, extrémně nízká a nízká inteligence, může být přesto lehce rozšířena než Gaussova křivka předpokládá, neboť inteligence jedinců spadajících do tohoto rozmezí mohla být snížena následkem úrazu nebo onemocnění. [24]



Obr. 6: Rozložení inteligence v populaci [24]

Měření inteligence

Měření inteligence probíhá nejčastěji pomocí testů, na základě kterých se stanovuje tzv. mentální věk. Stanovený mentální věk se následovně aplikuje pro určení inteligenčního kvocientu (IQ), který se pro mladistvé vyčíslí ze vztahu: $IQ = (\text{mentální věk} / \text{chronologický věk}) * 100$. U dospělých se obvykle IQ určuje na základě množství správně vyřešených úkolů a získaného počtu bodů, které se následně vyhledá v tabulkách. V současnosti není IQ přiřazována až tak zásadní role a bývá jednou z položek komplexního hodnocení zaměstnance. [17]

3.5 Kreativita (tvořivost)

Aby mohlo docházet k vědeckotechnickému pokroku, tvořivost představuje 1 ze zásadních a nezastupitelných lidských schopností. Spočívá v oproštění se od konvenčních modelů myšlení a postupů, snaze o odhalení problémů, které za normálních okolností mohou být přehlédnuty a úsilí vyvinout nové, originální a zároveň hodnotné výstupy, které svým způsobem přispějí k posunu společnosti směrem kupředu. [17]

Tvořiví lidé se vyznačují následujícími charakteristikami: vytrvalostí, schopností nezávislého úsudku, ochotnou vzít na sebe rizika a sami začít s řešením vyskytujícího se problému, tendencí k nepřizpůsobení se názorům a postupům svých kolegů, samostatností a sebedisciplinou. [16]

3.6 Speciální schopnosti

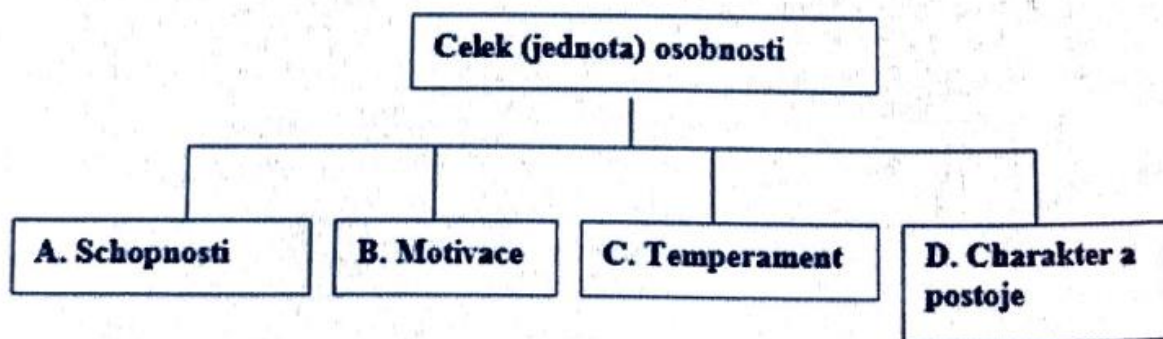
Každý člověk se od druhého liší svými vlastnostmi, ale také schopnostmi. Předpoklad pro rozvinutí specifické schopnosti udávají vlohy, které jsou vrozené. Avšak nelze tvrdit, že pokud člověk nemá pro určitou schopnost vlohy, není schopen se jí naučit. Zřejmě je

zapotřebí většího úsilí, námahy a tréninku ve srovnání k jedinci, který by vlohly právě pro danou činnost vlastnil. Přetváření vlohy na schopnost je závislé na několika okolnostech, jako je např. výchova, prostředí, ve kterém člověk žije, společnost, kterou se obklopuje, vzdělání, škola, ale i mimoškolní aktivity. V příhodných podmínkách se postupem času schopnosti mohou dále rozvinout v nadání, talent nebo dokonce genialitu. Nadání vzniká patřičným provázáním schopností, které jedinci umožňuje úspěšné vykonávání daného úkonu. Talent se utváří obdobně jako nadání ve spojení schopností do jednoho celku, avšak talent je oproti nadání dalším stupněm, kdy jedinec stanovenou činností, případně aktivitu, vykonává velmi efektivně a tvůrčím způsobem dosahuje buď lepších výsledků anebo v kratším časovém intervalu při vynaložení menší námahy. Genialita je výjimečně rozvinutý talent, který vede k vytvoření špičkových a jedinečných výsledků. [4]

Mezi speciální schopnosti se zařazují verbální schopnosti. Nespočívají pouze v domněnce zakotvené ve společnosti, že verbální schopnosti vyzdvihují jedince jeho nadprůměrnými vyjadřovacími schopnostmi, a že je schopným řečníkem. Na druhou stranu spočívají i v porozumění komplikovaným vztahům a postojům vyjádřenými slovy. Numerické schopnosti v sobě zahrnují rapidní a exaktní manipulaci s čísly při matematických operacích. Prostorová představivost se projevuje při prostorové orientaci, vizualizaci a kinestetické představivosti. Prostorová orientace napomáhá člověku při určování jeho polohy v okolním prostředí. Vizualizace se uplatňuje při představení si vzájemné polohy objektů, čehož se využívá v konstruktivní geometrii. O kinestetickou představivost se opírají kupříkladu konstruktéři při navrhování soukolí. Percepční pohotovost spočívá v rychlém postřehnutí detailu u zrakově vnímaného objektu, jako může být hledání omylu na výkrese. [17]

4 Struktura osobnosti

Při řešení otázek ergonomie je nutné vzít v potaz i psychickou (mentální) stránku člověka, u které dochází k jednoznačnému nárůstu na významu. Každý člověk je ve své podstatě jedinečné individuum a ve stejných podmínkách práce se lze setkat s rozdílnými výkony, chováním a lidskými reakcemi. Vynaložení jisté námahy a požadavky spojené s druhem práce vnímá každý zaměstnanec jinak. V pracovní sféře může být na pracovníka vyvinutý časový nátlak, kdy se může nacházet v časové tísní, může čelit povinnosti splnit velké množství pracovních úkolů, naučit se novému postupu nebo se přizpůsobit určité změně. Každý jedinec disponuje určitou psychickou kapacitou a pokud se veškeré vlivy dohromady působící na člověka dostanou za tuto kapacitní hranici, vyvolávají **psychickou zátěž**, se kterou se každý vyrovnává individuálně. Má dané vlastní predispozice, na jejichž základě se za stejných podmínek na pracovišti odezva u pracovníků může ve značné míře lišit. Jak se člověk zachová, příp. jaké budou jeho reakce, je podmíněno povahou a strukturou osobnosti, která je znázorněna na Obr. 7. Podobu odezvy z největší části ovlivňuje vrozený temperament.

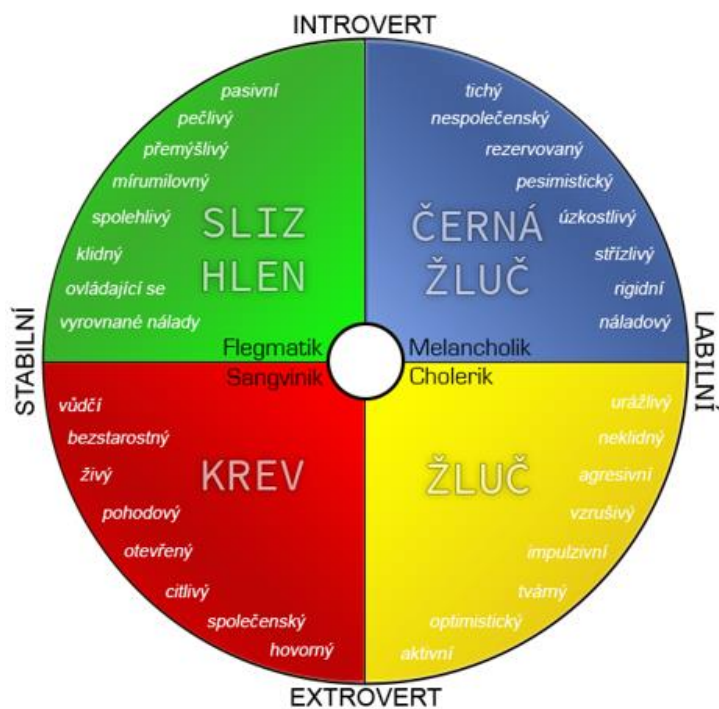


Obr. 7: Struktura osobnosti [1]

4.1 Temperament

Jedním z důvodů, proč se reakce lidí v obdobných situacích může lišit, je temperament jedince. Jedná se o vrozený komplex vlastností, ve kterém je zakořeněno vnímání okolního světa, prožívání, jednání a podoba reagování na vnější podněty a situace. Jelikož je řeč o vrozeném aspektu, který je velmi těsně spjat s nervovou soustavou, je proto velmi těžko změnitelný. Jediná věc, se kterou se člověk může naučit pracovat a jistým způsobem ji ovlivnit, je pouze projevování osobnostního temperamentu. Na projevování se podepisují sociální a kulturní složky společnosti. Temperament u jedinců pocházejících ze sociálně slabších rodin se bude pravděpodobně více projevovat a jednání, respektive reakce těchto jedinců, budou více spontánní. Kulturní složka bývá spojována s národností a kulturou dané země. Jako příklad lze uvést Itálii, o které je známo, že její obyvatelé jsou temperamentní a charakterističtí energickým projevováním. [31]

V antickém Řecku se temperamentem zabýval filozof Hippokrates (460-370 př. n. l.), který jako první formuloval 4 základní typy temperamentu – melancholik, choleric, sangvinik a flegmatik. Jeho teorie byla založena na převládající tekutině v lidském těle. U melancholika je podle něj převládající tělní tekutinou černá žluč, flegmatika sliz, choleric žluč a u sangvinika krev. Hippokratovu teorii potvrdil svými výsledky zkoumání nervové soustavy i o mnoho staletí později německo-britský psycholog Hans Eysenck (1916-1997), který temperament dal do kontextu s typem duše (introvert, extrovert) a typem nervové soustavy (labilní nebo stabilní), což je znázorněno na Obr. 8. [31]

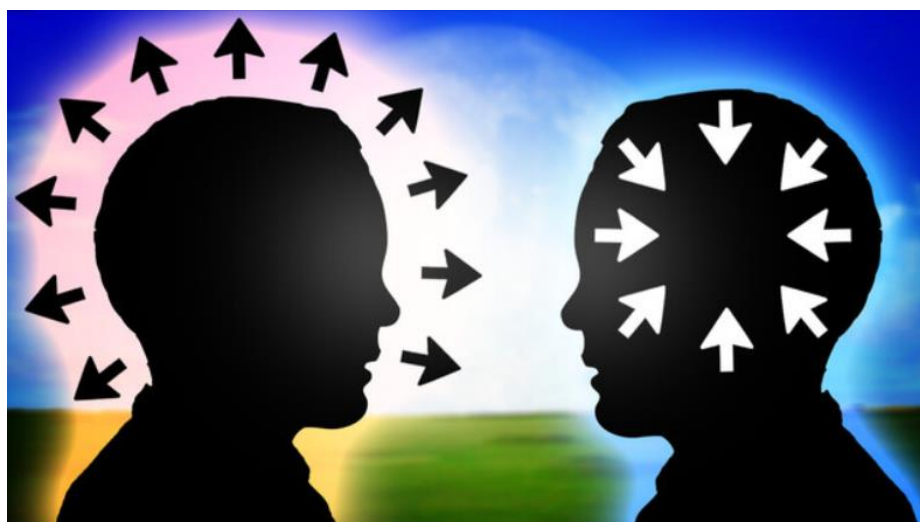


Obr. 8: Temperament [4]

V praxi je obvyklé, že se setkáváme s lidmi, kteří jsou různou kombinací temperamentu a nemají pouze vlastnosti jednoho temperamentního typu. Mnohdy však lze stanovit převládající typ temperamentu. [17]

Extrovert (viz Obr. 9) je společenský typ, který je nerad o samotě a rád tráví chvíle v kolektivu. Orientuje se na vnější svět, bývá komunikativní a optimistický, proto neotálí riskovat. Ve společnosti snadno navazuje nové kontakty a nebojí se vyslovit svůj názor. Nerad se drží konvenčních způsobů, je aktivní a nadchnutý pro přijímání změn. Nebývá příliš trpělivým typem.

Introvert naproti tomu svou orientaci směřuje do sebe, do svého nitra. Preferuje samotu, klid a nebývá tak družným a komunikativním typem. Proto raději svou zálibu najde v četbě knih než ve společnosti. Vyznačuje se plánováním, je nedůvěřivý, citlivý a trpělivý. Má rád osvědčené způsoby a nerad se přizpůsobuje změnám. Je to spíše pesimista, a proto nemá takový sklon k riskování. [5] [17]



Obr. 9: Extroverze vs. introverze [5]

4.2 Charakter a postoje

Původ výrazu je z řeckého „charaktíras“, což znamená rytina, příp. vryp. Jde o soubor vlastností, které jsou úzce provázané s morálkou a hodnotami jedince. Charakter není ve srovnání s temperamentem vrozený, ale formuje se během života. Výrazný dopad na jeho formování představuje především rodina, atmosféra domova a výchova. Děti si osvojují projevy chování a vystupování svých nejbližších. Dalšími faktory zanechávající stopu na osobnostním charakteru jsou vrstevníci, škola, volnočasové aktivity, zájmy a kroužky, později i pracovní kolektiv. Pokud je člověk dobře obeznámen s charakterem jedince, dá se snadněji predikovat jeho reakce a jednání v nadcházejících momentech. Někdy se charakter rozumí jako řídicí prvek, který usměrňuje jednání jedince. Charakter je evidentně velmi úzce spjat především s temperamentem. [18]

V profesní sféře jsou důležitými vlastnostmi charakteru upřímnost, dodržování zásad a zodpovědnosti, čestnost, svědomitost a pravdomluvnost, které mohou výrazným způsobem ovlivnit vztahy a důvěru spoluobčanů a zaměstnanců.

„Postoj můžeme definovat jako určitou tendenci a připravenost daného člověka reagovat určitým způsobem, vytvořenou na základě dřívějších zkušeností. Postoj je individuální tendence nebo predispozice hodnotit objekty a symboly objektů určitým způsobem, ale i připravenost jednat určitým způsobem.“ [18] Na formování postojů se podílejí osobnostní, doposud nabyté zkušenosti s okolními situacemi, informace dostávající se k jedinci přes masová média, ale i přímou komunikaci, díky kterým se dozvídá nové vědomosti o objektech, se kterými člověk nemá vlastní zkušenost. Další vliv má tzv. napodobování, které s sebou nese vliv sociálního učení. Postoje jsou jednou ze složek osobnosti jedince a formují se i z jeho zájmů. Vytváří si je k ostatním lidem, ke společnosti, ale i k pracovní morálce. Pozitivní postoje k libovolné skutečnosti podněcují pozornost a atraktivitu vnímané skutečnosti jedincem. Naproti tomu negativní postoje se projevují zavrhováním. [18]

4.3 Motivace

Lidská aktivita je ovlivňována okolnostmi, které stanovují směr, sílu a vytrvalost závěrečného jednání. Pojem motivace vychází z latinského výrazu „movere“, což znamená pohybovat, hýbat. Obecně vzato se označení chápe jako veškeré vnitřní psychické impulsy – motivy, které podněcují jednání a přispívají ke specifické činnosti a aktivitě. Motivы aktivizovanou činnost udržují. Zevně se účinek motivů promítá v provádění motivovaného jednání a motivované aktivity. Snaha o zlepšení výkonu zaměstnance se nazývá motivování. Motivace každého pracovníka může být různorodá a má na ni vliv věk a vyspělost, rodinné klima, výchova, ale i životní hodnoty. [1]

5 Měřicí technika pro empirickou část

5.1 GSR logger sensor NUL-217

GSR senzor, z anglického „The Galvanic Skin Response“, je produktem společnosti NeuLog měřící vodivost kůže, zejména na článcích prstů horních končetin. Označení NUL-217 nemá žádný význam, ale jde pouze o interní označení podnikem mezi rozsáhlým sortimentem nabízených senzorů. Vodivost kůže se mění na základě impulsu v závislosti na podvědomých emocionálních účincích, jako je náhlý hluk, dotek, čich nebo zraková aktivita. Potní žlázy jsou řízeny nervovým systémem, který uvolňuje mírné množství potu, pokud je stimul vnímán. Tímto principem může senzor prokázat souvislost mezi psychickou aktivitou a aktivitou potních žláz. Senzor se může aplikovat v různých vědeckých experimentech využívajících přirozenou galvanickou odezvu kůže (kožní vodivost) v oblastech, jako je biologie, fyziologie a psychologie. [21]

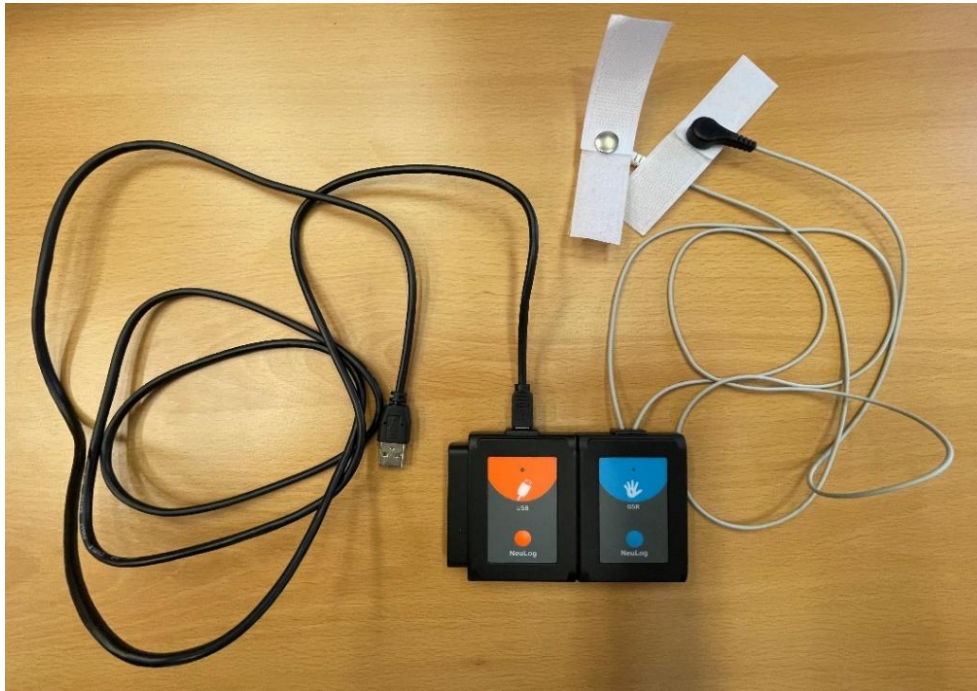
Senzor (viz Obr. 10) obsahuje dvě sondy GSR, které jsou připojené pomocí odolných pogumovaných drátů a dvou konektorů na suchý zip, které se pro nejlepší výsledky aplikují na spodní stranu (bříško) ukazováčku a prostředníčku jedné ruky. Aby bylo zajištěno správné fungování senzoru, musí být s pokožkou pevně spojen. Je tedy nutné konektory na suchý zip utáhnout co nejvíce, ale neměly by u účastníka vyvolávat nepříjemné pocity. Pro získání lepších výsledků by měla kůže být čistá a vlhká. Pro provedení experimentu se černý a bílý konektor umístěný na konci drátů připojí zacvaknutím na konektory na suchých zipech (kovové výstupky), přičemž není podstatné, na který prst se bílý a černý konektor připojí. Senzor se nemusí nijak kalibrovat, jelikož je zkalibrován ve výrobním závodě. Jednotkou elektrické vodivosti je mikroSiemens (μS) a snímač disponuje škálou pro měření v rozmezí 0-10 μS .



Obr. 10: GSR logger sensor NUL-217 [22]

Pro zaznamenávání měřených dat z experimentu s připojeným GSR senzorem přes USB modul k počítači je nutné si stáhnout aplikaci od společnosti NeuLog, která je bezplatně dostupná na webových stránkách společnosti. V popisovaném případě se jedná o on-line měření. K experimentu je zapotřebí GSR senzor, USB modul a kabel USB na druhém konci s mini USB (viz Obr. 11). Senzor se připojí do USB modulu, který vypadá obdobně jako samotný senzor, ale nevychází z něj sondy. Každý senzor [(případně i USB modul, WIFI-201

WiFi modul (dále jen „WiFi modul“) nebo BAT-200 modul baterie (dále jen „modul baterie“)] obsahuje jak vstup, tak i výstup USB⁴, díky čemuž lze senzor připojit přímo do USB modulu. Posléze se USB modul připojí do počítače skrze USB kabel, kde mini USB patří do USB modulu. Nutné poznamenat, že nelze GSR snímač zapojit přímo do počítače.

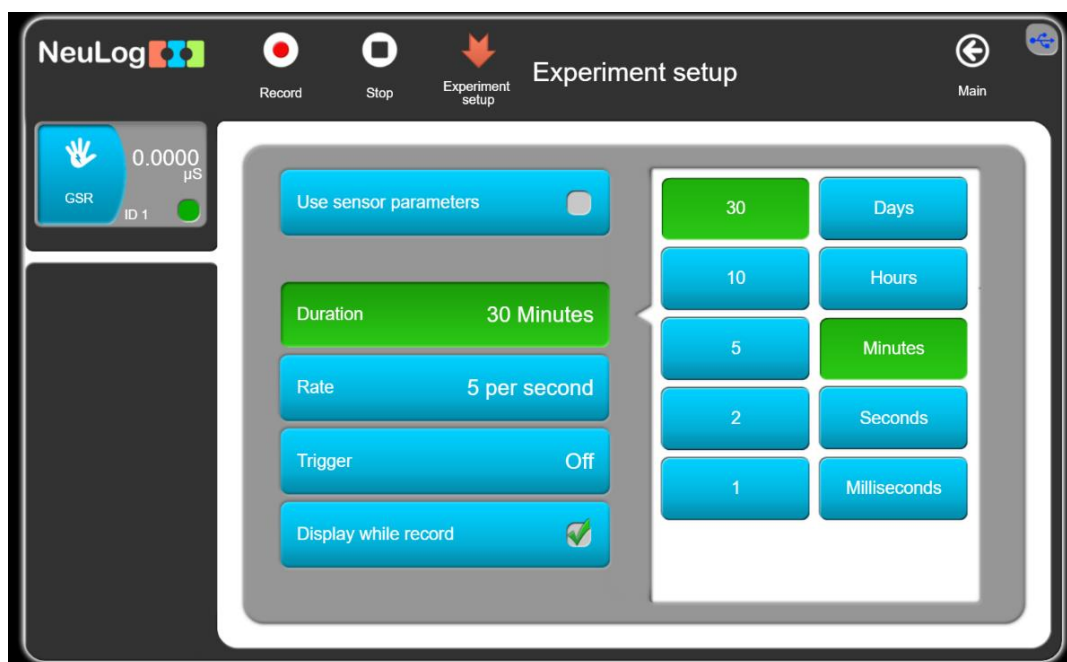


Obr. 11: Připravená sestava pro experiment

Pro záznam dat se musí otevřít aplikace NeuLog, která automaticky rozpozná připojený senzor (pokud se tak nestane, lze kliknout na tlačítko pro hledání senzoru). Při rozpoznání senzoru lze pozorovat vykreslující se graf v reálném čase, který zaznamenává hodnoty a poskytuje uživateli zpětnou vazbu, že senzor je správně připojen a funguje. Rozhraní aplikace je uživatelsky přívětivé, jednoduché a snadno obsluhovatelné.

⁴ Z toho vyplývá, že při odlišných experimentech lze do sebe zapojit i několik senzorů měřících různé veličiny.

Před zahájením experimentu je v aplikaci možné nastavit jeho parametry. Nastavitelná je frekvence snímání, tedy počet snímání za časovou jednotku⁵ (v případě experimentu praktické části této diplomové práce za vteřinu), která je variabilní podle toho, jak se nakonfiguruje doba trvání. Délka experimentu může být 1 ms–30 dní (viz Obr. 12).



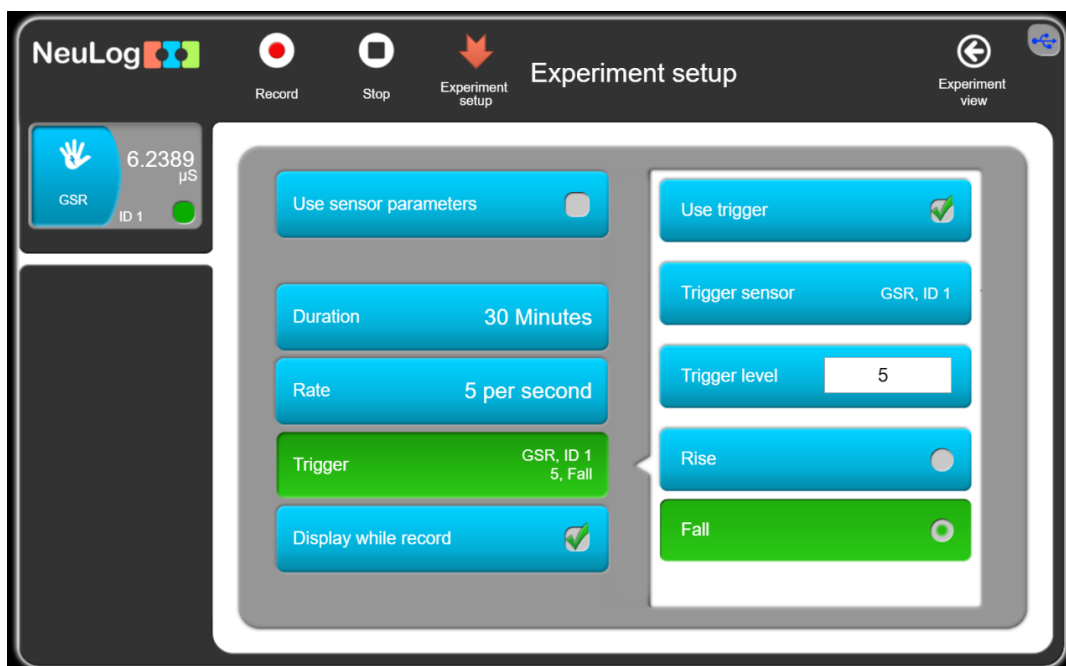
Obr. 12: Nastavení parametrů experimentu

Po výběru požadované doby trvání pokusu aplikace automaticky nabídne rozmezí frekvencí, které lze pro vybranou délku nastavit. Např. při nastavení experimentu na maximální délku – 30 dnů, nejvyšší možná frekvence je 30 snímání za hodinu (jednou za 2 minuty), a při kratších délkách trvání se lze setkat třeba s 50 snímáními za sekundu.

⁵ Vyšší hodnota při kratším časovém intervalu poskytuje přesnější vykreslení grafu, neboť existuje větší množství naměřených hodnot.

Zajímavou funkcí je tzv. „trigger“, neboli spouštěč, který pokud se jeho funkce zapne, tak zajistí, jak již z názvu vyplývá, automatické spuštění senzoru během experimentu od určitého, uživatelem předem nadefinovaného momentu. Nadefinovaný moment představuje nastavenou hladinu a vybranou akci tak, že dojde k aktivaci, pokud současná hodnota kožní vodivosti osoby s připnutým senzorem překročí, nebo naopak se dostane pod nadefinovanou hladinu (viz Obr. 13).

Na Obr. 13 lze v malém šedivém rámečku v levé horní části sledovat současnou hladinu kožní vodivosti a v pravém sloupci velkého rámečku konfiguraci pro spouštěč. Příklad uvedený na tomto obrázku tedy zobrazuje zahájení měření, pokud hodnota kožní vodivosti klesne („Fall“) pod hladinu 5 μS .



Obr. 13: Nastavení parametrů pro trigger

Posledním checkboxem v levém sloupci lze zvolit, jestli mají být během experimentu v grafu znázorňovány zaznamenávané hodnoty v reálném čase.

Během experimentu lze pozorovat účastníkovu vodivost kůže jako tabulku nasnímaných hodnot, vykreslující se graf (viz Obr. 14), body anebo plochu.



Obr. 14: Ukázka NeuLog aplikace při běžícím experimentu

Po dokončení experimentu, buďto po kliknutí na tlačítko zastavit experiment nebo po uplynutí nastavené doby trvání před zahájením experimentu, lze zaznamenaná data vyexportovat ve formátu .jpg jako obrázek nebo .csv jako tabulku hodnot pro následné úpravy a práci s daty např. v MS Excel.

Výše zmíněný WiFi modul a modul baterie se používají při experimentu, pokud by GSR senzor byl párován s tabletem nebo chytrým mobilním zařízením namísto počítače. WiFi modul v takovém případě vytvoří uzavřenou WiFi NeuLog síť, na kterou bude připojený GSR senzor a zvolené zařízení, do kterého budou data přenášena a mohou být zobrazena skrze prohlížeč. Modul baterie je potřebný pro napájení senzoru během experimentu. V takovém případě jde také o on-line experiment.

Nicméně existují i off-line měření, při kterých není senzor přímo připojený k počítači, tabletu nebo chytrému mobilnímu zařízení. Pomocí těchto zařízení se ale musí nejdříve provést nakonfigurování žádaných parametrů měření. Pro samotný experiment je pak zapotřebí pouze senzor a modul baterie. Měření lze zahájit přes stisknutí tlačítka na senzoru, přes které je možné ho manuálně ukončit nebo se ukončí automaticky po uplynutí nakonfigurované doby trvání experimentu. Přístup k naměřeným hodnotám je pak umožněn po opětovném připojení k vybranému zařízení, otevření NeuLog aplikace a nahrání dat ze senzoru. Senzor je schopný v sobě uchovat až 5 posledních záznamů měření.

5.2 Zařízení pro měření tepové frekvence

Pro měření tepové frekvence byly vybrány produkty společnosti Polar. Společnost vyrábí konkurenceschopné produkty pro moderní aktivní životní styl, které poskytují jejich zákazníkům kvalitní data a analýzy jejich aktivit. Společnost byla založena v roce 1977 na základě myšlenky, která se zrodila na běžecké trati v severním Finsku a zaměřuje se na osobní poradenství v oblasti fitness, sportu, zdraví a produkci nositelné elektroniky s GPS

navigací pro outdoorový a sportovní sektor. Jejich výzkum se snaží docílit neustálého pokroku a inovací jejich výrobků. [28]

Tepová frekvence v praktické části byla měřena pomocí chytrých hodinek a hrudního pásu. Společnost Polar produkuje rozsáhlý sortiment chytrých hodinek s elegantním designem a špičkovou kvalitou poskytující vysokou užitnou hodnotu. Chytré hodinky jsou schopny detailně měřit a monitorovat fyzickou výkonnost a zátěž. Pro experiment praktické části této diplomové práce byl vybrán model hodinek M430 (viz Obr. 15) od popisované společnosti. Na vybraném modelu hodinek lze pro zaznamenání dat nadcházející aktivity vybrat z řady sportovních režimů. Adekvátním a nastaveným režimem pro měření empirické části byl režim „jiné halové sporty.“



Obr. 15: Chytré hodinky M430 společnosti Polar [26]

Pro spolehlivější výstupy byl použit jako podpůrný nástroj hodinek zaznamenávajících údaje o tepové frekvenci ze zápěstí i hrudní pás od společnosti Polar (viz Obr. 16), který záznamy o srdeční aktivitě snímá přímo „od srdce.“



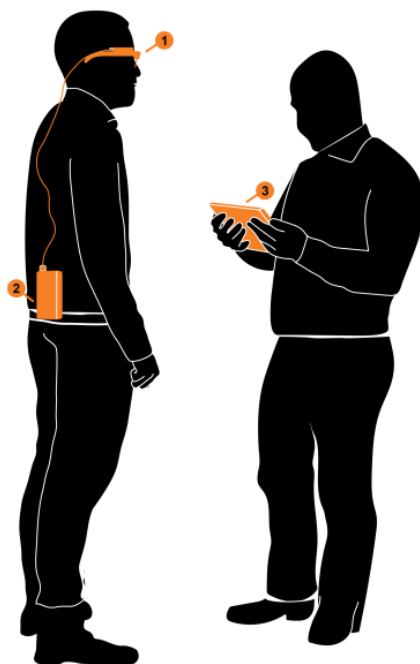
Obr. 16: Hrudní pás Polar H10 [27]

5.3 Tobii Pro Glasses 3

Brýle třetí generace společnosti Tobii představují přenositelné zařízení pro monitorování pohybu očí. Díky tomuto nástroji mohou výzkumníci získat detailní informace o lidském chování v libovolném reálném prostředí. Brýle zprostředkovávají výsledky o tom, kam zkoumaná osoba upíná svůj zrak, zatímco sedí u počítače, volně se pohybuje ve skladu, výrobní hale, na svém pracovišti nebo mimo průmyslovou sféru např. v nákupním centru nebo obchodě. [34]

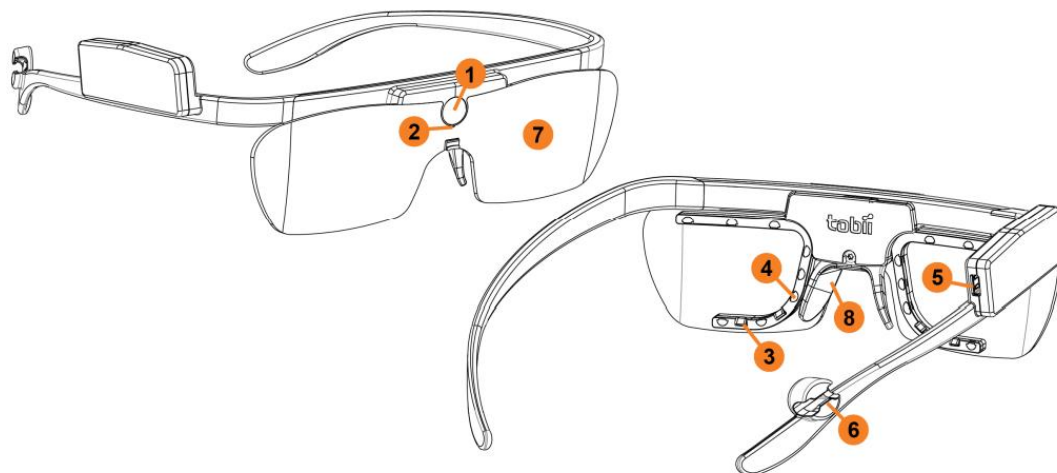
Systémové komponenty

Produkt je složený ze zařízení pro sledování pohybu očí (brýle), záznamové jednotky a řídicího softwaru (viz Obr. 17). Brýle jsou se záznamovou jednotkou propojeny skrze HDMI kabel. [34]



Obr. 17: Systémové komponenty [34]

Hlavní jednotkou jsou zmíněné brýle (viz Obr. 18), které slouží pro detekci pohybu očí. Ztělesňují propracované zařízení s citlivými senzory, proto vyžadují při manipulaci opatrnost, neboť nevhodné zacházení by mohlo snadno zapříčinit jejich poškození nebo ovlivnit správnost a funkci měření. [34]



Obr. 18: Tobii Pro Glasses 3 [34]

Jednotlivé komponenty brýlí pro detekci pohybu očí (číslování shodné jako na Obr. 18:

1. Kamera s vysokým rozlišením – zachycuje video ve Full HD kvalitě prostředí, které se nachází před účastníkem.
2. Mikrofon – snímá zvuky účastníka a jeho okolí.
3. Senzory pro snímání očí – zaznamenávají orientaci očí.
4. Osvětlovače – osvětlují oči a podporují tak senzory pro jejich monitorování.

5. Mikro HDMI konektor – konektor pro propojení se záznamovým zařízením pomocí kabelu HDMI.
6. Vedení kabelu – vede kabel k zádům účastníka.
7. Ochranná skla – existují číré i zabarvené verze.
8. Vyměnitelná nosní podložka – dostupné v odlišných velikostech. [Tobii AB. Tobii Pro Glasses]

Záznamová jednotka (viz Obr. 19) je nositelem baterie a uchovávají se v ní nashromážděná data (pohyby očí, zvuky a video), která ukládá na vyměnitelnou paměťovou SD kartu. Práce se záznamovou jednotkou probíhá pomocí počítače nebo tabletu s nainstalovaným řídicím softwarem, ve kterém se dá ovládat zařízení pro sledování očí, lze spravovat účastníky a prohlížet nashromážděná data, ale i je sledovat v reálném čase. [34]



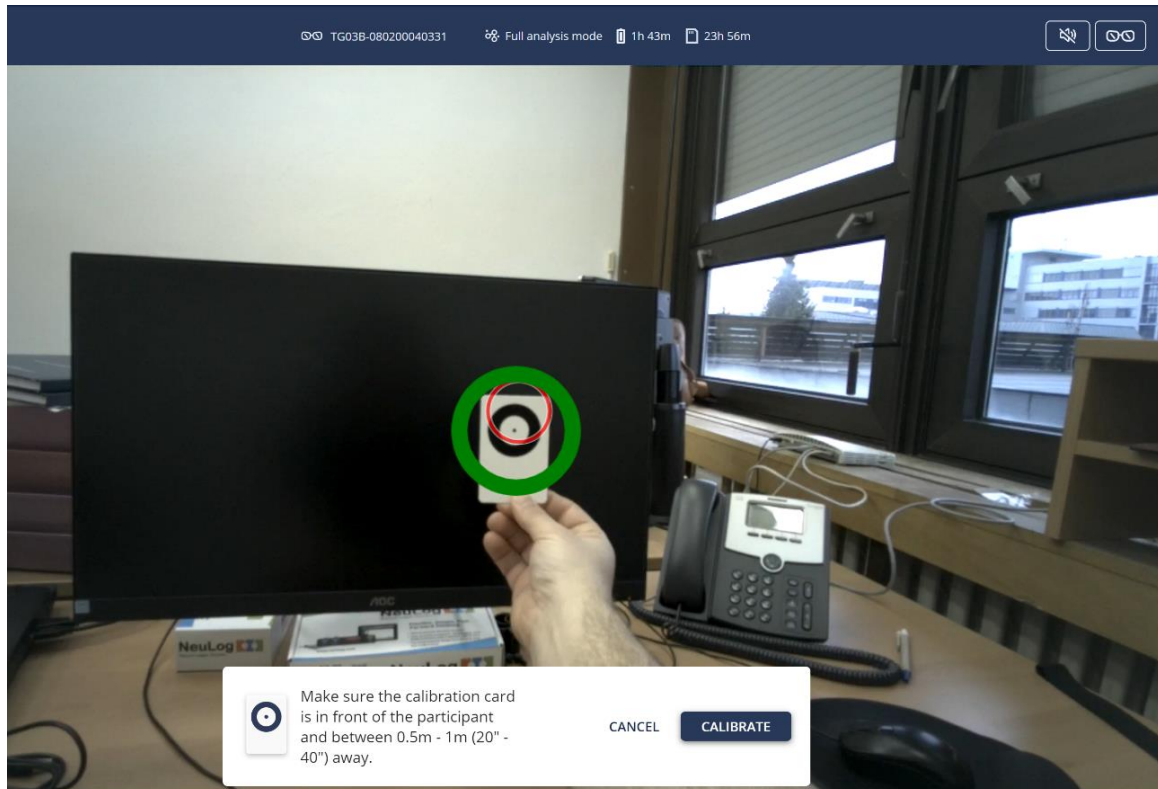
Obr. 19: Záznamová jednotka [34]

Tablet s řídicím softwarem

Při spuštění aplikace Glasses 3 na tabletu je nutné odsouhlasit výzvu o provedení informovanosti účastníka experimentu. Následně je možné sledovat „live stream“ z kamery na brýlích, a tedy pozorování aktivity očí osoby s nasazenými brýlemi. Na tabletu se zadá jméno účastníka a musí se provést kalibrace brýlí.

Kalibrace probíhá za pomoci kalibrační kartičky, kterou je nutno držet před sebou přibližně na vzdálenost natažené paže a směřovat zrak doprostřed černobílého kruhu vyznačeného na kartičce. Kalibraci lze začít, pokud červené kolečko, znázorňující cílené místo pohledu očí účastníka, ve středu kalibrační značky zezelená (viz Obr. 20). Úspěšné zkalibrování je po dokončení procesu potvrzeno zazněním tónu z tabletu.

Tímto lze oficiálně zahájit experiment stisknutím tlačítka „Record“ na displeji tabletu. V softwaru lze mezi uloženými záznamy procházet, přehrávat je a případně mazat.



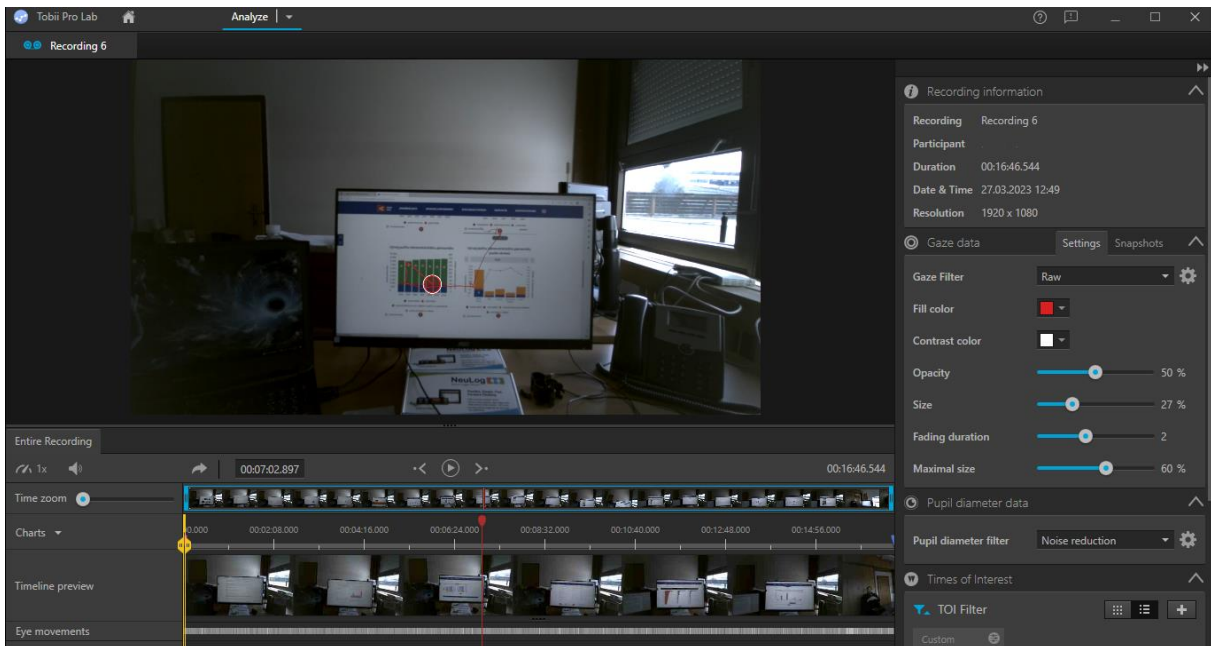
Obr. 20: Kalibrování brýlí

Tobii Pro Lab

Pro vyhodnocení monitorování pohybů očí je nutné ze záznamové jednotky vyndat SD kartu a vložit ji do počítače pro naimportování nahraných dat do předem staženého softwaru Tobii Pro Lab. Na následujícím obrázku (Obr. 21) je zobrazeno základní rozhraní softwaru po úspěšném naimportování a výběru určitého záznamu pro další práci.

V pravém horním rohu jsou informace o nahrávání jako jméno zúčastněné osoby, délka trvání, datum a čas a rozlišení. Na obrázku je možné pozorovat přibližně uprostřed monitoru z části průhledný kruh, který symbolizuje cíl zaměření pohybu očí osoby s Tobii Pro brýlemi. Červená čára (avšak barva je libovolně nastavitelná) přesně popisující pohyb červeného kruhu znázorňuje cestu upínání zraku účastníka. Pro dané prvky je možné nakonfigurovat různé velikosti kruhu, včetně jeho průhlednosti, ať už je cílem si navolit úplnou transparentnost či absolutní neprůhlednost. Dalším konfigurovatelným elementem je doba trasování (červená čára) červeného kruhu a jejího zmizení – to lze nastavit v rozmezí 0-5 s.

Při opětovném sledování provedeného experimentu je možné si pro úsporu času nastavit až 4x rapidnější přehrávání záznamu nebo naopak pro snadnější zachycení detailu v pozorování účastníka je možné si přehrávání význačně zpomalit, dokonce až na 1/16 normálního přehrávání.



Obr. 21: Grafické rozhraní Tobii Pro Lab

Po importování záznamu je v softwaru procentuálně zmíněn tzv. vzorek pohledu („Gaze samples“). Ve většině případů je malé procento odečteno (viz 4. sloupec na Obr. 22) a to z důvodu mrkání uživatele.

Duration	Date	Resolution	Gaze samples
00:15:05.315	04.04.2023 13:36	1920 x 1080	98%

Obr. 22: Úplnost vzorku pohledu

6 Stanovení cílů pro praktickou část

S nárůstem digitálních technologií a nástupem Průmyslu 4.0 se očekává postupné navyšování prací náročných právě na psychickou zátěž. Z tohoto důvodu bylo jako hlavní cíl této práce stanoveno prozkoumání možností hodnocení psychické zátěže s pomocí moderních technologií. Konkrétně se jedná o technologii monitorující pohyb očí, dále pak měření elektrické vodivosti kůže (neboli galvanického odporu kůže) a v neposlední řadě velmi známé měření tepové frekvence. Pro ověření vazby mezi psychickou zátěží a výstupy z těchto měření byly stanoveny 3 následující výzkumné otázky.

- 1) Je možné aplikovat kombinaci výše uvedených měřících zařízení pro hodnocení psychické zátěže způsobené při experimentu s počítačovým interface (rozhraním)?
- 2) Ovlivňují se dané ukazatele navzájem po vyhodnocení výstupů?
- 3) Dochází k nárůstu úrovně stresu v souvislosti s blížícím se koncem času vyhrazeným pro experiment?

Pro zodpovězení výše uvedených výzkumných otázek byl navržen praktický experiment, který je detailně popsán v kapitole 7.1.

Pro ověření potenciálního vzájemného vztahu (vlivu) mezi výstupními daty byla provedena z naměřených výsledků korelační analýza pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Kladná korelace znamená, že s nárůstem hodnot jedné proměnné se zároveň zvyšují hodnoty i druhé proměnné. Naproti tomu při záporné korelaci dochází k poklesu hodnot obou znaků.

Pearsonův korelační koeficient se spočítá jako:

$$r_{xy} = r_{yx} = \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_x^2 \times s_y^2}} = \frac{s_{xy}}{s_x \times s_y}$$

Obr. 23: Vztah pro výpočet Pearsonova koeficientu [32]

kde číselník tvoří výběrová kovariance s_{xy} a ve jmenovateli se nachází součin směrodatných odchylek empirických hodnot x_i a y_i .

Výběrová kovariance se spočítá ze vztahu:

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Obr. 24: Vztah pro výpočet výběrové kovariance [32]

kde \bar{x} a \bar{y} jsou aritmetické průměry empirických hodnot jednotlivých souborů, n představuje rozsah souboru. Kovariance reprezentuje intenzitu vztahu mezi 2 veličinami.

Vzorec pro korelační koeficient r_{xy} se tak dá rozepsat do tvaru:

$$\begin{aligned} r_{xy} = r_{yz} &= \frac{s_{xy}}{\sqrt{s_x^2 \times s_y^2}} = \frac{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \times \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \end{aligned}$$

Obr. 25: Rozepsaný vztah Pearsonova koeficientu [32]

r_{xy} měří těsnost závislosti popsané přímkou a může nabývat hodnot $\langle -1; 1 \rangle$. Pokud by se koeficient rovnal +1, označoval by existenci přímé funkční (rostoucí) lineární závislosti mezi proměnnými. Hodnota -1 by znamenala nepřímou (klesající) funkční lineární závislost. Čím blíže se korelační koeficient blíží nule, tím se zmenšuje vzájemná závislost proměnných a 0 tak vykazuje jejich nekorelovanost. [32]

Jako kontrola pro výpočty jednotlivých Pearsonových korelačních koeficientů měřících lineární závislost proměnných, byly pro každý výpočet vytvořeny grafy a do nich vygenerována spojnice trendu. Z důvodu lineární závislosti byla jako spojnice trendu zvolena přímka.

Postupy výpočtů se nacházejí na příloženém CD ve formátu .xlsx.

7 Design experimentu

7.1 Popis experimentu

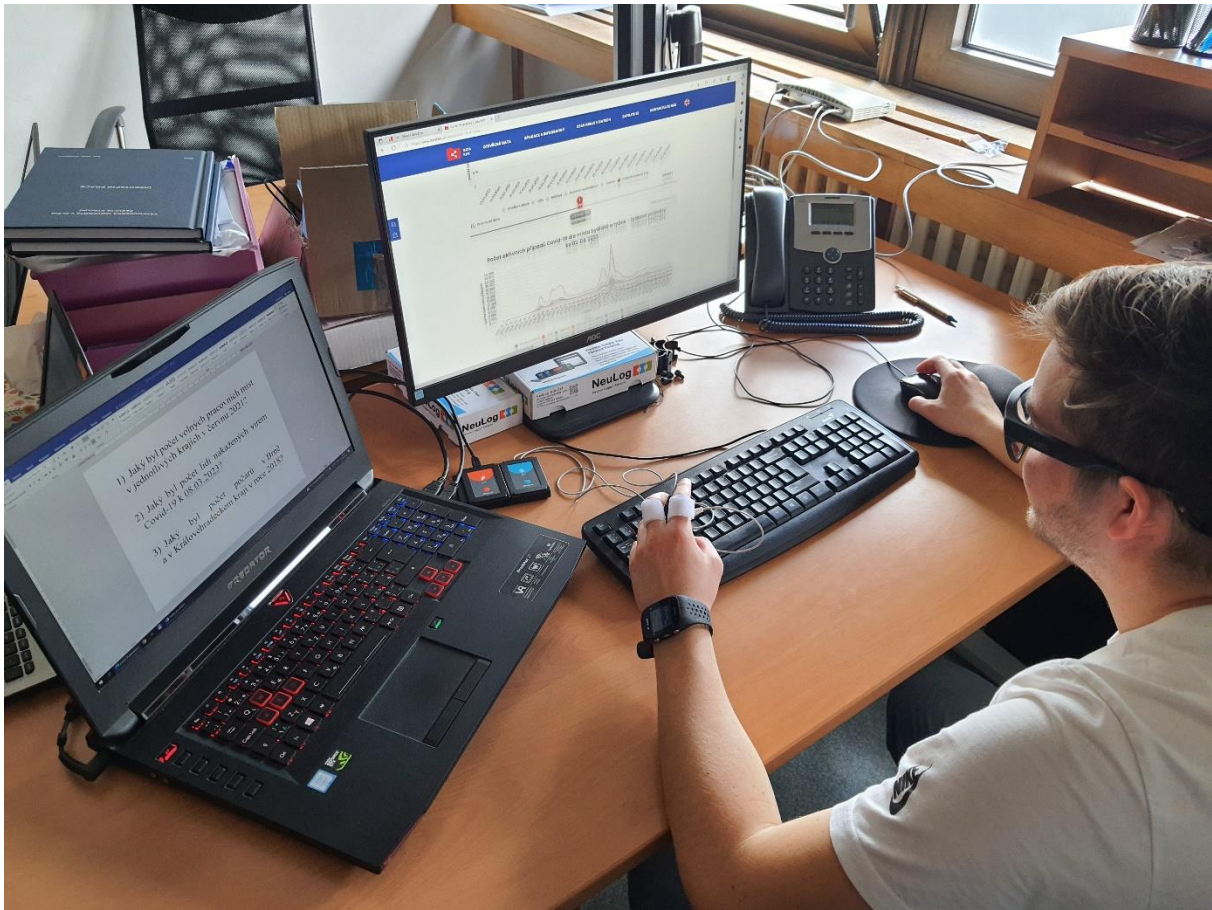
Dále popsáný experiment byl sestaven za účelem nasimulování situace, která může navodit vyšší míru psychické zátěže, a možnosti měření s pomocí dříve uvedených přístrojů. Účastníci měli za úkol pracovat se 2 datovými portály – Jihomoravského a Královéhradeckého kraje. Jejich úkol na jednotlivých dataportálech spočíval ve vyhledání odpovědí na 3 následující otázky:

1. Jaký byl počet volných pracovních míst v jednotlivých krajích v červnu 2021?
2. Jaký byl počet lidí nakažených Covid-19 k 08.03.2023?
3. Jaký byl počet požárů v Brně a v Královéhradeckém kraji v roce 2018?

Odpovědi na tyto otázky bylo možné vyhledat na obou datových portálech (celkem tedy 6 hodnot). Během experimentu byla u účastníků sledována jako fyziologická funkce tepová frekvence, dále odpor kůže ve formě pocení pomocí GSR NeuLog senzoru a také byli vybaveni Tobii brýlemi pro monitorování pohybu očí.

Úkol měl být splněn ve stanoveném časovém limitu, což mělo u účastníků povzbudit navození lehké stresové situace. Rozložení časového limitu bylo takové, že prvních 5 minut sloužilo účastníkovi k seznámení se s dataportálem Jihomoravského kraje, kdy po 4 minutách byl upozorněn, že do skončení této 1. části zbývá poslední minuta. Po uplynutí prvních 5 minut překlíkl účastník na 2. dataportál – Královéhradeckého kraje, kde pro seznámení se s tímto portálem bylo alokováno opět 5 minut. Stejně jako u 1. části byla účastníkovi oznámena poslední minuta před koncem 2. části. Poslední fází experimentu byl „ostrý“ test, na který bylo přiřazeno rovněž 5 minut a účastník mohl libovolně procházet výše zmíněné dataportály a hledat správné odpovědi pro připravené otázky.

Tyto otázky byly zobrazeny na 2. počítači vedle hlavního monitoru. Také v poslední fázi byl účastník informován o plynoucím čase po 4 minutách (tedy minutu před finálním ukončením experimentu). Po dokončení této kvantitativní fáze experimentu byly účastníkovi položeny dodatečné otázky, čímž se ověřila kvalitativní fáze experimentu a faktory, které mohly mít případný vliv na hodnoty měření. Ukázka z prostředí, ve kterém byl experiment proveden, je uvedena na následujícím obrázku (Obr. 26).



Obr. 26: Prostředí pro experiment

Měření probíhalo v kanceláři vedoucího práce v budově fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni. Před zahájením experimentu byla místnost pravidelně vyvětrána za účelem vytvoření vhodných podmínek pro provedení pokusu a všechny zúčastněné osoby podepsaly informovaný souhlas s experimentem.

Záznamový arch pro výsledky měření

Pro záznam dat z experimentu byl vytvořen následující záznamový arch. Kromě základních charakteristik účastníka experimentu, byly do tohoto archu zaznamenány výsledky z vyhledávání odpovědí na testové otázky, které účastníci po nalezení sdělovali ústně a autor práce je sám zaznamenával. Mimo tyto odpovědi se zaznamenávaly ještě odpovědi na doplňkové otázky.

Kvantitativní část:

Pohlaví		Věk	
Výchozí TF		Čas experimentu	

1) Jaký byl počet volných pracovních míst v jednotlivých krajích v červnu 2021?

KHK:	JMK:
------	------

2) Jaký byl počet lidí nakažených Covid-19 k 08.03.2023?

KHK:	JMK:
------	------

3) Jaký byl počet požárů v Brně a v Královéhradeckém kraji v roce 2018?

KHK:	Brno:
------	-------

Kvalitativní část:

- 1) Který portál Ti přišel přehlednější?
- 2) Jaký portál se Ti líbil více graficky?
- 3) Cítil jsi se při plnění úkolu ve stresu?
- 4) Vadilo Ti připnuté měřicí zařízení?
- 5) Kolik jsi spal na dnešek hodin?
- 6) Kdy jsi naposled konzumoval alkohol?
- 7) Kouříš?
- 8) Pil jsi dnes kávu, příp. kdy?

7.2 Datový portál Královéhradeckého kraje

Pro zajištění informovanosti pro veřejnost a nepřetržitě přístupnosti k datům vytvořil Královéhradecký kraj datový portál ve webové formě (viz Obr. 27), díky čemuž si veřejnost může data prohlídnout či vyhledat v libovolnou hodinu v reálném čase. Mluví se tak o centralizovaném informačním datovém portálu pro veřejnost. Dle [10] hlavním mottem portálu je: „Všechna volně přístupná data Královéhradeckého kraje na jednom místě“.

Dostupná data se týkají zejména veřejných dat kraje, statistických dat a rozličných analýz. Informace jsou čerpány z řady zdrojů (jako data kraje, Českého statistického úřadu), které jsou posléze transformovány do uživatelsky přívětivých vizualizací, vyhodnocených infografik a ročních reportů. Transformovaná data vizualizují data o Královéhradeckém kraji a jeho administrativních celcích (okresy, správní obvody obcí s rozšířenou působností) nebo srovnání s ostatními kraji. Web používají úřady, média, obce, studenti a evidentně veřejnost. Slouží jako zdroj informací pro reportáže, informace na sociálních sítích, tiskové zprávy, podklady k rozhodovacím procesům, studentským pracím, příp. pro podnikatele, kteří si vytvářejí obchodní modely nebo analýzy pro své podnikání.

Pomocí karet v horní části portálu se lze na webu snadno orientovat a vyhledat údaje o celém regionu. Portál je dostupný pod webovou adresou www.datakhk.cz. Portálu byla udělena řada ocenění, např. za 1. místo v mezinárodní soutěži inovací Quality Innovation Award v kategorii inovace ve veřejné správě udělena Českou společností pro jakost ke konci roku 2022, za 1. místo Zlatého erbu 2022 v celostátním kole soutěže v kategorii nejnovativnější elektronická služba, Cena za inovaci ve veřejné správě 2021 v kategorii inovace zaměřená na občana udělena ministerstvem vnitra a ke konci roku 2021 1. místo THE BEST 2021 v kategorii projekty krajů. [10]



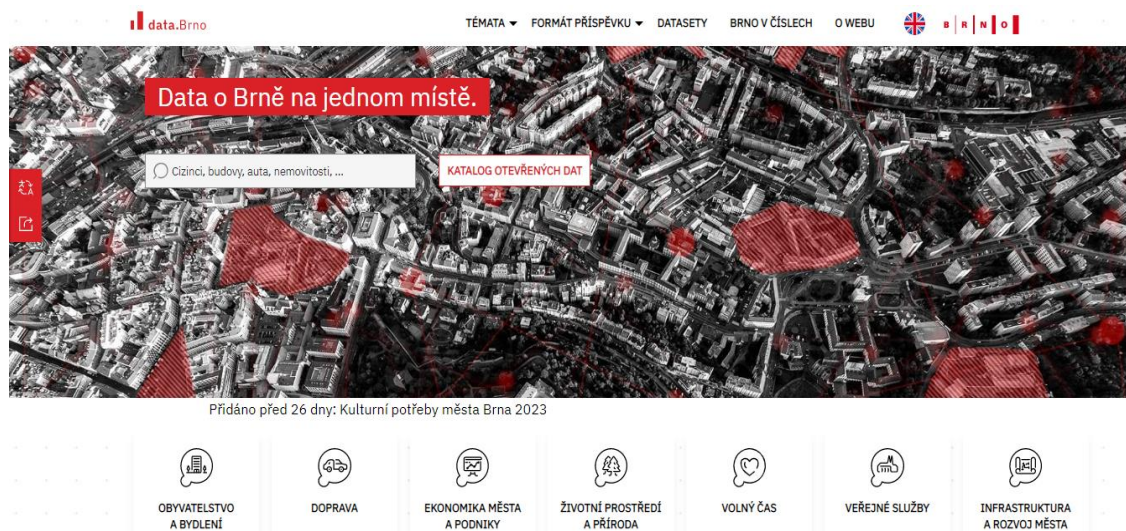
Obr. 27: Datový portál Královéhradeckého kraje [10]

7.3 Dataportál Jihomoravského kraje

Město Brno si dle popisovaného portálu uvědomuje narůstající tendence důležitosti digitalizace, což představovalo stěžejní důvod pro spuštění datového portálu města Brna (viz Obr. 28), který byl zprovozněn ke dni 21. března 2018, prostřednictvím kterého krajské město dává svá data k dispozici veřejnosti. Dataportál je dostupný na webové adrese <https://data.brno.cz/>. [11]

Veřejnost má tak snadný přístup k veřejným datům města, které může použít pro své účely, ať už se jedná o výzkum, inovativní projekty, kontrolu anebo jen pro zvětšení svého přehledu či informovanosti o aktuálním dění v Brně. Některá data jsou dostupná nejen pro město Brno, ale také pro Jihomoravský kraj, příp. pro celou Českou republiku. Člověk si může zobrazit informace z oblastí jako je obyvatelstvo a bydlení, doprava, ekonomika města, volný čas, veřejné služby nebo životní prostředí.

Data jsou znázorněna v podobě přehledných a interaktivních dashboardů, vytvořených pomocí Power BI, v různých typech grafů (spojnicové, výsečové, sloupcové, pruhové) nebo výstavních panelů. Magistrát města Brna usiluje o zvyšování kvality života obyvatel ve městě, a proto zastává princip otevřenosti, čemuž výrazně napomáhá veřejný datový portál.



Obr. 28: Dataportál Jihomoravského kraje [11]

7.4 Pilotní měření

Před zahájením ostrého měření pro zachycení výstupních dat pro vyhodnocování empirické části bylo provedeno pilotní měření, aby byla otestována funkčnost aplikovaných měřících zařízení, včetně jednotlivých nastavení na zařízeních pro experiment.

Technika pro zaznamenání hodnot srdeční frekvence (chytré hodinky a hrudní pás) byla ověřena bez závad, stejně jako Tobii Pro Glasses 3 pro trasování pohybu očí.

Problém se však naskytl při testování senzoru pro vodivost kůže. Celková doba trvání experimentu je podle popisu v kapitole 7.1 stanovena na 15 minut. Senzor proto musel být dle dostupných nastavení délky trvání nakonfigurován na dobu trvání experimentu na 30 minut s tím, že po 15 minutách se experiment zastaví a vyexportují se naměřená data. Prvotní frekvence byla stanovena pro přesnější vykreslení grafu na 10 snímaní za vteřinu, avšak po uplynutí přibližně 12-14 minut se aplikace NeuLog zasekla a sledování vykreslované křivky v reálném čase se zastavilo.

Počáteční idea byla, že je možná přítomnost technického problému na počítači pro zaznamenávání snímaných dat, kdy počítač nezvládá zpracovávat data z aplikace. Pro ověření takového problému byl nainstalován software na jiném počítači a spuštěn experiment se stejnou konfigurací. Výsledek byl takový, že aplikace po uplynutí přibližně stejné doby opět přestala fungovat. Problém se tímto ověřením tak netýkal technické stránky používaných počítačů, ale nainstalované aplikace z oficiálních stránek společnosti NeuLog.

Posléze bylo vyzkoušeno pozměnění nastavení pro snímání hodnot během experimentu. Doba trvání zůstala jako v předchozím případě (při nastavení kratší doby trvání měření by senzor automaticky přestal snímat hodnoty), ale změnilo se nastavení parametru pro frekvenci snímání za vteřinu z 10 pouze na 5. Při tomto nastavení byla překonána problémová časová hranice, snímaná data se vykreslovala v grafu v reálném čase a aplikace tak byla schopna zpracovávat data po celou délku experimentu.

8 Naměřená data a jejich vyhodnocení

Celkem bylo měření provedeno na 10 účastnících a na základě výsledků tohoto vzorku bylo možné vypočítat 2 základní charakteristiky, které jsou dále rozepsány. U 1 účastníka byl vypočítán trend, který nelze zařadit do žádné z uvedených charakteristik, proto je na závěr této kapitoly okomentován zvlášť.

V každém grafu jsou svislými červenými čarami rozděleny jednotlivé pětiminutové fáze celého experimentu. Pro vyhodnocování míry stresu v průběhu experimentu se jako nejlepší z aplikovaných zařízení osvědčil GSR senzor snímající hodnoty vodivosti kůže, jelikož je na vnější podněty nejcitlivější. Dle [21] se může objevit časové prodlení mezi vnímáním stimulu a odpovědí ze senzoru. Prodlení může trvat přibližně 0,8-4 vteřiny, než ruka vyprodukuje známky potu po vnímání stimulu. Aby byla výrazným způsobem ovlivněna křivka tepové frekvence, je zapotřebí silného impulsu, jinak je téměř ustálená a nedochází k tak zřetelným výkyvům.

Při vypočítání výrazného vychýlení hodnoty křivky v grafu byl pro zkoumání příčiny vychýlení použit natočený snímek brýlemi Tobii Pro. Snímek byl opětovně přehrán v softwaru Tobii Pro Lab, čímž bylo možné zpětně zjistit, ve které oblasti na dataportálu se účastník experimentu pohyboval a kam v danou chvíli upínal svůj zrak.

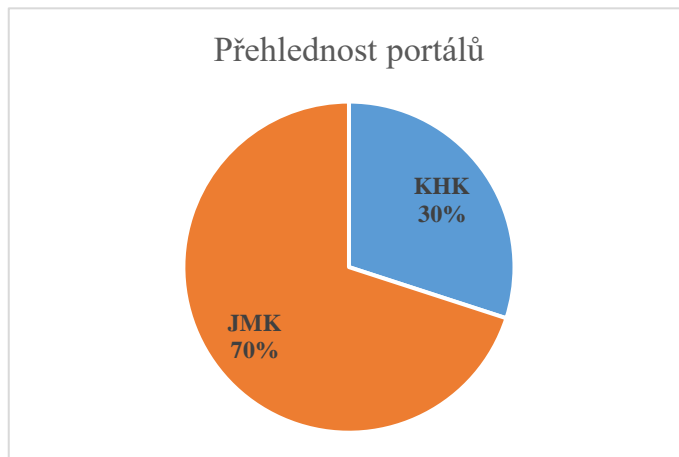
Výstupy měření byly pro lepší porozumění, přehlednost a orientaci vyhodnocovány pomocí MS Excel. Hodnoty vyexportované do Excelu posloužily pro vygenerování grafů z měření. Zároveň za použití funkcí zmíněného tabulkového procesoru byla vypočtena maximální a minimální hodnota, aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Tyto výsledné hodnoty byly navíc propočítány dohromady pro první 2 fáze (fáze seznamování se s jednotlivými dataportály) a zvlášť pro 3. fázi experimentu (test se snahou nalézt odpovědi na datových portálech).

Z výsledků měření lze u některých účastníků vypočítat, že průběh grafu tepové frekvence je v určitých fázích podobný grafu výstupů z GSR senzoru. Nelze však tento trend prokázat u všech zúčastněných. Míra závislosti (korelace) byla prověřena za pomoci Pearsonova korelačního koeficientu.

8.1 Výsledky kvalitativní části

V následující kapitole jsou znázorněny výsledky z kvalitativního šetření v rámci dotazování účastníků experimentu.

Co se týče přehlednosti portálů, lépe byl ohodnocen portál Jihomoravského kraje (70 % respondentů).



Obr. 29: Přehlednost portálů

Naopak při dotazování na kvalitu grafického zpracování, byl lépe hodnocen portál Královéhradeckého kraje (80 %).



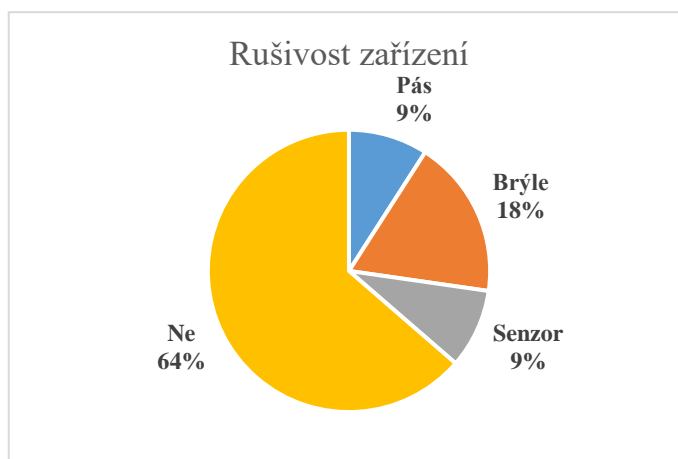
Obr. 30: Grafické zobrazení

Na otázku, zdali se účastníci cítili během experimentu ve stresu, 2 z nich (20 %) odpověděli pozitivně, 3 (30 %) negativně, 1 účastník (10 %) pocítoval stres při upozorňování na poslední minuty dílčích fází a 4 (40 %) v závěrečné fázi během plnění ostrého testu.



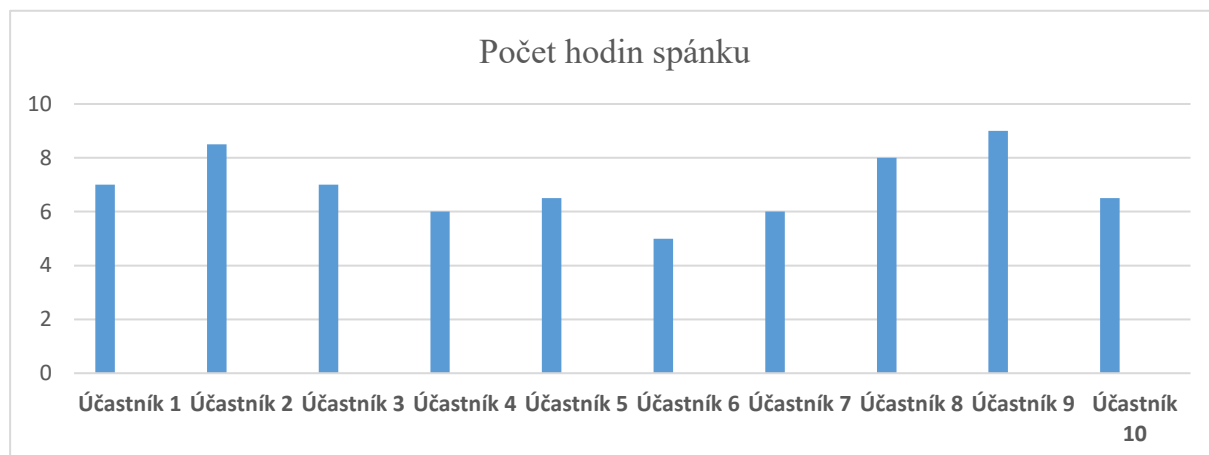
Obr. 31: Pocit stresu

V následující otázce byli zúčastnění tázáni, zdali měla připnutá měřící zařízení vliv na jejich pohodlí během experimentu. Většině účastníků (64 %) připnutá zařízení nevadila. 1 z účastníků vadil pouze senzor, jinému pouze brýle. Poslednímu z účastníků vadily jak brýle, tak i pás.



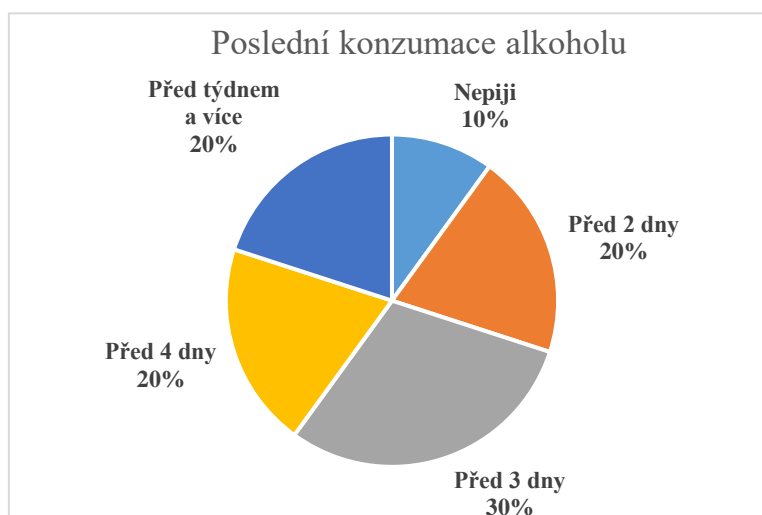
Obr. 32: Otázka komfortu

V následujícím grafu je znázorněno, kolik hodin spali účastníci v noc předcházející experimentu.



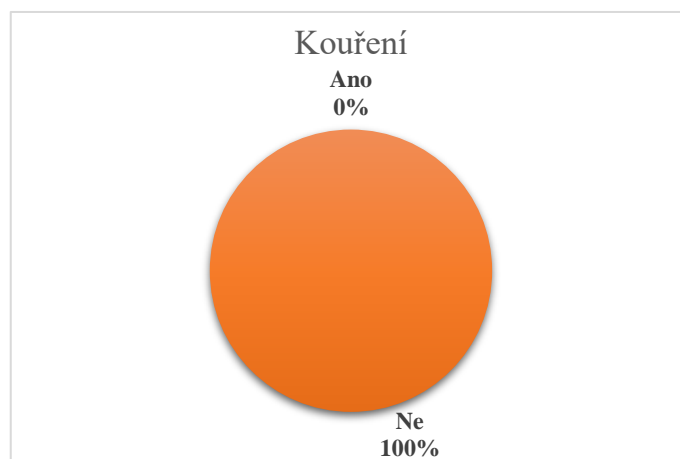
Obr. 33: Spánek

V neposlední řadě byli zúčastnění dotazováni na poslední konzumaci alkoholu, která by výsledky měření mohla jistým způsobem ovlivnit. Nikdo z účastníků v posledních 24 hodinách před experimentem alkohol nekonzumoval, a tak lze jeho působení na výstupy měření vyloučit.



Obr. 34: Otázka konzumace alkoholu

Předposlední otázka se týkala kouření, avšak ze zúčastněných osob nikdo nekouřil.



Obr. 35: Kouření

Poslední, ale ne méně důležitá otázka, se týkala pití kávy. Jak je známo, kofein ovlivňuje srdeční aktivitu, a proto nesměla být ani tato otázka opomenuta. 4 účastníci vypili během dne (do doby experimentu) 1 kávu, 5 účastníků kávu nemělo vůbec a 1 účastník vypil 2 šálky.



Obr. 36: Konzumace kávy

Shrnutí kvalitativní části

Na základě výsledků kvalitativní části experimentu lze tvrdit, že se jednalo o homogenní vzorek účastníků. Všichni účastníci byli dobře vyspalí, byli nekuřáci, nikdo ze zúčastněných bezprostředně před zahájením experimentu ani předchozí den nekonzumoval alkohol, a kromě jednoho účastníka (okomentováno u příslušného grafu dále) nikdo nepil bezprostředně před začátkem experimentu kávu. Lze říci, že všichni měli stejné podmínky a kvalitativní část neměla na výstupy kvantitativní fáze zásadní vliv.

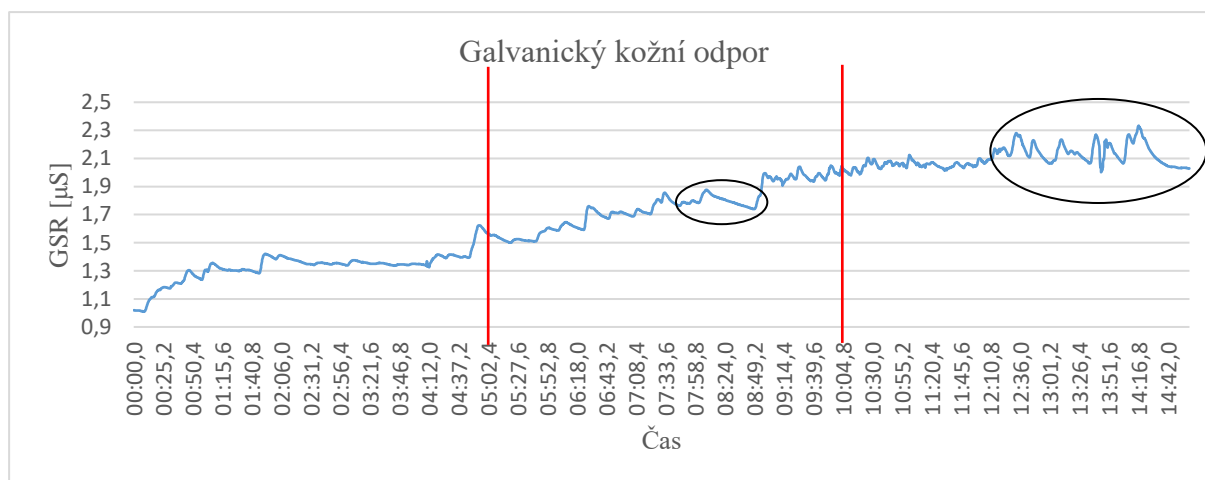
8.2 Charakteristika 1

U všech účastníků zařazených do charakteristiky 1 byl vyzorován jednoznačný trend. Výstup GSR senzoru u účastníků spadajících do popisované charakteristiky vykazuje (až na pár míst) postupný, kontinuální nárůst křivky kožní vodivosti po celou dobu trvání experimentu. Vygenerované grafy z hodnot nasnímaných zařízení pro měření srdeční frekvence nejsou zcela přesnou kopií grafů z GSR senzoru. Proto byly jako podpůrný nástroj vypočteny tabulky se základními statistickými charakteristikami zmíněnými v úvodu kapitoly 8. V dílčích podkapitolách jsou přiloženy grafy kožní vodivosti, srdeční frekvence a trendu

lineární závislosti, jednoduché výpočtové tabulky a krátký popis výstupů jednotlivých účastníků. Číslování účastníků nesouhlasí s pořadím, ve kterém experiment probíhal, ale jde jen o jejich číslování pro příslušné charakteristiky.

8.2.1 Účastník 1

První zakroužkované místo v grafu (Obr. 37) indikuje okamžik, kdy po 8 minutách mylně přišla instrukce, že účastník má minutu do konce 2. fáze. Účastníkovi bylo toto mylné upozornění řečeno a po oznámení, že mu zbývají ještě 2 minuty namísto 1, došlo zřejmě k lehkému uvolnění a k mírnému poklesu kožního odporu. Od času přibližně 12,5 minuty se účastník koncentroval na nalezení odpovědi pro otázku týkající se Covid-19 na JMK. Během posledních oscilací si upravoval osy interaktivního grafu vytvořeného v Power BI, až našel správnou hodnotu.



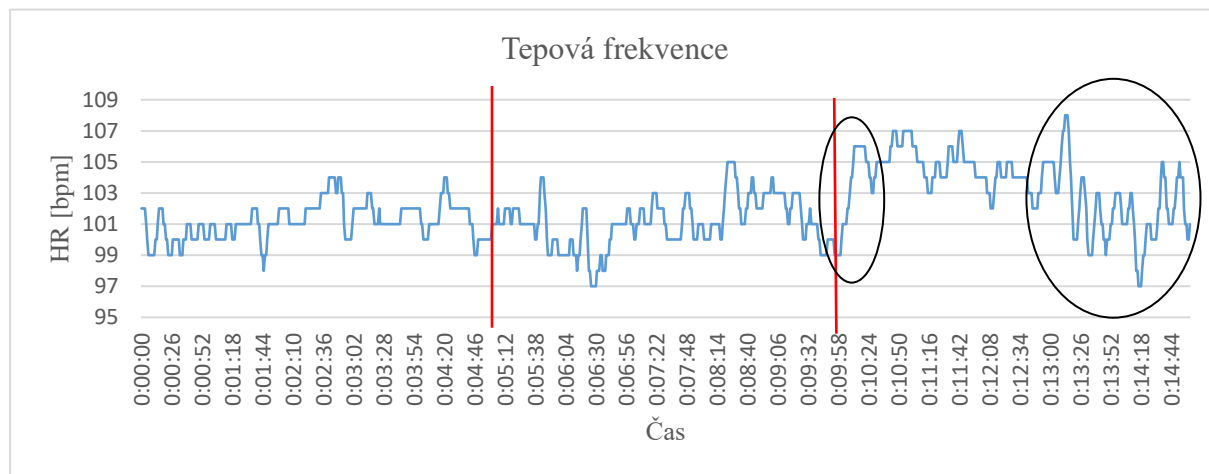
Obr. 37: Výstup GSR 1

Následující tabulka (Tab. 1) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály). Klíčová je průměrná hodnota. Směrodatné odchylce nenáleží z informačního hlediska vysoká důležitost, ale sloužila pro výpočet Pearsonova korelačního koeficientu. Stejně tak je to i ve všech dalších tabulkách, ve které se SMODCH vyskytuje.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	2,0494	2,3331
MIN	1,0085	1,9776
AVG	1,54	2,1027
SMODCH	0,2490	0,0737

Tab. 1: Výpočet GSR ukazatelů 1

Z grafu (Obr. 38) je patrný nárůst srdeční frekvence při zahájení 3. fáze experimentu (1. vyznačené místo). Závěrečné oscilace souhlasí s oscilacemi výstupů GSR senzoru – hledání odpovědi pro otázku týkající se Covid-19.



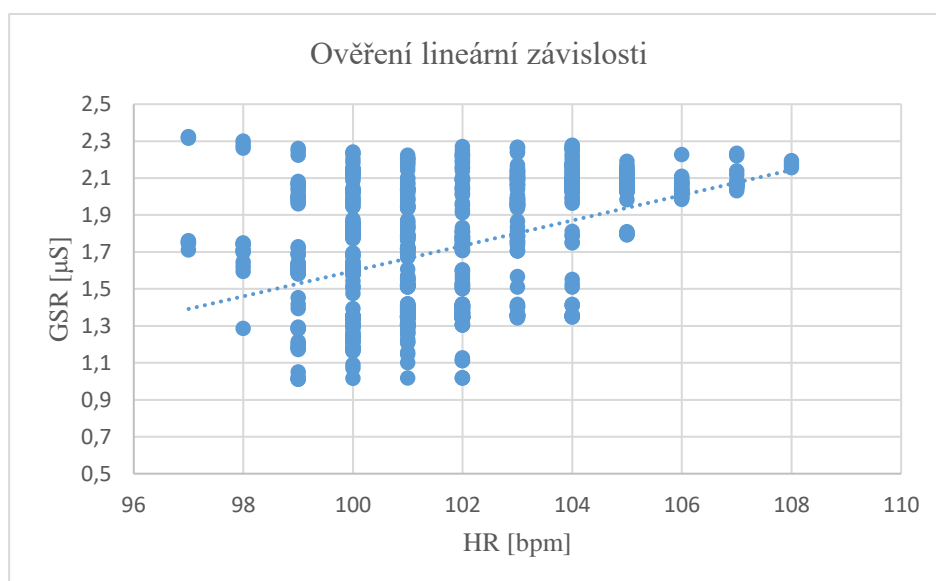
Obr. 38: Výstup HR 1

Následující tabulka (Tab. 2) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály). V daném případě je shodná minimální hodnota, nicméně klíčová je průměrná hodnota.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	105	108
MIN	97	97
AVG	101	104
SMODCH	1,41	2,22

Tab. 2: Výpočet HR ukazatelů 1

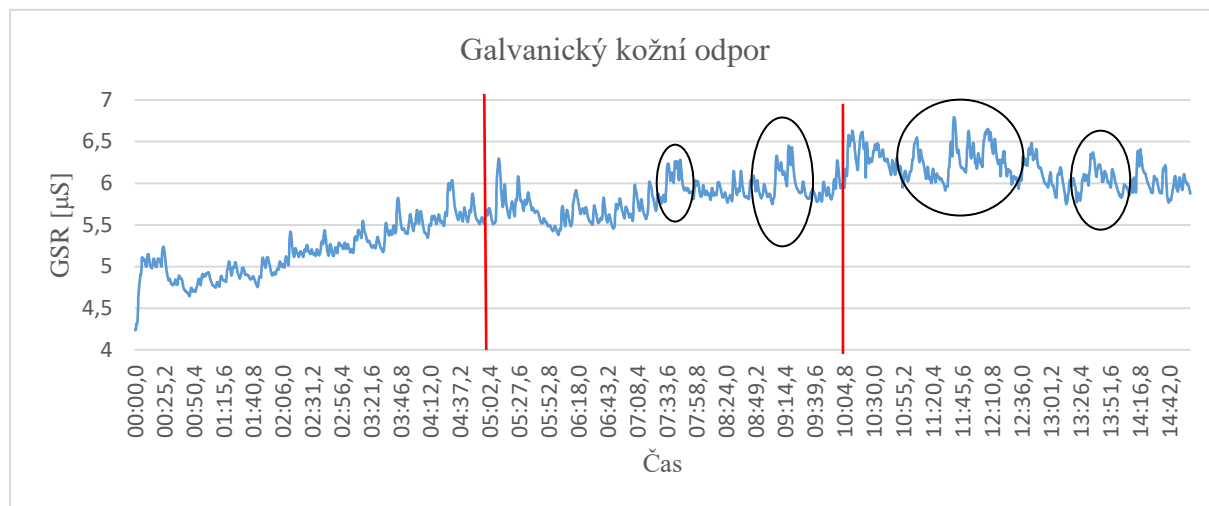
Dle interpretace hodnot Pearsonova korelačního koeficientu, která byla vysvětlena v kapitole 6, hodnota $r_{xy} = 0,419$ prokazuje částečnou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 39: Zobrazení trendu lineární závislosti 1

8.2.2 Účastník 2

První zvýrazněný výstupek v grafu (Obr. 40) zapříčinila osoba klepající na dveře kanceláře. Druhá zakroužkovaná výchylka byla způsobena upozorněním na poslední zbývající minutu do konce 2. fáze. V 11. minutě se zúčastněný začal pohybovat v oblasti se správnou odpovědí na 1. otázku (otázka týkající se volných pracovních míst). Pár vteřin po 12. minutě řekl správnou odpověď a nasnímané hodnoty vykázaly lehký pokles. Čtvrtá zvýrazněná hodnota představuje odhalení další správné odpovědi.



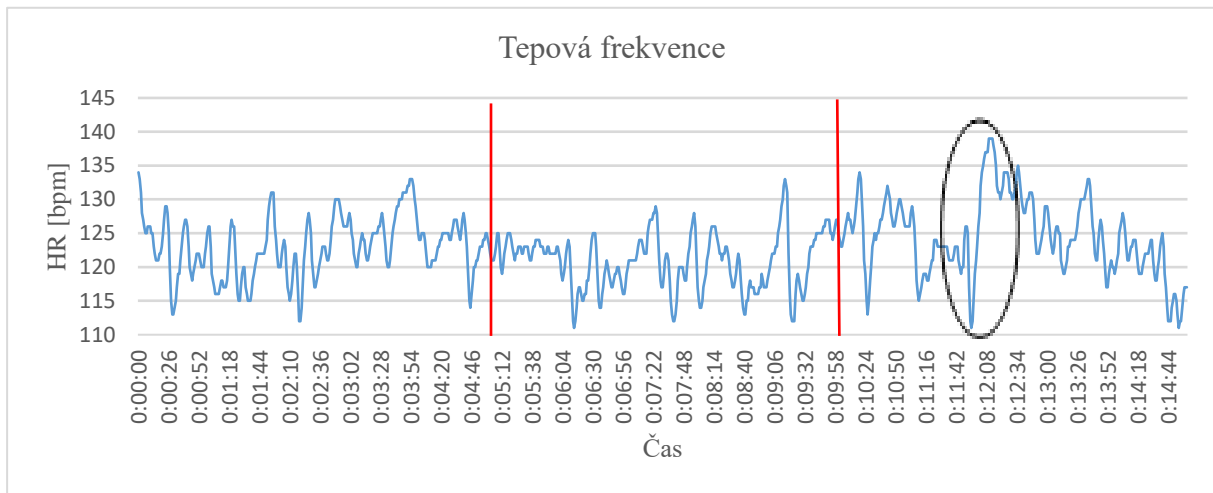
Obr. 40: Výstup GSR 2

Následující tabulka (Tab. 3) vykazuje stejně jako u 1. účastníka vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	6,4521	6,7946
MIN	4,2364	5,7465
AVG	5,5057	6,1620
SMODCH	0,4139	0,2056

Tab. 3: Výpočet GSR ukazatelů 2

Zvýrazněný výstupek v grafu (Obr. 41) označuje stejný časový okamžik jako v grafu předchozím, kdy se účastník pohyboval v oblasti se správnou odpovědí na 1. z otázek.



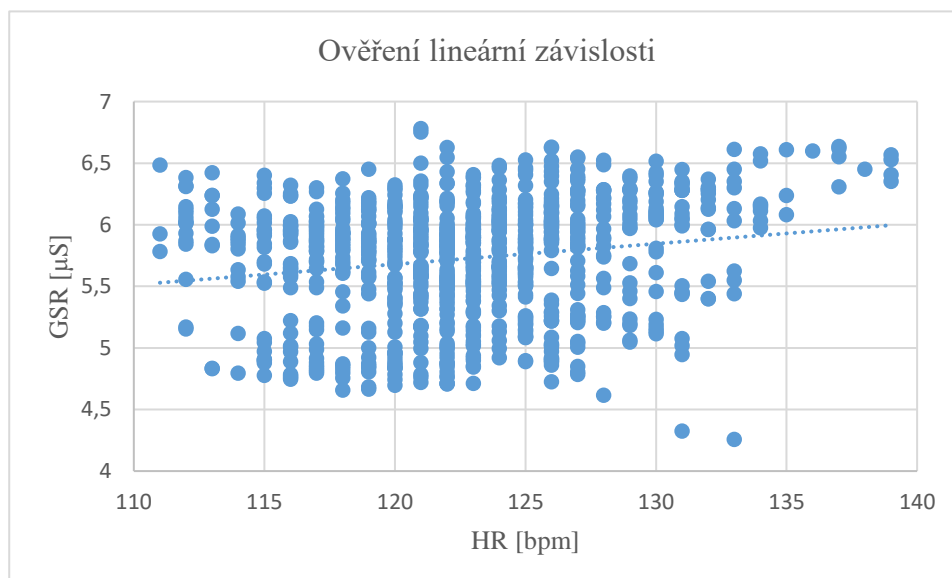
Obr. 41: Výstup HR 2

Následující tabulka (Tab. 4) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály). V daném případě je shodná minimální hodnota, nicméně klíčová je průměrná hodnota.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	134	139
MIN	111	111
AVG	122	125
SMODCH	4,39	5,81

Tab. 4: Výpočet HR ukazatelů 2

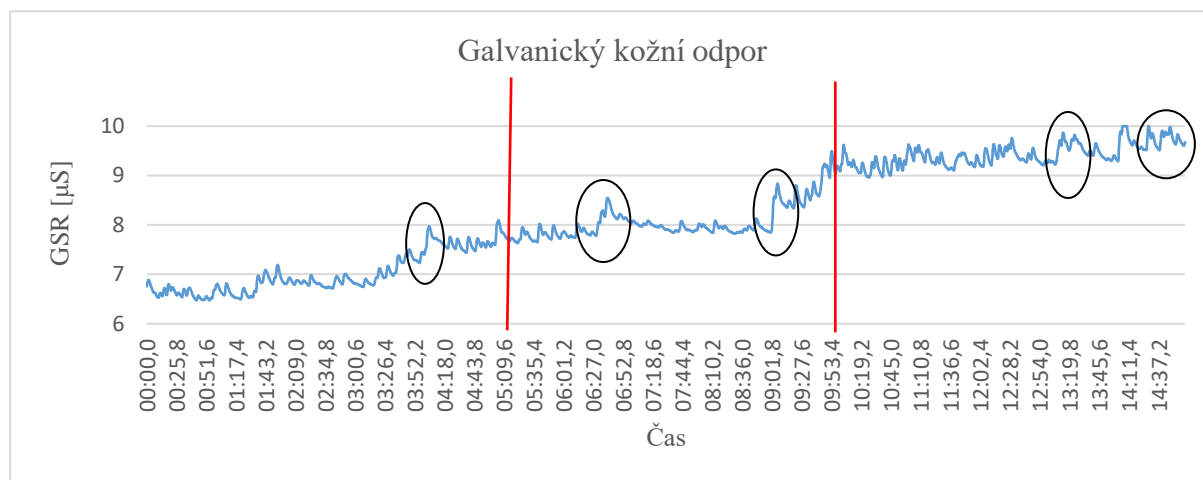
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,179$ prokazuje nepatrnou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 42: Zobrazení trendu lineární závislosti 2

8.2.3 Účastník 3

První zakroužkované místo v grafu (Obr. 43) označuje upozornění na poslední zbývající minutu do konce 1. části. Výraznější výstupek je patrný přibližně v čase 6:40, kdy účastník narazil na 1 odpověď z připravených dotazů, byť mu otázky před zahájením měření v kanceláři řečeny nebyly. Pravděpodobně mu předchozí účastník před vstupem do kanceláře prozradil, čeho se nadcházející testové otázky týkaly. Výchylka na začátku 9. minuty byla opět způsobena upozorněním na poslední zbývající minutu 2. části. Čtvrté zvýrazněné místo představuje moment, ve kterém účastník vyhledával ve správném grafu jednoho dataportálu odpověď na 1 z připravených otázek. Poslední zakroužkované hodnoty odrážejí koncentraci účastníka v další oblasti se správnou odpovědí.



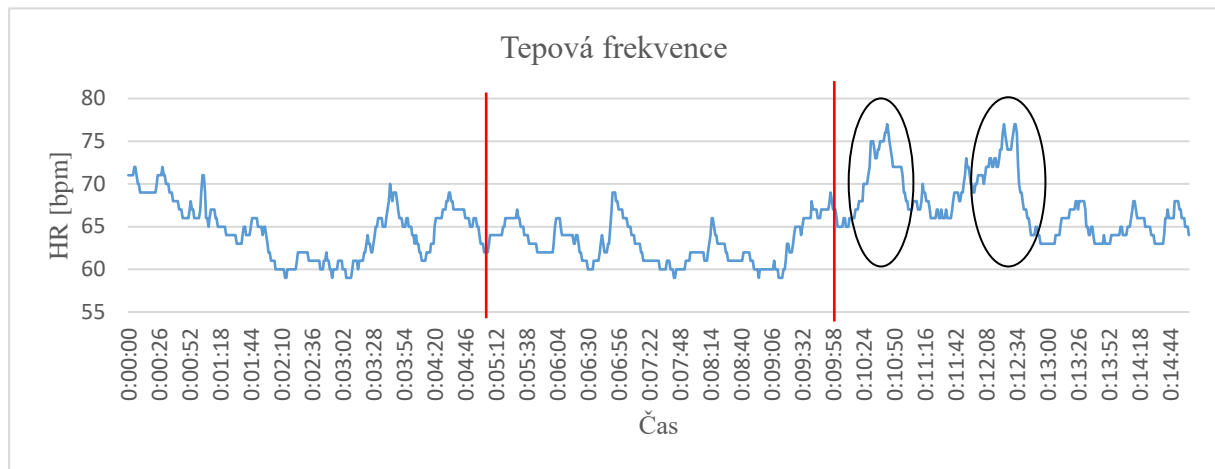
Obr. 43: Výstup GSR 3

Následující tabulka (Tab. 5) vykazuje stejně jako u předchozích účastníků vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	9,491	9,9999
MIN	6,4733	8,9616
AVG	7,5299	9,4317
SMODCH	0,6642	0,228

Tab. 5: Výpočet GSR ukazatelů 3

Z hodnot vyplývajících z měření tepové frekvence (Obr. 44) jsou patrné 2 výchyly. První přibližně v čase 10:45, kdy účastník našel 1. správnou odpověď. Druhý výstupek, v čase kolem 12:30, se účastník pohyboval v oblasti s odpovědí na 1 z otázek, ale odpověď nedohledal a postoupil tak k otázce následující.



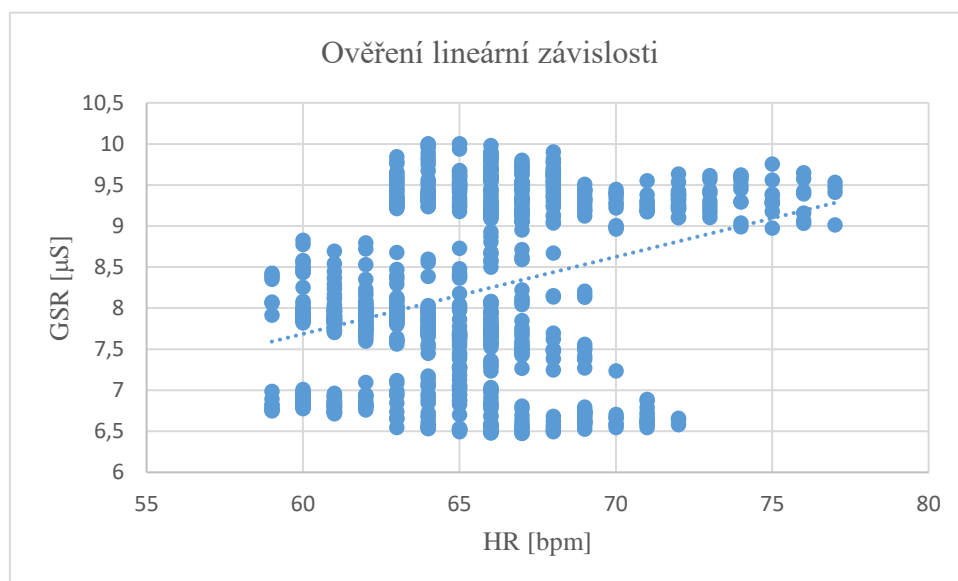
Obr. 44: Výstup HR 3

Z tabulky hodnot (viz Tab. 6) je zřejmé, že u účastníka nastala mírná stresová situace organismu, poněvadž nasnímané hodnoty srdeční frekvence během ostrého testu dosahovaly vyšších hodnot ve srovnání se seznamovacími fázemi.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	72	77
MIN	59	63
AVG	64	68
SMODCH	3,04	4

Tab. 6: Výpočet HR ukazatelů 3

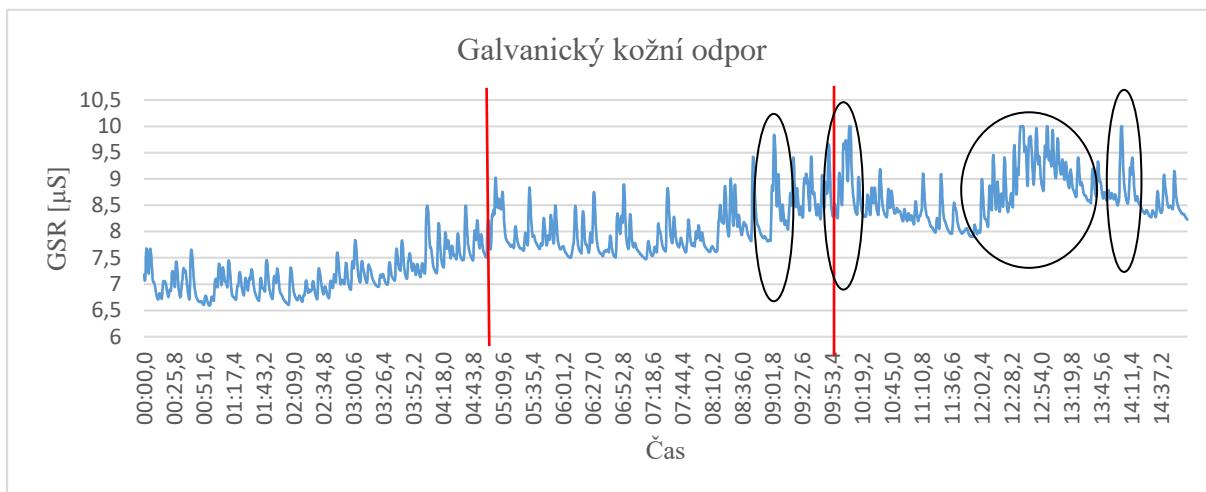
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,332$ prokazuje lehkou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 45: Zobrazení trendu lineární závislosti 3

8.2.4 Účastník 4

První zvýrazněný výstupek v grafu (Obr. 46) představuje znovu upozornění na poslední zbývající minutu do konce 2. fáze experimentu. Druhé zvýrazněné místo odráží zahájení ostrého testu. V dalším zakroužkovaném poli hodnot se zúčastněný pohyboval ve správné oblasti s odpovědí na otázku, až se dopracoval ke správné odpovědi. Tím došlo k lehkému poklesu hodnot. Třetí zvýrazněná část představuje ohlášení poslední minuty ostrého testu a vzápětí vyhledání další odpovědi, čímž opět došlo k poklesu hodnot.



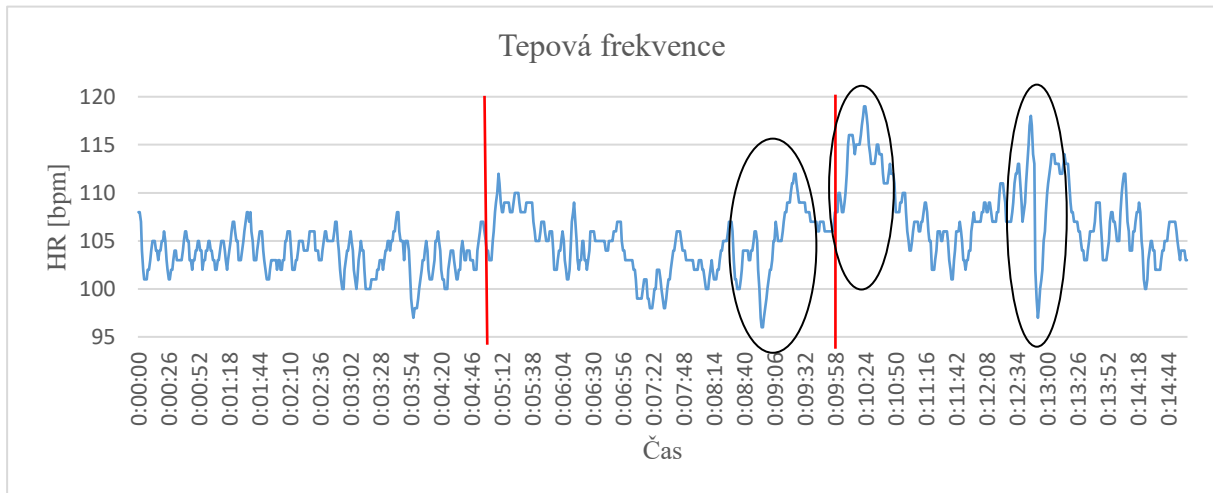
Obr. 46: Výstup GSR 4

Následující tabulka (Tab. 7) vykazuje stejně jako u předchozích účastníků vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	9,8406	9,9999
MIN	6,5885	7,8959
AVG	7,6329	8,6898
SMODCH	0,6188	0,4918

Tab. 7: Výpočet GSR ukazatelů 4

V grafu (Obr. 47) je zřejmý 1. výraznější nárůst hodnot srdeční frekvenci po upozornění na blížící se konec 2. fáze. Druhý výstpek nastal po zahájení ostré fáze experimentu a poslední hodnoty poklesu nastaly po nalezení 1 ze správných odpovědí.



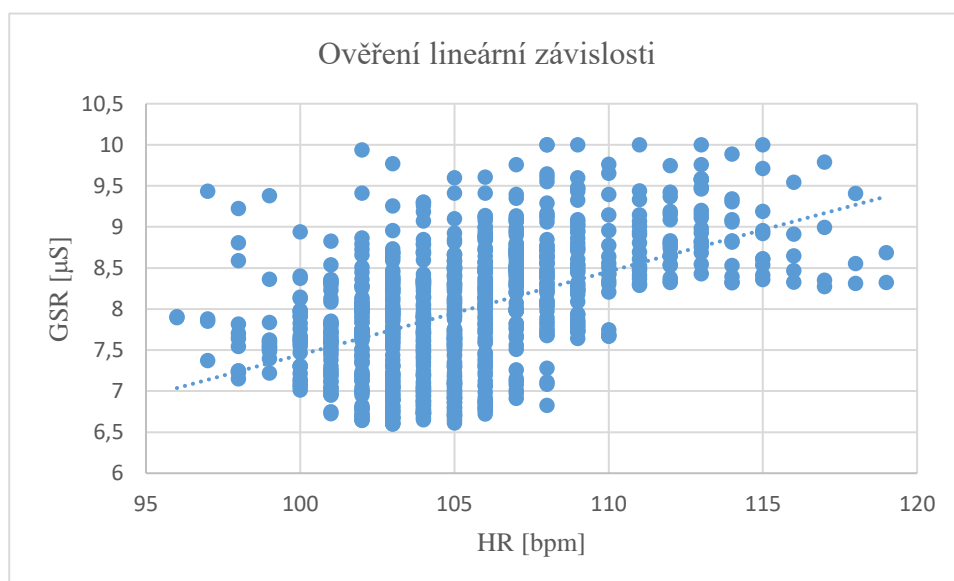
Obr. 47: Výstup HR 4

Z tabulky hodnot (Tab. 8) je zřejmé, že u účastníka nastala mírná stresová situace organismu, poněvadž nasnímané hodnoty srdeční frekvence během ostrého testu dosahovaly vyšších hodnot ve srovnání se seznamovacími fázemi.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	112	119
MIN	96	97
AVG	104	108
SMODCH	2,73	4,22

Tab. 8: Výpočet HR ukazatelů 4

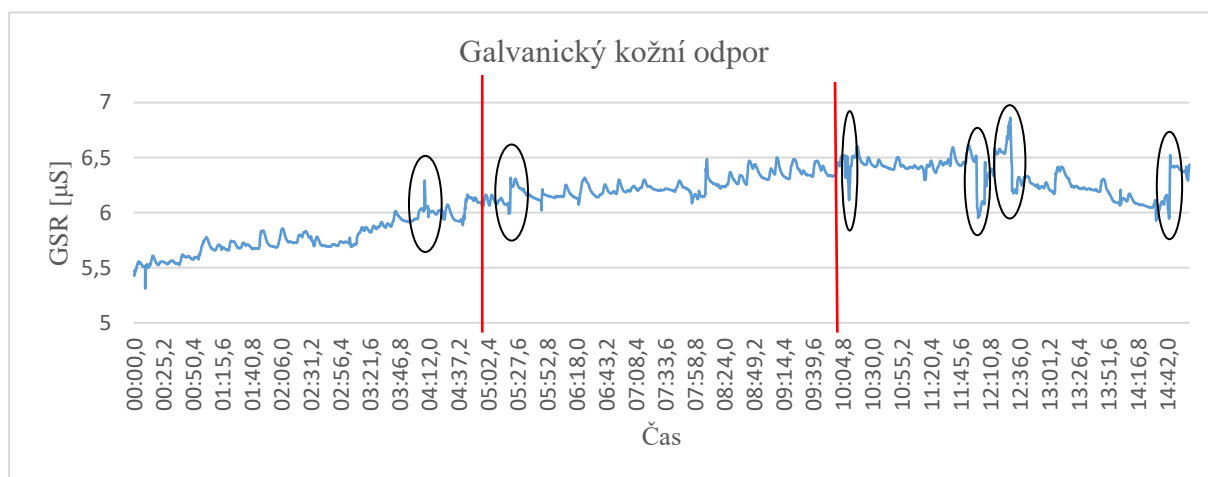
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,483$ prokazuje částečnou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 48: Zobrazení trendu lineární závislosti 4

8.2.5 Účastník 5

První označený výstupek v grafu (Obr. 49) nastal po upozornění na poslední minutu 1. fáze experimentu. Účastník byl před zahájením experimentu instruován, že experiment je zaměřen na data vykreslená v grafech a dashboardech. Druhý výraznější nárůst nastal při fázi prohlížení druhého dataportálu a objevení dashboardů přes navigaci. Další 2 zvýrazněné propady byly způsobeny pohybem ruky zúčastněného. Předposlední zakroužkovaná oblast zvýrazňuje moment, kdy zúčastněný začal psát na klávesnici a vzápětí byl upozorněn, že vyhledávání není povoleno. Poslední zvýrazněný nárůst představoval nalezení jediné odpovědi během experimentu.



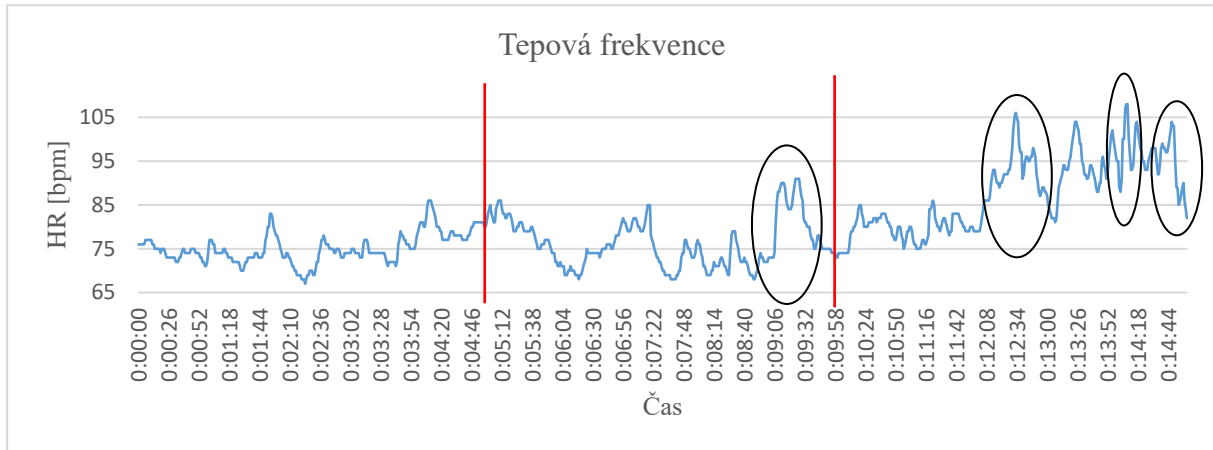
Obr. 49: Výstup GSR 5

Následující tabulka (Tab. 9) vykazuje stejně jako u předchozích účastníků vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	6,5006	6,8623
MIN	5,3106	5,9291
AVG	6,0140	6,3260
SMODCH	0,2706	0,1628

Tab. 9: Výpočet GSR ukazatelů 5

První zvýrazněný výstupek v grafu (Obr. 50) byl zapříčiněn zkouškou sirén 1. středu v měsíci. Druhá zakroužkovaná výchylka byla způsobena upozorněním na zákaz používání klávesnice během experimentu. Třetí zvýrazněné místo představuje upozornění na poslední minutu experimentu a poslední místo (pokles hodnot) nastal po nalezení jediné správné odpovědi.



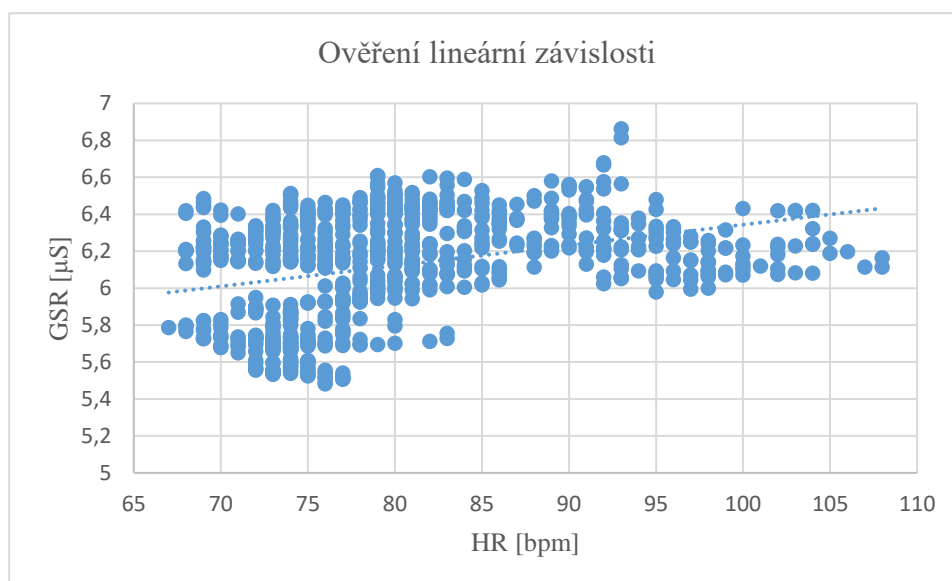
Obr. 50: Výstup HR 5

Z tabulky hodnot (Tab. 10) je zřejmé, že u účastníka nastala stresová situace pro organismus, poněvadž nasnímané hodnoty srdeční frekvence během ostrého testu dosahovaly o poznání vyšších hodnot ve srovnání se seznamovacími fázemi.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	91	108
MIN	67	74
AVG	76	88
SMODCH	4,63	8,52

Tab. 10: Výpočet HR ukazatelů 5

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,336$ prokazuje lehkou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 51: Zobrazení trendu lineární závislosti 5

8.2.6 Shrnutí charakteristiky 1

V následující tabulce (Tab. 11) jsou pro přehlednost vypsány průměrné hodnoty GSR, HR a Pearsonovy korelační koeficienty všech účastníků zařazených pod 1. charakteristiku. U všech účastníků s touto charakteristikou došlo k nárůstu průměrné hodnoty srdeční frekvence i kožní vodivosti ve 3. fázi experimentu. Výchyly hodnot v jednotlivých grafech byly převážně způsobeny v momentech, kdy byla zúčastněným oznámena poslední minuta určité fáze experimentu, příp. při přechodech do dalších fází. Dále když se pohybovali na dataportálu v oblasti se správnou odpovědí na některou z otázek a v neposlední řadě jinými nekontrolovatelnými vlivy, např. zkouškou sirén nebo zaklepaním třetí osoby na kancelář, kde experiment probíhal.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
AVG GSR – účastník 1	1,54	2,1027
AVG HR – účastník 1	101	104
r_{xy} – účastník 1	0,419	
AVG GSR – účastník 2	5,5057	6,1620
AVG HR – účastník 2	122	125
r_{xy} – účastník 2	0,179	
AVG GSR – účastník 3	7,5299	9,4317
AVG HR – účastník 3	64	68
r_{xy} – účastník 3	0,332	
AVG GSR – účastník 4	7,6329	8,6898
AVG HR – účastník 4	104	108
r_{xy} – účastník 4	0,483	
AVG GSR – účastník 5	6,0140	6,3260
AVG HR – účastník 5	76	88
r_{xy} – účastník 5	0,336	

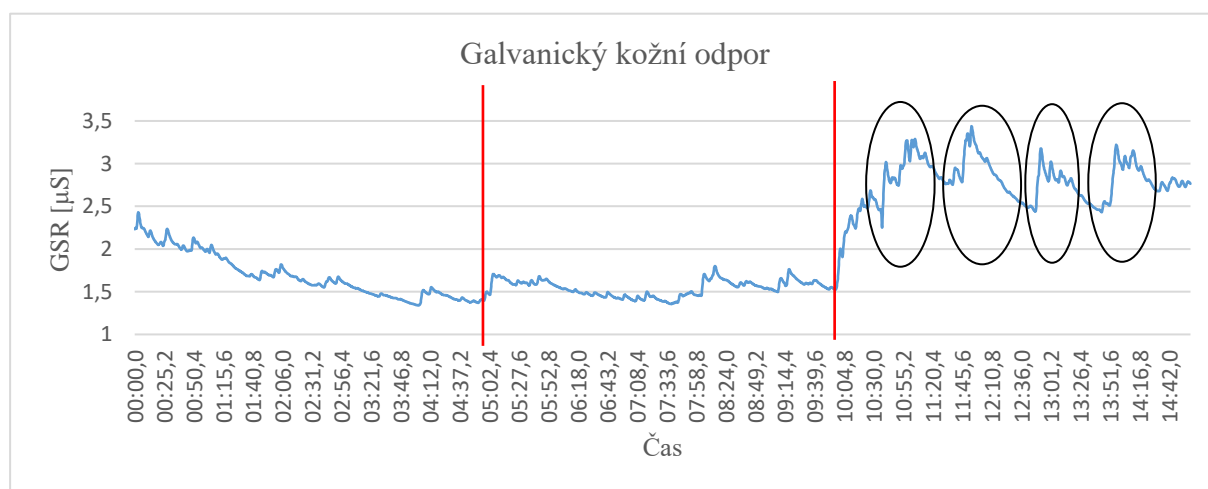
Tab. 11: Celkový přehled ukazatelů charakteristiky 1

8.3 Charakteristika 2

Výstup GSR senzoru u účastníků spadajících do charakteristiky 2 vykazoval následující znaky. Kožní vodivost se na začátku experimentu nacházela na určité hladině a s plynutím času během 1. a 2. fáze měření nedocházelo k výraznému nárůstu hodnot. Někdy lze pozorovat dokonce i mírný pokles. Naopak při zahájení 3. fáze experimentu nastal nárůst hodnot, které následně jednoznačně oscilovaly okolo vyšší střední hodnoty než v předchozích 2 fázích. Takové jsou klíčové znaky nasnímaných hodnot GSR senzorem u účastníků nacházejících se ve druhé charakteristice. Tendence výstupů z měření srdeční frekvence se u účastníků jednoznačně neshodovaly ve výsledné průměrné hodnotě dílčích fází. Pro ověření vazby srdeční frekvence k jednotlivým fázím by tedy zřejmě bylo zapotřebí většího počtu účastníků experimentu. V dílčích podkapitolách jsou přiloženy grafy kožní vodivosti, srdeční frekvence a jednoduché výpočtové tabulky s krátkým popisem jednotlivých účastníků.

8.3.1 Účastník 1

První zvýrazněné pole hodnot v grafu (Obr. 52) zobrazuje nejdříve pokles a následný nárůst. Účastník se během poklesu pohyboval v oblasti se správnou odpovědí. Po dotazu ze strany účastníka, zdali stačí nechat pouze otevřené dialogové okno pravděpodobné oblasti se správnou odpovědí byl účastník instruován, že musí ústně sdělit přesnou číselnou odpověď, čímž došlo k nárůstu hodnot, neboť nevěděl, kde přesnou hodnotu najít. Druhá vyznačená oblast nastala v momentě, kdy narazil na graf se správnou odpovědí, což vyvolalo postupný nárůst při hledání korektní hodnoty v grafu. Po jejím nalezení opět došlo k poklesu. V další zakroužkované oblasti nastal opětovný nárůst důsledkem otevření ne zcela přehledného grafu na datovém portálu druhého kraje, vyobrazujícího velké množství informací, který ačkoliv se týkal volných pracovních míst, neobsahoval číselné údaje, a tedy ani odpověď na otázku. V poslední označené části se účastník stále snažil dohledat správnou odpověď na stejnou otázku pro stejný kraj, ale hledání vzdal a přešel k další otázce.



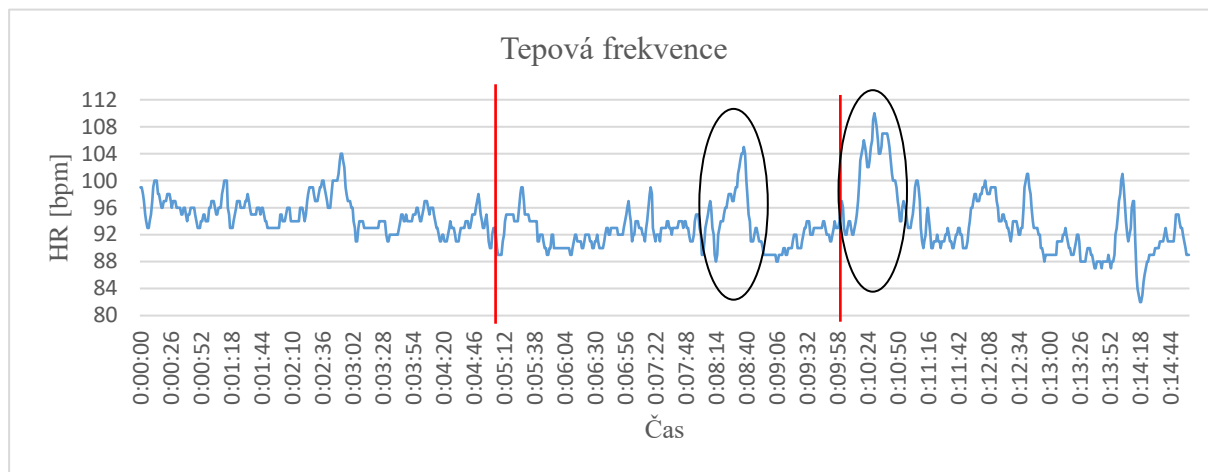
Obr. 52: Výstup GSR 6

Následující tabulka (Tab. 12) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	2,432	3,4388
MIN	1,3399	1,8109
AVG	1,6162	2,7810
SMODCH	0,2085	0,2641

Tab. 12: Výpočet GSR ukazatelů 6

I po opětovném zhlédnutí záznamu videa nebylo zřejmé, co vyvolalo 1. označenou oblast v grafu (Obr. 53). Druhý zakroužkovaný výkyv hodnot nastal po zahájení 3. (ostré) fáze experimentu.



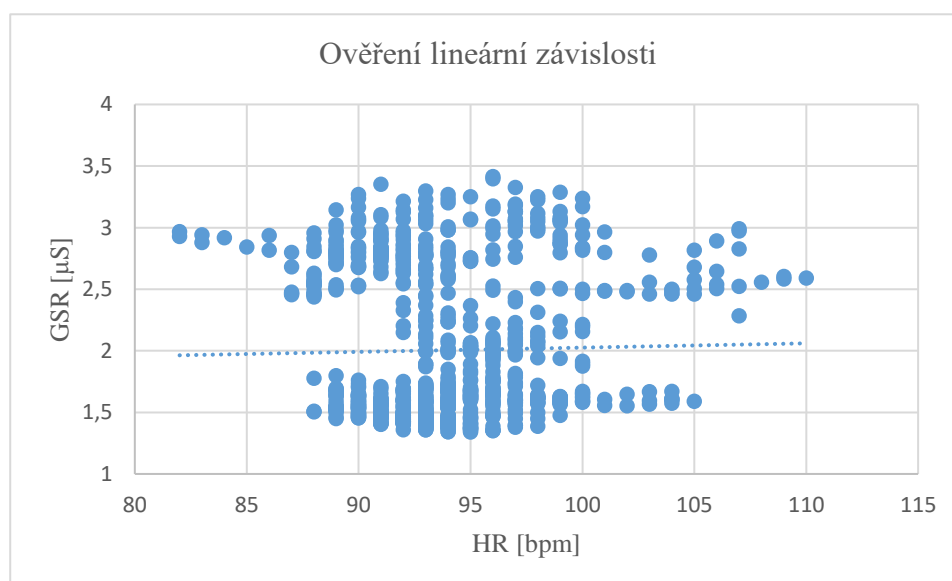
Obr. 53: Výstup HR 6

Oproti výstupům z GSR senzoru nebyla z tabulky s HR hodnotami (Tab. 13) prokázána vyšší průměrná hodnota srdeční frekvence mezi seznamovacími fázemi (první 2 fáze) a ostrým testem (3. fází experimentu).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	105	110
MIN	88	82
AVG	94	94
SMODCH	2,97	5,24

Tab. 13: Výpočet HR ukazatelů 6

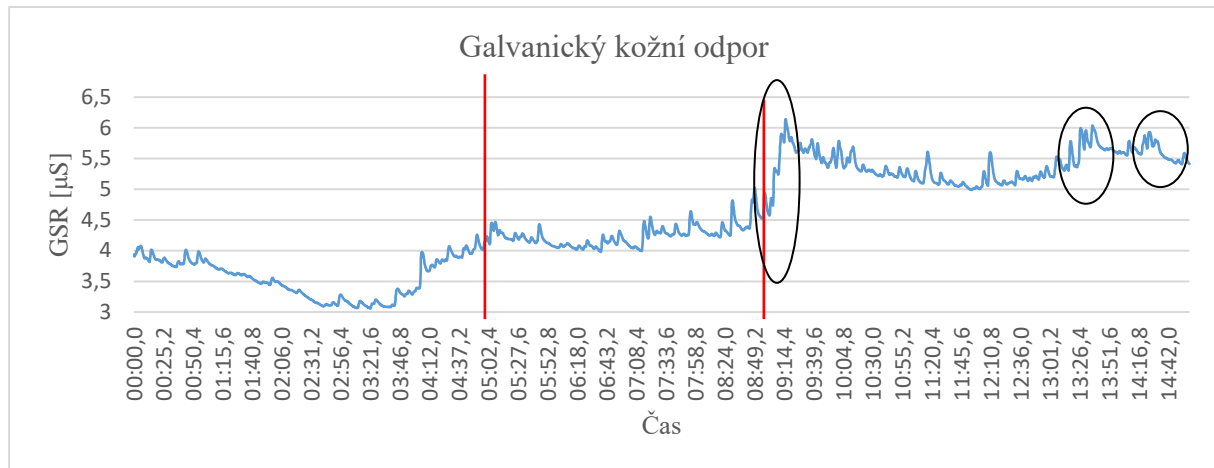
Vypočtená hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,023$ neprokazuje korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 54: Zobrazení trendu lineární závislosti 6

8.3.2 Účastník 2

Ačkoliv byla v 9. minutě ze strany autora mylně ukončena 2. fáze experimentu, lze v grafu (Obr. 55) zcela jednoznačně vidět přechod z fáze prohlížení do fáze ostrého testu. Druhá zvýrazněná oblast výkyvu vznikla při pohybu účastníka v oblasti se správnou odpovědí na 1 z otázek a její nalezení. Poslední vyznačená oblast nastala přibližně v čase 14:25, kdy účastník našel další z odpovědí.



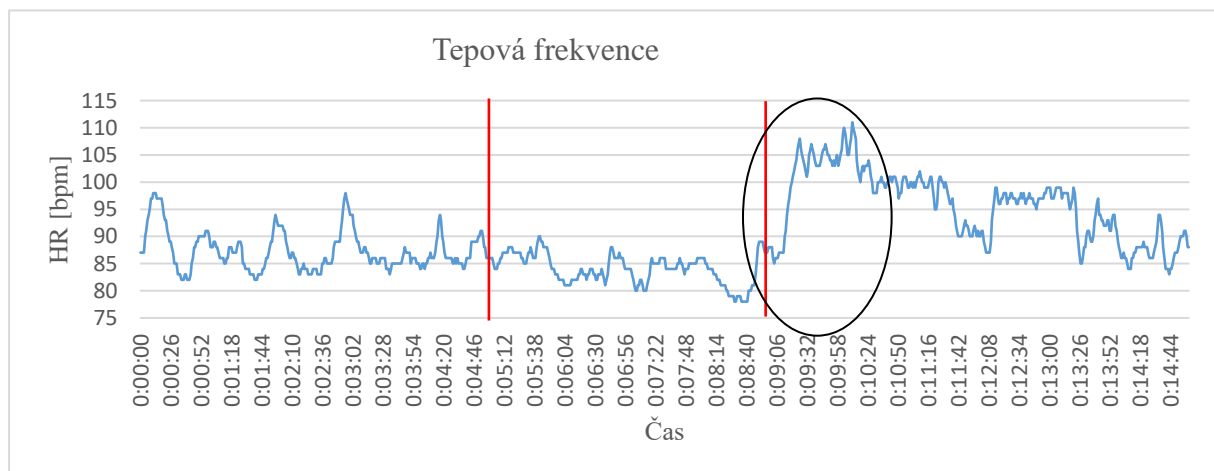
Obr. 55: Výstup GSR 7

Následující tabulka (Tab. 14) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	5,0237	6,1423
MIN	3,0563	4,5708
AVG	3,8701	5,3995
SMODCH	0,4407	0,2687

Tab. 14: Výpočet GSR ukazatelů 7

V grafu (Obr. 56) je stejně jako v grafu předchozím naprosto zřetelně vidět přechod z fáze prohlížení do fáze ostrého testu.



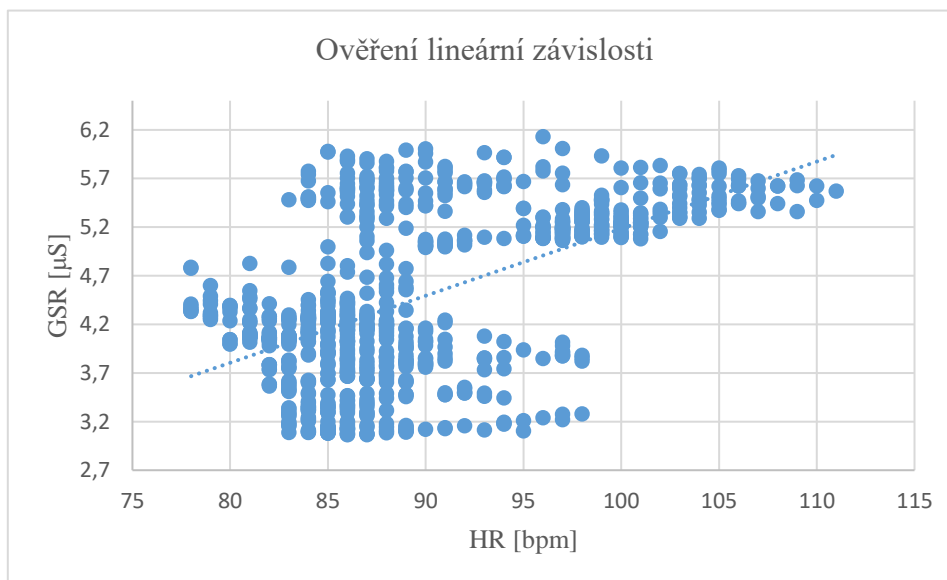
Obr. 56: Výstup HR 7

Z tabulky hodnot (Tab. 15) je zřejmé, že u účastníka nastala stresová situace pro organismus, poněvadž nasnímané hodnoty srdeční frekvence během ostrého testu dosahovaly o poznání vyšších hodnot ve srovnání s fázemi prohlížení. Tento účastník vypil za den 2 kávy, přičemž 1 z nich 20 minut před zahájením experimentu. Tuto skutečnost je možné považovat za faktor ovlivňující srdeční frekvenci.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	98	111
MIN	78	83
AVG	86	96
SMODCH	3,68	6,45

Tab. 15: Výpočet HR ukazatelů 7

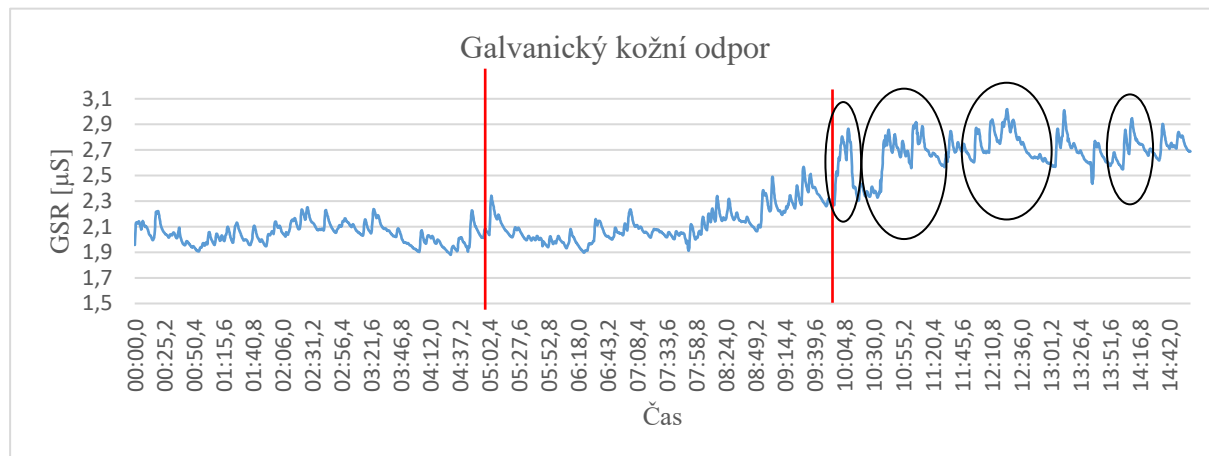
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu vyšla $r_{xy} = 0,57$. Jedná se o nejvyšší spočítanou hodnotu Pearsonova koeficientu ze všech zúčastněných toho experimentu a prokazuje tak nejsilnější pozitivní korelaci výstupů GSR a HR tohoto experimentu.



Obr. 57: Zobrazení trendu lineární závislosti 7

8.3.3 Účastník 3

Stejně jako u mnoha předchozích měření, 1. značný výkyv nastal při začátku 3. fáze experimentu. Ve 2. označené oblasti je patrný nárůst hodnot, jehož příčinou bylo prokliknutí se do hledané oblasti se správnou odpovědí. Po jejím nalezení došlo k opětovnému poklesu hodnot kožní vodivosti až do momentu ve třetí označené oblasti, kdy se účastník opět pohyboval v oblasti s odpovědí na následující otázku a následným poklesem po nalezení korektní odpovědi. Poslední nárůst hodnot se projevil po upozornění na poslední minutu experimentu.



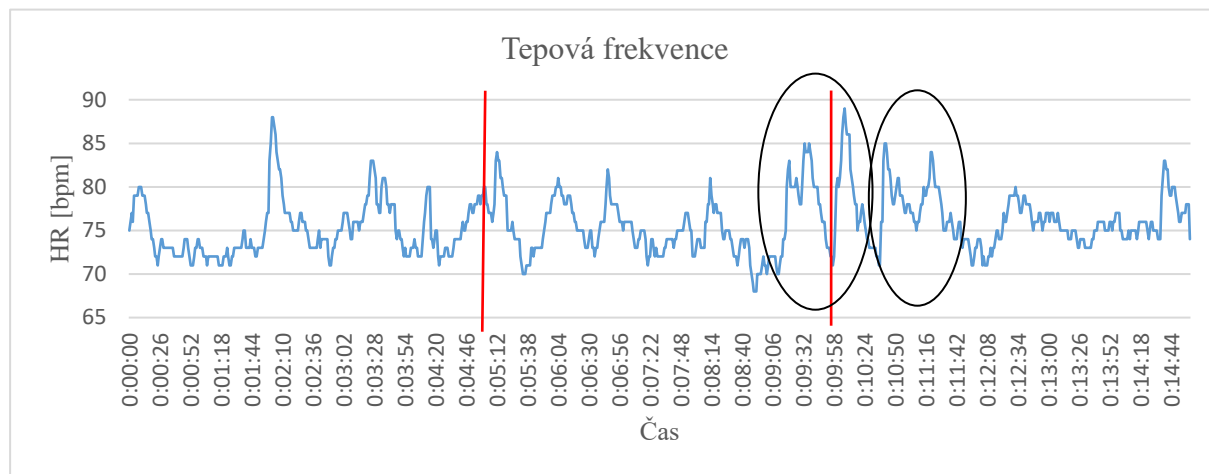
Obr. 58: Výstup GSR 8

Následující tabulka (Tab. 16) vykazuje vyšší hodnoty během 3. fáze experimentu (fáze ostrého testu) ve srovnání s prvními 2 fázemi (fázemi seznamování se s datovými portály).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	2,6248	3,0192
MIN	1,8801	2,3040
AVG	2,0872	2,6920
SMODCH	0,1198	0,1341

Tab. 16: Výpočet GSR ukazatelů 8

Označená výchylka se projevila po upozornění na poslední minutu 2. fáze experimentu a po započetí ostré fáze experimentu. Druhá vyznačená oblast hodnot indikuje hledání správné odpovědi na otázku v relevantní části datového portálu.



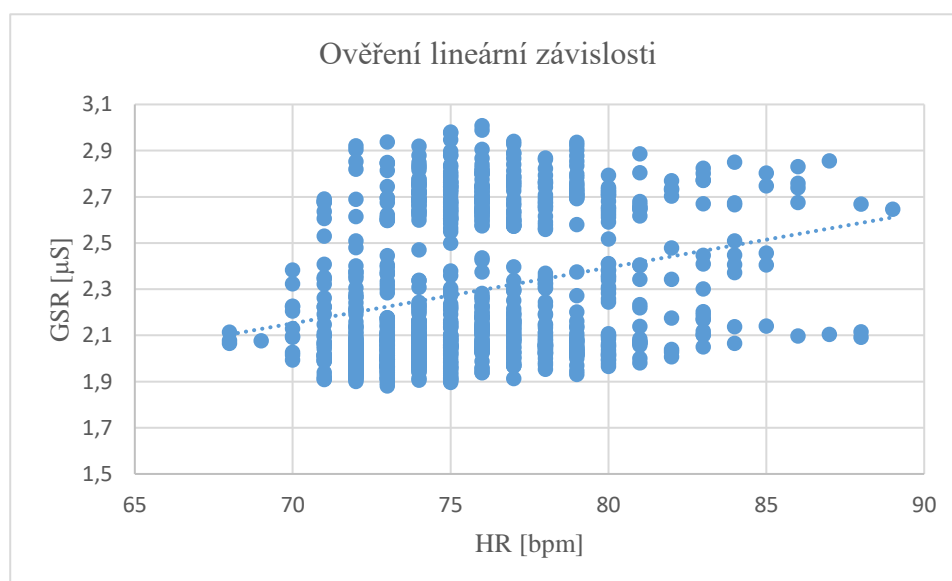
Obr. 59: Výstup HR 8

Z tabulky hodnot (Tab. 17) je zřejmé, že u účastníka nastala mírná stresová situace organismu, poněvadž nasnímané hodnoty srdeční frekvence během ostrého testu dosahovaly vyšších hodnot ve srovnání se seznamovacími fázemi.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	88	89
MIN	68	71
AVG	75	77
SMODCH	3,34	3,18

Tab. 17: Výpočet HR ukazatelů 8

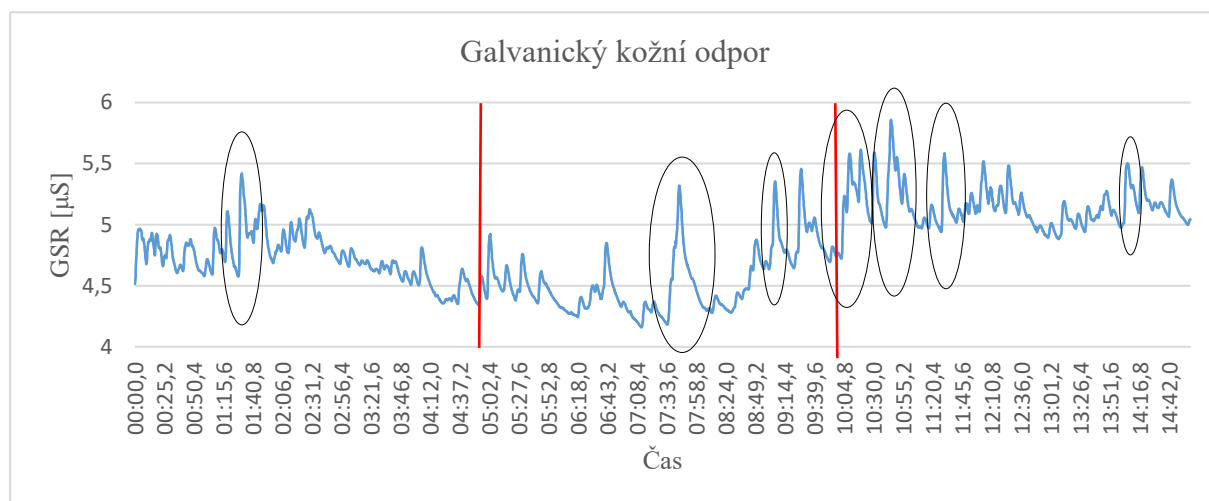
Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,26$ prokazuje mírnou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 60: Zobrazení trendu lineární závislosti 8

8.3.4 Účastník 4

V průběhu 1. fáze v nadcházejícím grafu (Obr. 61) je patrný vrchol přibližně v čase 1:30 vyvolaný důsledkem vibrujícího mobilního telefonu v kapse účastníka kvůli příchozímu hovoru. Druhý výrazný výstupek se objevuje přibližně v čase 7:45, jehož zapříčinění způsobilo pětivteřinové otevírání interaktivní mapy největších firem v Královéhradeckém kraji. Třetí zvláštní výstupek se projevil po upozornění na poslední minutu 2. fáze. V úplném začátku 3. fáze hodnoty rapidně vzrostly a ve srovnání s předchozími 2 fázemi už k tak jasnému poklesu nedošlo. Jinými slovy hodnoty oscilovaly okolo vyšší střední hodnoty než v předchozích dvou fázích, což dokazuje i následující tabulka (viz Tab. 18). Maximální hodnota celého experimentu byla přibližně v čase 10:45 a to při nalezení 1. správné odpovědi, což pravděpodobně vyvolalo i následující lehké psychické uvolnění, které se podepsalo klesající tendencí křivky. Nadcházející nárůst hodnoty přibližně v čase 11:27 se projevil při snaze najít odpověď na 2. dataportálu. Účastník se pohyboval ve správné oblasti, ale žádaný parametr nenašel a přeskočil tak na další otázku. Poslední zakroužkovaný výstupek se projevil po ohlášení poslední minuty experimentu.

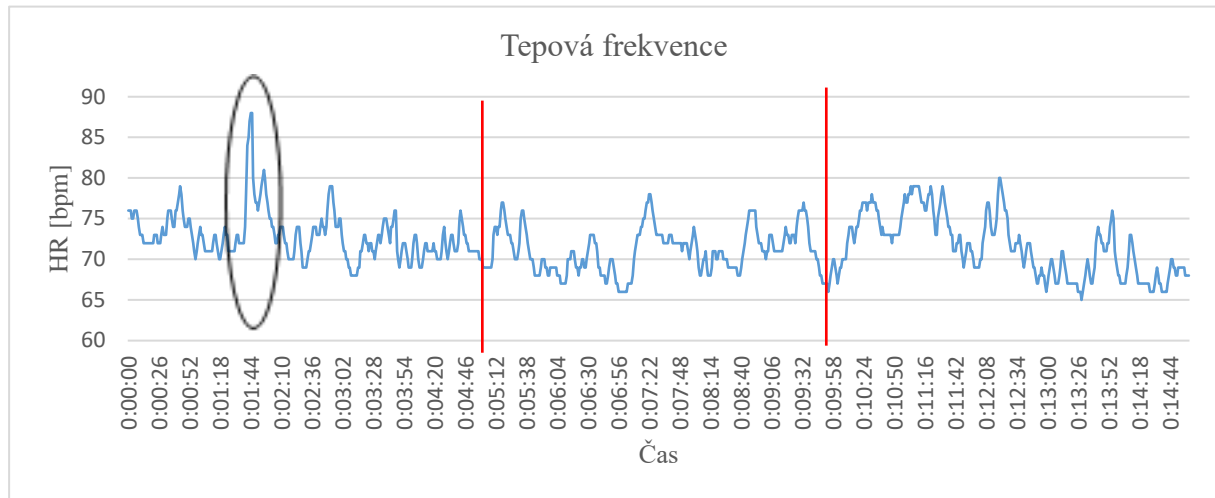


Obr. 61: Výstup GSR 9

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	5,4546	5,8577
MIN	4,1596	4,7211
AVG	4,6367	5,1563
SMODCH	0,2483	0,1740

Tab. 18: Výpočet GSR ukazatelů 9

Jediná značná výchylka hodnoty v grafu srdeční frekvence (viz Obr. 62) vykresluje přesnou kopii jako v předchozím grafu, která je patrná v 1. fázi a byla způsobena vibrováním telefonu v kapse.



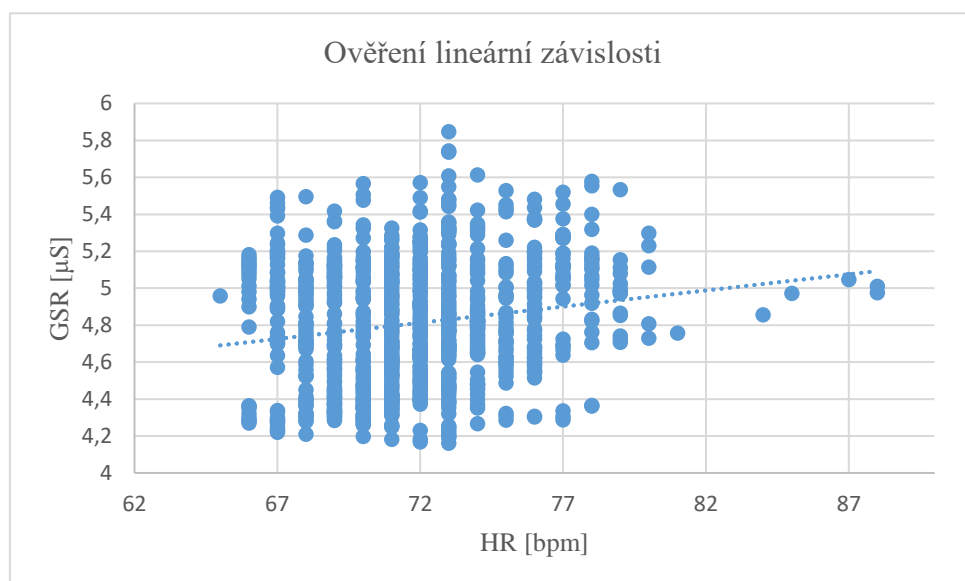
Obr. 62: Výstup HR 9

Oproti výstupům z GSR senzoru nebyla z následující tabulky s HR hodnotami (Tab. 19) prokázána vyšší průměrná hodnota srdeční frekvence mezi seznamovacími fázemi (první 2 fáze) a ostrým testem (3. fázi experimentu).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	88	80
MIN	66	65
AVG	72	72
SMODCH	3,04	4

Tab. 19: Výpočet HR ukazatelů 9

Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu $r_{xy} = 0,174$ prokazuje nepatrnou pozitivní korelaci výstupů GSR a HR.



Obr. 63: Zobrazení trendu lineární závislosti 9

8.3.5 Shrnutí charakteristiky 2

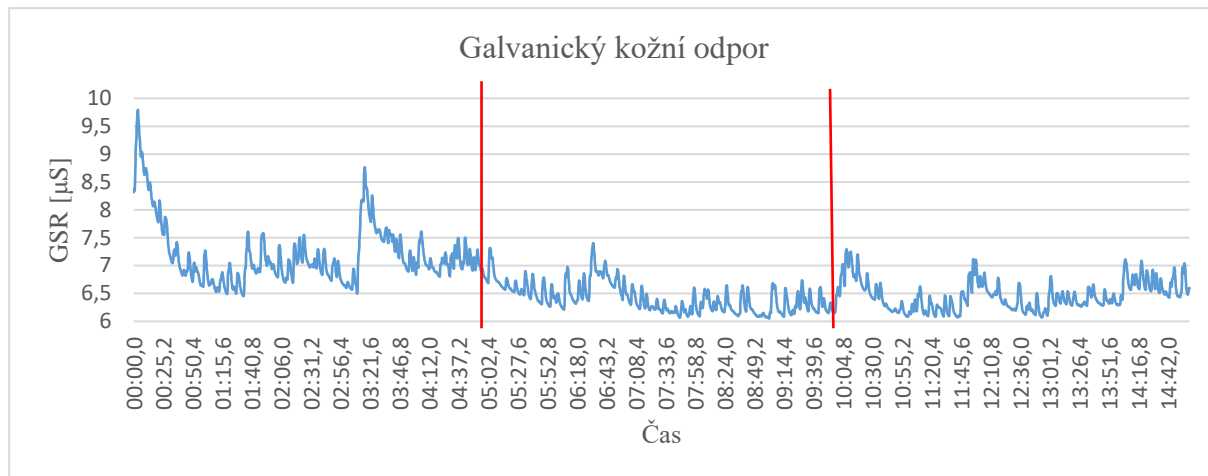
V následující tabulce (Tab. 20) jsou pro přehlednost vypsány průměrné hodnoty GSR, HR a Pearsonovy korelační koeficienty všech účastníků zařazených pod 2. charakteristiku. U všech účastníků s touto charakteristikou došlo k nárůstu průměrné hodnoty kožní vodivosti ve 3. fázi experimentu. To ale nelze tvrdit o průměrné hodnotě srdeční frekvence, neboť pouze u 2 ze 4 účastníků došlo k nárůstu průměrné hodnoty. Navíc 1 účastník měl krátkou dobu před zahájením experimentu šálek kávy, což mohlo ovlivnit výstup z měřících zařízení pro měření srdeční frekvence. Výchytky hodnot v jednotlivých grafech byly převážně způsobeny stejně jako u osob zařazených do 1. charakteristiky v momentech, kdy byla zúčastněným oznámena poslední minuta určité fáze experimentu, příp. při přechodech do dalších fází. Dále když se pohybovali na dataportálu v oblasti se správnou odpovědí na některou z otázek a v neposlední řadě jinými nekontrolovatelnými vlivy, např. vibrujícím mobilním telefonem (příchozí hovor) účastníka.

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
AVG GSR – účastník 1	1,6162	2,7810
AVG HR – účastník 1	94	94
r_{xy} – účastník 1	0,023	
AVG GSR – účastník 2	3,8701	5,3995
AVG HR – účastník 2	86	96
r_{xy} – účastník 2	0,57	
AVG GSR – účastník 3	2,0872	2,6920
AVG HR – účastník 3	75	77
r_{xy} – účastník 3	0,26	
AVG GSR – účastník 4	4,6367	5,1563
AVG HR – účastník 4	72	72
r_{xy} – účastník 4	0,174	

Tab. 20: Celkový přehled ukazatelů charakteristiky 2

8.4 Charakteristika 3

Jeden z účastníků se naprosto vymykal z doposud vyhodnocených dvou charakteristik, neboť výstupy z GSR senzoru vykazovaly opačný, klesající trend s plynoucím časem během experimentu (viz Obr. 64). Účastník měl vysokou hodnotu kožní vodivosti na počátku experimentu, kterou zřejmě způsobila nervozita před samotným experimentem. Dále zobrazen převážně klesající trend.



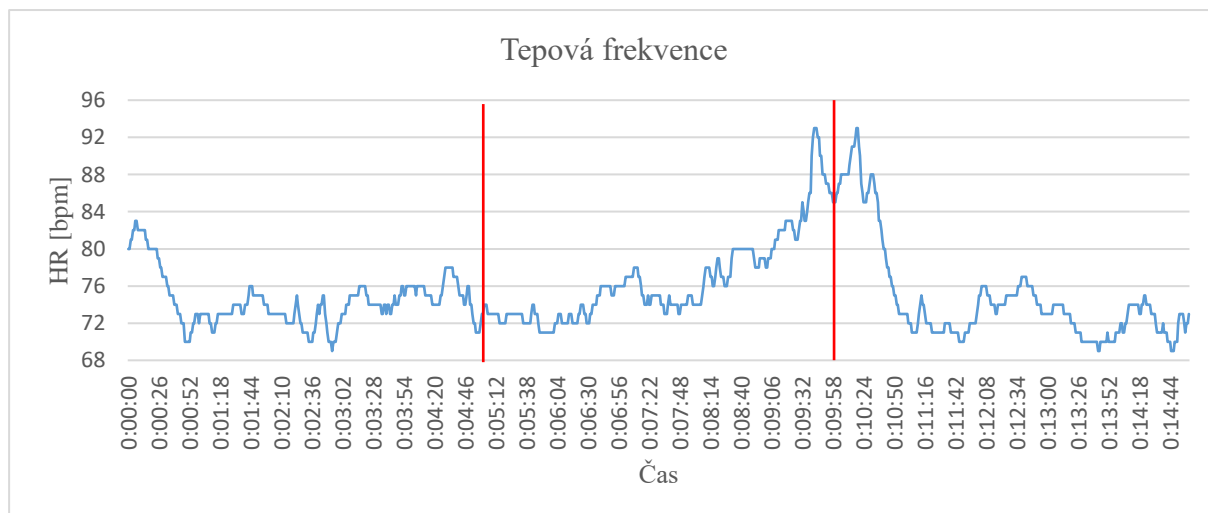
Obr. 64: Výstup GSR 10

Klesající trend potvrzuje i následující tabulka výstupů z GSR senzoru (Tab. 21)

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	9,7924	7,292
MIN	6,0503	6,069
AVG	6,8148	6,4696
SMODCH	0,5797	0,2625

Tab. 21: Výpočet GSR ukazatelů 10

Jediný výrazný nárůst hodnot HR začal po upozornění na poslední zbývající minutu 2. fáze experimentu a poté opět při zahájení 3. fáze (ostrého testu) experimentu.



Obr. 65: Výstup HR 10

Nárůst hodnot nebyl prokázán ani z vypočtených hodnot v další tabulce (Tab. 22).

	prohlížení (I. a II. fáze)	ostrý test (III. fáze)
MAX	93	93
MIN	69	69
AVG	76	75
SMODCH	4,06	5,47

Tab. 22: Výpočet HR ukazatelů 10

Na základě výše uvedených skutečností nebyl účastník zařazen ani do jedné z dříve vymezených charakteristik.

8.5 Celkové zhodnocení experimentu

Na základě provedeného experimentu a vyhodnocení výsledků z něj naměřených, byly vyzorovány 2 charakteristiky, do kterých byli všichni účastníci, až na 1 výjimku, rozděleni. Převážně byly u účastníků výchyly hodnot způsobeny v momentech přechodů mezi jednotlivými fázemi, po upozornění na poslední zbývající minuty jednotlivých fází, jejich koncentraci při hledání odpovědi v relevantní oblasti na datových portálech a nekontrolovatelnými vlivy zmíněnými v předchozích shrnutích jednotlivých charakteristik.

V kapitole 6 byly položeny 3 výzkumné otázky, na které mělo být prostřednictvím těchto vyhodnocených výstupů odpovězeno.

- 1) Je možné aplikovat kombinaci výše uvedených měřících zařízení pro hodnocení psychické zátěže způsobené při experimentu s počítačovým interface (rozhraním)?

Jako nejlepší prostředek pro měření psychické zátěže se osvědčil GSR senzor, neboť je velmi citlivý, a snadno se tak zrcadlí aktivita a reakce organismu na vnější vlivy a díky tomu jsou patrné výchyly ve výstupních datech. Zařízení pro měření srdeční frekvence neprokázala tak význačné výchyly u všech zúčastněných osob experimentu této diplomové práce. Tobii Pro Glasses sloužily pouze jako podpůrný nástroj pro zpětnou analýzu nasnímaných hodnot z ostatních zařízení použitých v rámci experimentu.

- 2) Ovlivňují se dané ukazatele navzájem po vyhodnocení výstupů?

Korelace dat získaných z GSR senzoru a zařízení pro měření srdeční frekvence byla ověřována pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Na základě vypočítaných hodnot tohoto koeficientu lze tvrdit, že existuje částečná lineární závislost mezi naměřenými výstupy, neboť u 8 z 10 účastníků alespoň minimální pozitivní korelace byla prokázána.

- 3) Dochází k nárůstu úrovně stresu v souvislosti s blížícím se koncem času vyhrazeným pro experiment?

Odpověď na tuto otázku se jednoznačně odráží ve znaku vyzorovaném u charakteristiky 1, kdy dochází během celé doby trvání experimentu k postupnému nárůstu hladiny stresu, která dosahuje nejvyšších hodnot v samotném závěru 3. fáze experimentu. Do této charakteristiky spadalo 5 účastníků. U druhé charakteristiky byl prokázán nárůst úrovně stresu až při zahájení 3. fáze experimentu, do které byli zařazeni 4 účastníci. U jediné osoby k nárůstu nedošlo.

Tyto závěry byly stanoveny po uskutečnění experimentu pouze na vzorku 10 osob. Pro potvrzení výstupů této diplomové práce a získání dalších možných charakteristik, by bylo zapotřebí provést měření na větším počtu lidí.

Závěr

V této diplomové práci jsem se hlouběji zabíral tématem možných přístupů pro hodnocení kognitivní ergonomie. Cílem práce bylo prokázat, zdali je možné aplikovat určitá měřící zařízení pro měření psychické zátěže.

V úvodu první části dokumentu byla popsána historie a postupný vývoj ergonomie, zmíněny vybrané definice ergonomie a přiblížen základní rozdíl mezi antropocentrickým a mechanocentrickým přístupem. Další kapitola byla pro lepší porozumění věnována psychické zátěži, byly zmíněny zdroje, které psychickou zátěž mohou vyvolat a popsána vybraná legislativa v České republice zahrnující psychickou zátěž. Reakce lidského organismu na nepřiměřenou psychickou zátěž představují stres a únava. V teorii byly představeny také možné metody měření kognitivní ergonomie a vybrané metody byly rovněž aplikovány v empirické části této diplomové práce. Třetí kapitolu teoretické části tvořil seznam kognitivních funkcí a jejich krátký popis včetně složení struktury osobnosti. Teoretická část byla zakončena detailním představením měřících zařízení pro měření psychické zátěže aplikovaných během experimentu v empirické části.

Na začátku empirické části jsou stanoveny cíle pro tuto část. Následovala kapitola s představením návrhu experimentu, ve kterém byla nasimulována situace s účelem vyvolání u účastníků psychickou zátěž, a který byl navržen pro ověření stanovených cílů empirické části. Rozebrány byly rovněž nesnáze, na které se narazilo během pilotního měření. V poslední kapitole druhé části diplomové práce byly sumarizovány naměřené výsledky a jejich vyhodnocení. Kapitola je zakončena celkovým zhodnocením experimentu.

Na základě výstupů z experimentu byla prokázána aplikovatelnost senzoru pro měření kožního odporu, techniky pro snímání srdeční frekvence a brýlí monitorujících pohyb očí jako vhodných prostředků pro hodnocení psychické zátěže při experimentu s počítačovým rozhraním. Dospělo se k závěru, že u některých účastníků docházelo k nárůstu stresové hladiny po celou dobu experimentu a u ostatních až v ostré (třetí) fázi. Mezi naměřenými hodnotami srdeční frekvence a galvanického odporu kůže byla zjištěna závislost, která byla prokázána statisticky pomocí Pearsonova korelačního koeficientu.

Při zpracování této kvalifikační práce autor čerpal z odborné literatury uvedené v seznamu použitých zdrojů a znalostí nabytých během studia na fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Seznam použitých zdrojů

- [1] BEDRNOVÁ, Eva a Ivan NOVÝ. *Psychologie a sociologie řízení*. 3., rozš. a dopl. vyd. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-169-0.
- [2] BIOLOGIE A CHEMIE – GIO SEMILY. Vyšší nervová činnost. In: *giobio.tode.cz* [online]. [cit. 2022-11-02]. Dostupné z: http://www.giobio.tode.cz/dokumenty/rambousek/biologie/Vyssi_nervova_cinnost.pdf
- [3] BOZP INFO. Co je to ergonomie. In: *bozpinfo.cz* [online]. 2004 [cit. 2022-10-15]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/co-je-ergonomie>
- [4] BUREŠ, Marek. *Přednáška z předmětu KPV/EE (ZČU)*. Plzeň, 2021.
- [5] CIESLAROVÁ ŽUKOV, Lucie. Introvert a extrovert. In: *socion.cz* [online]. 2017 [cit. 2022-11-15]. Dostupné z: <https://www.socion.cz/introvert-a-extrovert/>
- [6] ČSN ISO 10075 (83 3572) *Ergonomické zásady ve vztahu k mentální pracovní zátěži – všeobecné termíny a definice*. Praha: Český normalizační institut, 1995.
- [7] ČSN EN ISO 10075-2 (83 3572) *Ergonomické zásady ve vztahu k mentální pracovní zátěži*. Praha: Český normalizační institut, 2000.
- [8] ČSN EN ISO 10075-3 (83 3572) *Ergonomické zásady ve vztahu k mentální pracovní zátěži*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [9] ČSN EN 614-1. *Bezpečnost strojních zařízení – Ergonomické zásady navrhování – část 1: Terminologie a všeobecné zásady*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 15s.
- [10] Datový portál Královéhradeckého kraje. In: *datakhk.cz* [online] 2021 [cit. 2023-03-23]. Dostupné z: <https://www.datakhk.cz/pages/o-webu>
- [11] Datový portál města Brna. In: *data.brno.cz/* [online] 2018 [cit. 2023-03-23]. Dostupné z: <https://data.brno.cz/pages/o-webu>
- [12] Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Muskuloskeletální poruchy. In: *osha.europa.eu* [online]. 2021 [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/themes/musculoskeletal-disorders>
- [13] GILBERTOVÁ, S., MATOUŠEK, O. *Ergonomie – optimalizace lidské činnosti*, GRADA, Praha, 2002, ISBN 80-247-0226-6.
- [14] GUASTELLO, Stephen J. *Human factors engineering and ergonomics: a systems approach*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006. ISBN 0-8058-5006-6.
- [15] HELANDER, Martin. *A Guide to human factors and ergonomics*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 0-415-28248-9.
- [16] HOWARD, Pierce J. *Příručka pro uživatele mozku: praktické informace a návody pro každodenní život*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-211-4.
- [17] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [18] JERMÁŘ, Milan a Dana EGEROVÁ. *Psychologie v organizační a ekonomické praxi*. 2., upr. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2014. ISBN 978-80-261-0402-5.
- [19] MATOUŠEK, Oldřich. *Pracovní stres a zdraví*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005. *Bezpečný podnik*. ISBN 80-903604-1-6.

- [20] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. In: *zakonyprolidi.cz* [online]. 2010 [cit. 2022-10-24]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-361>
- [21] NeuLog Sensors. Emotional Stress Measurement. In: *neulog.com* [online]. 2014 [cit. 2023-04-01]. Dostupné z: <https://neulog.com/wp-content/uploads/2016/01/Experiment-B-37-Emotional-stress-measurement-Ver-3.2.9.pdf>
- [22] NeuLog Sensors. GSR logger sensor NUL-217. In: *neulog.com* [online]. 2011 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://neulog.com/gsr/>
- [23] NZIP – Národní zdravotnický informační portál. Psychosomatika. In: *nzip.cz* [online]. [cit. 2022-10-22]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/712-psychosomatika-zakladni-informace>
- [24] PRAUS, Petr. Inteligence a její měření. In: *casopis.mensa.cz*. [online]. [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: https://casopis.mensa.cz/veda/inteligence_a_jeji_mereni.html
- [25] SLAMKOVÁ, Eva, Ľuboslav DULINA a Michaela TABAKOVÁ. *Ergonómia v priemysle*. Žilina: GEORG, 2010. Pokrokové priemyselné inžinierstvo. ISBN 978-80-89401-09-3.
- [26] Společnost Polar. Hodinky Polar M430. In: *polar.com* [online]. 2017 [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.polar.com/cs/products/sport/m430-gps-running-watch>
- [27] Společnost Polar. Hrudní pás Polar H10. In: *polar.com* [online]. 2019 [cit. 2023-03-14]. Dostupné z <https://www.polar.com/cs/sensors/h10-heart-rate-senso>
- [28] Společnost Polar. In: *polar.com* [online]. 2023 [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: https://www.polar.com/cs/about_polar/who_we_are
- [29] STERNBERG, Robert J. *Kognitivní psychologie*. Vyd. 2. Přeložil František KOUKOLÍK. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-638-4.
- [30] Studium psychologie. Temperament. In: *studium-psychologie.cz* [online]. 2020 [cit. 2022-11-15]. Dostupné z: <https://www.studium-psychologie.cz/o-temperamentu/temperament.html>
- [31] Studium psychologie. Temperament – Teorie temperamentu. In: *studium-psychologie.cz* [online]. 2020 [cit. 2022-11-15]. Dostupné z: <https://www.studium-psychologie.cz/psychologie-osobnosti/4-temperament-teorie-temperamentu.html>
- [32] SVOBODA, Milan, Mikuláš GANGUR a Kateřina MIČUDOVÁ. *Statistické zpracování dat*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2019. ISBN 978-80-261-0883-2.
- [33] The International Ergonomics Association. What Is Ergonomics. In: *iea.cc* [online]. [cit. 2022-10-18]. Dostupné z: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
- [34] Tobii AB. Tobii Pro Glasses 2 Product description. In: *nbtld.com*[online]. 11-2017 [cit. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://nbtld.com/wp-content/uploads/2018/05/tobiiiproproductdescription.pdf>
- [35] Vyhláška 432/2003 Sb. In: *zakonyprolidi.cz* [online]. 2010 [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-432>
- [36] Znalostní systém prevence rizik v BOZP. Psychická zátěž – identifikace a hodnocení rizik. In: *zsbozp.vubp.cz* [online]. 2016 [cit. 2022-10-25]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/psychicka-zatez>