

Měření na detektoru Iži

Bc. Vít Švarc

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav elektroniky a měření

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Vít Švarc**
Osobní číslo: **A19406**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Měření na detektoru lži**
Téma práce anglicky: **Measurements on a Lie Detector**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši zaměřenou na důkazy a důkazní prostředky používané v trestním řízení.
2. V rámci literární rešerše se zaměřte na pojmy lež, pravda, polopravda a motivaci ke lhavosti.
3. Seznamte se s možnostmi využití detektoru lži v kriminalistice v ČR a v Evropě.
4. Provedte sérii měření na polygrafu LX 6X.
5. Navrhněte způsob vyhodnocování naměřených dat a provedte diskuzi u naměřených výsledků.

Forma zpracování diplomové práce: **Tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. MATOUŠKOVÁ, Ingrid. 2013. Aplikovaná forenzní psychologie. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-4580-0.
2. PORADA, Viktor et al., 2019. Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-741-2
3. STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. Teorie, metody a metodologie kriminalistiky. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2017. ISBN 978-80-7380-666-8.
4. UHERÍK, Anton. Detektor lži neexistuje. Verbis. 2014. ISBN 9788097057954.
5. ČÍRTKOVÁ, Ludmila. 2013. Forenzní psychologie. 3., upr. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-461-9.
6. STUART B. H.: Forensic Analytical Techniques, Wiley 2013

Vedoucí diplomové práce: **doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2021**

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Milan Navrátil, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 21. 5. 2021

Vít Švarc v.r.
.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá sledováním změn fyziologických funkcí v návaznosti na vykonávaný pohyb. K měření je využit přístroj obecně známý pod pojmem detektor lži. Teoretická část práce shrnuje nejdůležitější poznatky z oblasti dokazování v trestním řízení a dále se zabývá věrohodností výpovědí a s ní související definicí pojmů jako je lež, pravda, polopravda, motivace ke lhavosti a možnost detekce lži. Teoretickou část práce uzavírá kapitola o detektoru lži a jeho praktickém využití v kriminalistice na území České republiky a ostatních evropských zemí. Praktická část práce je věnována již samotnému měření a jeho vyhodnocování. Cílem tohoto měření je zjistit, zda je možné využít detektor lži i během vykonávání základních pohybů, a přitom stále dosáhnout relevantních výsledků. Dílčím cílem diplomové práce je zjistit, jestli je možné rozeznat fyziologické projevy způsobené pohybem od změn vyvolaných emocemi.

Klíčová slova: detektor lži, dokazování, fyziologická reakce, lež, polygraf, pravda, věrohodnost

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the monitoring of changes in physiological functions in response to the performed movement. A device generally known as a lie detector is used for the measurement. The theoretical part of the thesis summarizes important findings in the field of evidence in criminal proceedings and also deals with the credibility of statements and its related definitions such as lie, truth, half-truth, motivation to lie and the possibility of detecting lies. The theoretical part of the work concludes the chapter of a lie detector and its practical use in criminology in the Czech Republic and other European countries. The practical part of the work is devoted to the measurement itself and its evaluation. The aim of this measurement is to determine whether it is possible to use a lie detector even during basic movements, and still achieve the appropriate results. The partial goal of the diploma thesis is to find out whether it is possible to distinguish physiological manifestations caused by movement from changes caused by emotions.

Keywords: lie detector, evidence, physiological reaction, lie, polygraph, truth, credibility

Rád bych poděkoval doc. Mgr. Milanu Adámkovi Ph.D., za odborné vedení mé práce, inspirativní rady a všechnen čas, který mi věnoval. Dále děkuji Ing. Václavu Machovi Ph.D., doktorandům Ing. Jiřímu Ševčíkovi a Ing. Martině Žabčíkové za jejich cenné rady a pomoc při měření na polygrafu. Rád bych poděkoval také své rodině a všem přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit. Velký dík patří také mé ženě, která mě zahrnovala láskou a vždy mi byla velkou oporou.

„Lež je tím nebezpečnější, čím je pravdě podobnější“

- František Vymazal -

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 DOKAZOVÁNÍ V TRESTNÍM ŘÍZENÍ	12
1.1 HISTORIE DOKAZOVÁNÍ NA ÚZEMÍ ČR	12
1.2 DOKAZOVÁNÍ	13
1.3 DŮKAZ	14
1.4 DŮKAZNÍ PROSTŘEDKY	16
1.5 TRESTNÍ PRÁVO A KRIMINALISTIKA.....	17
2 VĚROHODNOST VÝPOVĚDI	20
2.1 LEŽ A LHANÍ.....	21
2.2 PRAVDA	22
2.3 POLOPRAVDA	23
2.4 MOTIVACE KE LHAVOSTI.....	23
2.5 URČOVÁNÍ VĚROHODNOSTI A DETEKCE LŽI.....	24
2.5.1 Analýza neverbálních projevů.....	25
2.5.2 Verbální analýza věrohodnosti.....	25
2.5.3 Instrumentální metody	26
3 DETEKTOR LŽI A JEHO VYUŽITÍ V KRIMINALISTICE	27
3.1 FYZIOLOGICKÉ ZMĚNY SLEDOVANÉ PŘI DETEKCI LŽI.....	28
3.1.1 Dechová frekvence.....	29
3.1.2 Krevní tlak a tepová frekvence	30
3.1.3 Odpor kůže	31
3.2 VYUŽITÍ DETEKTORU LŽI V ČESKÉ REPUBLICE	32
3.3 VYUŽITÍ DETEKTORU LŽI V EVROPĚ	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
4 ÚVOD K MĚŘENÍ NA POLYGRAFU LX6	37
4.1 CÍLE MĚŘENÍ	37
4.2 POLYGRAF LX6-S	38
4.2.1 Polygraf LX6.....	39
4.2.2 Pneumograf	40
4.2.3 Senzor elektrodermální aktivity	40
4.2.4 Pletysmograf	41
4.3 LXSOFTWARE	42
4.3.1 Pracovní prostředí	42
4.3.2 Výpočet statistik z měření.....	43
4.3.3 Vytvoření nového měření.....	44

4.4	SÉRIE ZÁKLADNÍCH POHYBŮ SLEDOVANÝCH PŘI MĚŘENÍ	44
4.4.1	Relaxace na židli	45
4.4.2	Postavení se	45
4.4.3	Pomalá chůze	45
4.4.4	Upažení	45
4.4.5	Dřepy	45
4.4.6	Očekávané propadnutí	46
4.4.7	Relaxace na židli po propadnutí	46
4.5.1	Výpočet tepu	46
4.5.2	Výpočet elektrodermální aktivity	47
5	MĚŘENÍ NA POLYGRAFU LX6	48
5.1	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ	69
5.1.1	Vyhodnocení měření dechu	70
5.1.2	Vyhodnocení měření tepu	72
5.1.3	Vyhodnocení měření EDA	73
5.2	SHRNUTÍ	75
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ	81
	SEZNAM TABULEK	82
	SEZNAM GRAFŮ	83
	SEZNAM PŘÍLOH	84

ÚVOD

Detektor lži neboli polygraf je přístroj využívaný k ověřování pravdivosti výroků. Zmiňovaná pravdivost je významným faktorem zejména v oblasti trestního řízení. Měření na detektoru lži je sice v České republice považováno za spornou metodu a v rámci trestního řízení nejsou výsledky z něj plynoucí uznávány jako důkazní materiál, nicméně i přesto je v kriminalistické praxi používán právě pro objasnění závažných trestných činů. Kriminalisté využívají výsledky z polygrafu především jako indicie, které mohou udávat správný směr vyšetřování. To mnohdy vede k nalezení dalších důkazů, díky kterým je již možné trestné činy v rámci trestního řízení jednoznačně dokázat.

Téma Měření na detektoru lži bylo vybráno na základě myšlenky propojení detektoru lži s virtuální realitou. Detektor lži je založen na principu snímání fyziologických funkcí, které mohou reagovat na vnitřní napětí člověka způsobené například strachem z odhalení lži. V dnešní době jsou k dispozici také nástroje, jež dokážou člověka přenést do virtuální reality a vyvolat v něm dojem, že se v této realitě opravdu nachází. Virtuální realita dokáže člověka vtáhnout do libovolného děje a umožnit mu prožívat autentické emoce, které vyvolávají určité fyziologické reakce. Protože při ovládní virtuální reality dochází k základním pohybům, vybízí se otázka, zda je vůbec možné během pohybu sledovat fyziologické projevy člověka a případně do jaké míry tyto pohyby snímání ovlivňují.

Měření na detektoru lži je běžně prováděno v situaci, kdy sledovaná osoba klidně sedí na židli a odpovídá na otázky, jejichž účelem je vyvolat u této osoby určité fyziologické reakce. Cílem práce je především ověřit, zda je vůbec možné snímat fyziologické funkce i u člověka, který provádí základní pohyby. Důležité pak bude zjistit také to, zda je možné rozeznat fyziologické reakce způsobené vnitřním napětím (emocemi) od reakcí vyvolaných fyzickou aktivitou.

Teoretická část práce se bude zabývat vymezením základních pojmů z oblasti dokazování v trestním řízení, a to především definicí důkazu a důkazních prostředků. Dále se bude věnovat věrohodnosti výpovědi a definicí s ní spojených pojmů jako je lež, pravda, polopravda a motivace ke lhavosti. Závěr teoretické části nastíní možnosti využití detektoru lži v kriminalistice, a to z pohledu využití na území České republiky a Evropy.

Začátek praktické části bude věnován úvodu k měření na Polygrafu LX6, zde budou také popsány jednotlivé části polygrafu, které pro měření budou využívány. Dále budou popsány postupy při měření a jednotlivé záznamy z provedené série měření na detektoru lži. Praktická část bude zakončena celkovým zhodnocením naměřených dat a na základě výsledných grafů proběhne diskuse a zhodnocení celého měření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DOKAZOVÁNÍ V TRESTNÍM ŘÍZENÍ

V České republice se během trestního řízení provádí proces dokazování v souladu s § 89 trestního řádu, který dává orgánům činným v trestním stíhání za povinnost dokazovat v nezbytném rozsahu zejména:

- a) zda se stal skutek, v němž je spatřován trestný čin,
- b) zda tento skutek spáchal obviněný, případně z jakých pohnutek,
- c) podstatné okolnosti mající vliv na posouzení povahy a závažnosti činu,
- d) podstatné okolnosti k posouzení osobních, rodinných, majetkových a jiných poměrů obviněného,
- e) podstatné okolnosti umožňující stanovení následku, výše škody způsobené trestným činem a bezdůvodného obohacení,
- f) okolnosti, které vedly k trestné činnosti nebo umožnily její spáchání.

1.1 Historie dokazování na území ČR

Počátky dokazování v českých zemích sahají až do doby předkřesťanské, ve které bylo základním principem řešení sporů přivolání nadpřirozených sil, jež měly podat svědectví a tím rozhodnout spor mezi jednotlivými stranami. S příchodem křesťanství se začaly využívat různé přísahy směřující především ke křesťanským symbolům a relikviím. Bylo předpokládáno, že křivé přísahy budou potrestány v posmrtném životě. S příchodem středověku se lidé začali spoléhat na tzv. boží soudy. Základem božích soudů byla víra, že bůh či jiná nadpřirozená bytost pomůže tomu člověku, který je nevinný. Za důkaz pravdy tedy bylo považováno podstoupení různých zkoušek (ohněm, vodou) nebo soubojů. Pravdu měl ten, kdo zvítězil. [1]

Až v 16. století se začalo využívat výpovědi svědků a v 17. století se tak definitivně odstoupilo od rozhodování viny s pomocí nadpřirozených bytostí. Už v této době se dbalo na věrohodnost výpovědi. Tam, kde se objevovaly rozpory několika svědků, věrohodnost výpovědi klesala. Nápomocné při rozhodování byly také důkazní prostředky, těmi byly např. listiny související s daným případem. Největší váhu v dokazování však mělo samotné doznání viny, a tak bylo toto doznání vynucováno všemožnými prostředky. Mnoho z nich už je v dnešní době nepřijatelných. Na rozdíl od současnosti se při pohledu na podezřelého

vycházelo z presumpce viny, tzn. jeho vina byla předem předpokládána a svou nevinu byl nucen prokázat před soudem. [1]

V druhé polovině 18. století se upustilo od donucovacích prostředků za účelem doznání a nově mohl být obžalovaný buď odsouzen, nebo propuštěn pro nedostatek důkazů, což vedlo ke vzniku zásad, na kterých je založeno i dnešní dokazování. [1]

1.2 Dokazování

Během trestního řízení je dokazování jedním ze stěžejních úkolů orgánu činných v trestním řízení (dále jen OČTŘ). Proces dokazování v sobě ukrývá mnoho složitých postupů, které vyžadují jak teoretické poznatky, tak mnohaleté zkušenosti. Cílem dokazování jako takového je nalezení pravdy, tu v tomto případě Brunová popisuje jako „*shodu našich poznatků se skutečností*“. [2] Právě nalezení těchto skutečností by mělo vést k objasnění trestného činu a zjištění pachatele. [2]

Samotnou podstatu dokazování v trestním řízení tvoří proces poznání a přiblížení určitého skutku, kterým byl v minulosti spáchán trestný čin. Právě skutek je předmětem trestního řízení a orgány, jež o něm mají rozhodnout nebyly zúčastněny během jeho konání. Fryšták ve své knize vysvětluje: „*Význam dokazování spočívá především v tom, že jde o jedinou cestu, kterou si orgány činné v trestním řízení mohou a musí obstarat skutkový podklad pro své rozhodnutí.*“ [3] A právě tyto podklady vytvořené na základě dokazování se odráží na konečné kvalitě rozhodnutí v trestním řízení. [3]

Celý proces dokazování se dělí do jednotlivých fází, které na sebe vzájemně navazují a tvoří postup při dokazování daného skutku. Jedná se tedy o postupy, které předchází konečnému rozhodnutí z pohledu daného předmětu trestního řízení. Jednotlivými fázemi jsou:

- a) vyhledávání a opatření důkazů,
- b) provádění a procesní zajištění důkazů,
- c) hodnocení a prověrka důkazů. [1]

1.3 Důkaz

Samotný trestní řád ve svém ustanovení § 89 odst. 2 stanovuje, že „za důkaz může sloužit vše, co může přispět k objasnění věci.“ Tato definice důkazu je však mírně zavádějící a může spíše odpovídat pojmu důkazního prostředku, proto se v literatuře lze setkat s převážně odlišnými definicemi, které od sebe pojmy důkaz a důkazní prostředek oddělují.

Nejčastěji je důkaz chápán jako něco, co pomůže přispět k náležitému objasnění věci a co bylo získáno z důkazních prostředků. Ve své knize popisuje Brunová důkaz jako „*přímý poznatek, který orgán činný v trestním řízení získal o skutku z důkazního prostředku.*“ [2] K této definici se přiklání také autoři Chmelík a Bruno, kteří ještě doplňují, že „*jde o výsledek získaný dokazováním bez ohledu na pravdivost nebo závažnost důkazu, nebo na jeho důkazní hodnotu.*“ [1] Jedná se tedy o výsledky získané z ohledání, výpovědí osob, poznatků plynoucích z obsahu listin a dalších důkazních prostředků dosažených v rámci trestního nebo zvláštního zákona.

Většina autorů se tedy shoduje na tom, že důkaz by měl splňovat tyto podmínky:

- a) může přispět k náležitému objasnění věci,
- b) byl získaný z důkazních prostředků,
- c) byl získaný podle trestního nebo zvláštního zákona.

V zahraniční literatuře je na důkaz pohlíženo jako na konkrétní informaci, která do určité míry hodnotí, jaká skutečnost by mohla být v rámci hodnocení důkazů označena spíše za prokázanou, a která naopak směřuje k tomu, aby byla označena za neprokázanou. V tomto podání se jedná o informace, díky kterým lze posoudit, zda se konkrétní skutek reálně stal a případně jakým způsobem byl realizován. V trestním řízení se následně díky těmto informacím snaží rekonstruovat celý případ a dané důkazy slouží jako jednotlivé dílky mozaiky, které se snaží poodhalit skutečnost. [4]

1.3.1 Dělení důkazů

V samotném trestním řádu se o dělení důkazů nehovoří, jedná se spíše o poznatky právní teorie, která důkazy dělí z těchto tří hledisek:

- a) podle vztahu k předmětu řízení na **usvědčující** a **ospravedlňující**,
- b) podle pramene na **původní** a **odvozené**,
- c) podle vztahu k dokazované skutečnosti na **přímé** a **nepřímé**.

I když se toto dělení v samotném trestním řádu nenachází, může mít zásadní význam pro aplikační praxi. Systematizace v dělení důkazů pomáhá OČTŘ lépe a systematictější pracovat, a proto by se toto dělení důkazů nemělo opomíjet. [1]

1.3.1.1 Důkazy usvědčující a ospravedlňující

Jak už je patrné z názvu, usvědčující důkazy zejména potvrzují obvinění z hlediska spáchání skutku obviněným, zatímco ospravedlňující důkazy svědčí o jeho nevině. Toto dělení hraje podstatnou roli v tom, že pokud není obviněnému jednoznačně prokázána vina, nemá být odsouzen. Důkaz tedy může nabývat v trestním řízení povahu buďto usvědčující, nebo ospravedlňující. Výsledná povaha je však důkazům přiřazena až po konečném zhodnocení všech důkazů, protože v průběhu může nastat tzv. změna povahy. Tento jev může vzniknout například při lživé výpovědi obžalovaného. Zpočátku se může zdát tato výpověď jako důkaz ospravedlňující, ale v případě, že orgán zjistí, že jeho výpověď byla falešná, povaha tohoto důkazu se změní na usvědčující. [1]

1.3.1.2 Důkazy původní a odvozené

Původní důkaz prokazuje skutečnost přímo od zdroje informací. Jedná se například o výpověď svědka o skutečnostech, které osobně viděl, originální listiny apod. Druhým typem je důkaz odvozený, jedná se o takový důkaz, který nepochází od přímého nositele důkazu, ale je čerpán tzv. zprostředkovaně (např. svědek vypovídá o události, kterou pouze slyšel od jiné osoby). Takto odvozené důkazy přináší vysoké riziko v oslabení jejich věrohodnosti, protože zpravidla obsahují určitou míru nepřesnosti. Často jsou však tyto důkazy využity i pro dohledání důkazu původního. I když jsou odvozené důkazy nepřesné, využívají se v situacích, kdy nejsou k dispozici přímí svědci. Přesto je však většinou nutné při využití odvozeného důkazu podložit jej dalšími důkazy, které mohou doložit jeho pravdivost. [1]

1.3.1.3 Důkazy přímé a nepřímé

Důkazy dělíme na přímé a nepřímé z hlediska vztahu k dokazované skutečnosti. Přímými důkazy jsou označovány takové důkazy, které dokazují přímo vinu nebo nevinu obviněného v rámci hlavní skutečnosti. Přímý důkaz umožňuje učinit v trestním řízení konečné rozhodnutí o tom, zdali se skutek, o němž je dokazování vedeno opravdu stal či nikoli. Přímým důkazem může být např. kamerový záznam, jenž přímo usvědčuje pachatele, kterého lze na záznamu jednoznačně identifikovat. Druhým typem v tomto dělení je důkaz

nepřímý, který poukazuje na vedlejší skutečnosti a souvisí se skutečností hlavní. Právě nepřímé důkazy většinou vedou k sestavení důkazu přímého. Chmelík a Bruno popisují ve své knize, že „*nepřímé důkazy musí ve svém souhrnu tvořit logickou, ničím nenarušenou a uzavřenou soustavu vzájemně se doplňujících a na sebe navazujících nepřímých důkazů, které vcelku shodně a spolehlivě dokazují určitou skutečnost a které jsou v takovém příčinném vztahu k dokazované skutečnosti, že z nich je možno vyvodit jen jediný závěr a současně vyloučit možnost jiného závěru*“. [1]

1.4 Důkazní prostředky

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, trestní řád přímo nerozlišuje pojem důkaz a důkazní prostředek. Obecně však platí, že za důkazní prostředek se považuje zdroj, ze kterého lze získat důkazy v rámci trestního řízení. Důležité je také zmínit to, že trestní řád blíže nespecifikuje všechny důkazní prostředky, jež je možné v trestním řízení využívat, a proto lze využít i jiných prostředků, které nejsou přímo popsány v trestním řádu.

Základní druhy důkazních prostředků:

- a) výpověď obviněného a svědků,
- b) znalecké posudky,
- c) věci a listiny důležité pro trestní řízení,
- d) ohledání.

Za důkazní prostředek se může považovat téměř vše, co pomůže podat informaci vedoucí k objasnění skutku řešeného v trestním řízení. Trestní řád přímo nespecifikuje všechny důkazní prostředky, které lze při dokazování využít, a tak je možné najít v této oblasti zákazy znemožňující využívat konkrétních důkazních prostředků v určitých situacích. Příklad takového zákazu lze najít např. v § 99 odst. 2 TR, který stanovuje, že „*svědek nesmí být vyslechnut o okolnostech, týkajících se utajovaných informací chráněných zvláštním zákonem, jež je povinen zachovat v tajnosti, ledaže byl této povinnosti příslušným orgánem zproštěn*“. V trestním řádu se lze setkat také s opačným příkladem, kdy zákon vyžaduje použití konkrétního důkazního prostředku (nejčastěji znalecký posudek) a také specifikuje jeho počet. [1] [5]

1.5 Trestní právo a kriminalistika

Kriminalistika je vzhledem ke svému širokému obsahu interdisciplinárním vědním oborem, který pojednává o způsobech a prostředcích, jimiž se nalézají, zajišťují, trvale uchovávají a zkoumají důkazy. Tyto důkazy lze využít i v rámci trestního řízení, které vede k objasnění trestných činů a usvědčení pachatele. Kriminalistické metody a poznatky jsou velmi důležité zejména pro zjišťování „pravdy“ v trestním řízení. Jedním z klíčových pojmů v tomto odvětví je kriminalistická stopa, kterou lze chápat jako hlavní pramen důkazů při odhalování a vyšetřování trestné činnosti. Kriminalistika pro své potřeby zkoumání převzala spoustu metod z jiných vědních disciplín, a to jak přírodovědných, technických, tak i humanitních směrů. [6]

Cílem kriminalistické praxe v trestním řízení je objasnění skutkového stavu věci, o němž nejsou důvodné pochybnosti. K zjištění pravdy jsou tak využity jednotlivé kriminalistické stopy, které tvoří logickou konstrukci o pravděpodobných příčinách jejich vzniku a vzájemných vztazích. Tyto logické konstrukce se nazývají kriminalistické verze a hrají důležitou roli při hledání pravdy ohledně okolností provedení trestného činu. Kriminalistické verze jsou ve své podstatě specifickou metodou, která má za úkol vytvářet pomocí zjištěných skutečností řadu pravděpodobných scénářů o možném průběhu trestného činu. Tyto verze jsou postupně prověřovány na základě zjištění dalších kriminalistických stop a v případě, že je prověřováním dosaženo závěru, že verze není pravdivá, pak je zamítnuta. Cílem metody kriminalistických verzí je prověřit všechny dostupné varianty a postupným odmítnutím těch nepravdivých dojít až k závěru, kdy zůstane pouze jedna jediná verze, u níž neexistují žádné pochybnosti o její nepravosti. [7] [8]

1.6 Výpověď získaná formou výslechu

Jako nejrozšířenější důkazní prostředek je jednoznačně označována výpověď, která je prováděna během výslechu. Jedná se o kriminalistickou metodu, díky níž se získávají kriminalisticky a právně relevantní informace z tzv. paměťových stop uložených ve vědomí vyslychaných osob. Vztah mezi výslechem a výpovědí je takový, že výpověď označuje určité sdělení vyslychané osoby, které bylo učiněno v průběhu výslechu a zdokumentováno podle příslušných právních předpisů. Výpovědí se tedy myslí podání osobního svědectví ústním způsobem před příslušným orgánem. V průběhu výslechu je důležité si uvědomit rozdíl mezi výpovědí obviněného a ostatních subjektů trestního řízení, kterými mohou být svědci či poškození. Většinou bývá skutečnost taková, že právě obžalovaný, kterému hrozí

právní postih má na výsledku trestního řízení mimořádně velký zájem, protože by rád unikl postihu z trestného činu. Lživou výpověď nejčastěji podává strana obviněných, přesto však nelze hovořit o tom, že by každá výpověď obviněného měla být lživá. Cílem výsledku obviněného je především získání úplných a pravdivých informací, u kterých není důvod k pochybnosti, a které vedou k objasnění skutkového stavu věci řešené v trestním řízení. [1] [7]

1.6.1 Kriminalistický postup vedení výslechu

Procesním postupem výslechu se zabývá dopodrobna kriminalistika, která v souladu s požadavky trestního řádu doporučuje postupovat v těchto krocích:

- 1) úvodní stádium výslechu,
- 2) stádium souvislého líčení (monolog),
- 3) stádium otázek a odpovědí (dialog).

V prvním stadiu výslechu se na začátku řeší spíše splnění procesních formalit jako např.: ověření totožnosti, poučení o právech vyslychané osoby, seznámení se s předmětem výslechu apod. Objevují se zde však i velmi důležité aktivity, které rozhodují o průběhu celého výslechu. Vyslychající má totiž možnost udělat si úsudek o osobě a osobnosti vyslychaného, nebo se také dozvědět něco o jeho postoji k předmětné věci z jeho chování nebo k samotnému přístupu k výslechu. Důležitým krokem v úvodním stadiu výslechu je také vytvoření určitého psychologického kontaktu s vyslychaným, čímž je docíleno posílení zájmu vyslychaného v učinění pravdivé a úplné výpovědi. Takového pozitivního kontaktu může vyslychající dosáhnout například prostřednictvím slušného a korektního vystupování (tj. úprava zevnějšku, pomoc vyslychanému z kabátu apod). [7]

Ve druhém stadiu, někdy označovaném též jako monolog, dochází k realizování výslechu. Toto stádium plynule navazuje na to předešlé a začíná tím, že se vyslychaný po výzvě k uvedení veškerých jemu známých skutečností o předmětné věci rozhovoří. Tento monolog je důležitý zejména proto, že vyslychaný souvisle popisuje určitý děj a zmíní jen to, co je pro něj samotného důležité. Vyslychající tak má možnost vytvořit si nové poznatky o průběhu skutku a učinit závěr o vztahu vyslychané osoby k projednávané věci. [7]

Během celého souvislého líčení by měla probíhat tzv. analýza výpovědi v průběhu výslechu, která spočívá v rozboru informací poskytnutých vyslýchaným a jejímž úkolem je zjistit:

- rozpory ve výpovědi,
- neúplnost výpovědi,
- zda vyslýchaný chce/nechce učinit objektivní výpověď,
- jaké adekvátní taktické postupy zvolit pro další stadium výslechu. [7]

Poslední fáze při výslechu navazuje na monolog a dává prostor vyslychajícímu klást doplňující otázky, jejichž cílem je danou výpověď doplnit, upřesnit, konkretizovat, detailizovat a prověřit. Tato fáze je náročná hlavně v tom, že většinu otázek, které vyslychající klade, si nelze připravit dopředu. Je totiž nutné je tvořit na základě výpovědi z předchozího stadia. [7]

2 VĚROHODNOST VÝPOVĚDI

Během výpovědi může dojít k situaci, kdy vypovídající lže a v případě, že neexistují důkazy, které by jeho lež dokázaly, může díky těmto lžím uniknout spravedlivému soudu. V těchto případech jsou přivoláni znalci, kteří dokážou ve výpovědi detekovat lež na základě různých projevů vytvářených v průběhu lhaní. Mnohdy však nelze využít samotnou detekci lži jako důkazní materiál, ale pouze jako vodítko k nalezení dalších usvědčujících důkazů.

Odhalováním lži se zabývá forenzní psychologie, jejíž metody jsou v kriminalistice hojně využívány. Forenzní psychologie slouží jako pomocná disciplína ve vztahu ke kriminalistice a snaží se přispět k objasnění skutku, který je předmětem trestního řízení. Pro zjištění pravdy se forenzní psychologie zaměřuje na určité signály, které jsou při lživé výpovědi vytvářeny. Během vyšetřování trestného činu může právě lež svést orgány činné v trestním řízení špatným směrem, a tak forenzní psychologie využívá několik způsobů, jak zjistit a ověřit věrohodnost výpovědi. [9]

Při detekci lži se vychází z toho, že lhaní není jednoduchou záležitostí. Když se někdo rozhodne pro lež, musí kontrolovat nespočetné množství procesů, které se v těle odehrávají v souvislosti s tvorbou lží. Navíc je nutné vynaložit vysokou námahu k vytvoření věrohodného dojmu a přesvědčit o něm pozorovatele. Tvorba lži zatěžuje lidské tělo mnohem více než pravdomluvnost, a tak lze lež s využitím odborných metod ve většině případů detekovat. Řada neurologů se dokonce shoduje, že při lži se v mozku aktivují nejméně tři různá centra, což samo o sobě vypovídá o tom, jak je lež náročná. Samotné rozpoznávání lži je však velmi složitou záležitostí, protože vždy záleží na obratnosti lháře a schopnosti toho, kdo lživé sdělení přijímá (většinou se jedná o schopnosti vnímavosti, pozornosti a citlivosti). [7] [9] [10]

Při hledání pravdy ve výpovědi je důležité oddělit dva pojmy, kterými jsou věrohodnost a pravdivost. Ve forenzní psychologii se pracuje převážně s pojmem věrohodnost, který označuje, zda lze výpovědi věřit. Věrohodnost je vnímána jako výpověď z paměťové stopy (tzn. vypovídající to opravdu zažil), nikoli z jiných mentálních procesů a logických konstrukcí, při kterých je tvořena záměrná lež. Na druhé straně je pojem pravdivost, který je využíván spíše v právnické praxi a označuje skutečnost, že získaná informace z výpovědi je pravdivá (odpovídá realitě). Rozdíl je tedy v tom, že věrohodnost posuzuje pravdu očima svědka a pravdivost se zaměřuje na obecný pohled, zda je pravdivá konkrétní informace. Při hodnocení věrohodnosti výpovědi se obvykle přihlíží na tři základní kritéria, kterými jsou:

- osobnost (zda je konkrétní osoba způsobilá podat věruhodnou výpověď),
- motivace (úvaha, zda má v konkrétním případě motivaci ke lži),
- výpověď (zaměřuje se na verbální a neverbální chování během výpovědi).

K lepšímu porozumění tématu je důležité vymezit základní pojmy z oblasti forenzní psychologie, kterými jsou lež, pravda, polopravda, motivace ke lhavosti a samotná detekce lži. Lež jako taková hraje v mezilidské interakci zásadní roli, protože v případě, že jedna z komunikujících stran najde zájem podsunout druhé straně nepravdivou informaci, musí se s tím ta druhá strana nějak vypořádat. Právě prvním krokem pro odhalení lži by měla být její správná definice. [9]

2.1 Lež a lhaní

Pro lhaní existuje mnoho definic, ale nejčastěji se lze setkat s tím, že „*lhát znamená vypovídat o něčem jiném, než o čem je lhář přesvědčen, s úmyslem oklamat druhého*“. Tato formulace je použita také ve výkladovém slovníku Merriam-Webster, který rovněž definuje pojem lež a uvádí, že „*lež je tvrzení něčeho, o čem se mluvčí domnívá či ví, že to není pravda, s úmyslem podvést druhého*“. [11] V praxi se však lze setkat i s neodborným a intuitivním tvrzením, že lhaní znamená neříkat pravdu. Taková definice je však velmi zavádějící, protože v tomto případě by se za lež dala považovat každá prohlášená neznalost. Příkladem může být odpověď žáka v první třídě na dotaz vyučujícího, kolik je pět plus pět. Když žák na otázku svého vyučujícího odpoví špatně, většinou se jedná o chybu a nikoli lež. Při hledání výkladu pojmu lež lze najít velké množství definic, ale většinou mají všechny nějaké společné rysy, které hovoří o tom, že lež:

- a) je předložena formou tvrzení,
- b) má svého adresáta,
- c) není mluvčím považována za pravdivou,
- d) je pronesena s určitým úmyslem.

Tyto čtyři rysy byly vytvořeny Mahonem, který je uvádí jako čtyři podmínky, jež nejčastěji figurují v pokusech o definici lži. Prvním bodem je podmínka tvrzení, ve kterém záměrně není upřesněno, že se musí jednat o tvrzení v podobě ústního projevu. Lež je možné předat pomocí smysluplného signálu, který je běžným způsobem interpretovatelný. Za lež lze tedy

považovat i tvrzení, které bude předané v písemné podobě (např. listiny, dopisy apod.). Druhý bod (podmínka adresáta) se zaměřuje na to, že každá lež musí být na někoho cílená a adresátem se může stát jak jedinec, tak i více osob, které jsou lživým sdělením oklamány. Třetí předpoklad rozlišuje, zda se jedná o chybu nebo lež. Lež není mluvčím považována za pravdivou, a tak jakékoli nepravdivé sdělení, o kterém se mluvčí domnívá, že je pravdivé nelze považovat za lež, ale za pouhou chybu. Poslední podmínkou Mahon stanovuje, že lež se stává lží teprve tehdy, když je pronesena s nějakým úmyslem. Základní úmysl lži je oklamat druhého a předat mu zkreslený pohled na sdělenou informaci. Svou definici lhaní staví na základě těchto čtyř podmínek například Stránský, který udává, že „*lhát znamená sdělit obelhávanému tvrzení, o němž se lhář domnívá, že je nepravdivé, s tím úmyslem, aby obelhávaný s tvrzením nakládal tak, jako kdyby jej lhář za pravdivé považoval*“. [12]

2.2 Pravda

Pravda je pro lidi velmi důležitá především v kontextu poznání, ve kterém bývá považována za základní hodnotu. Právě pravda by měla vést k poznání a objasnění všech skutků, jimiž se zabývá trestní řízení a tím naplnit účel trestního řádu, kterým je náležité zjištění všech trestných činů a spravedlivé potrestání jejich pachatelů. Obecně lze pravdu definovat jako shodu tvrzení se skutečností.

Během procesu zjišťování skutkového stavu je pravda kategorizována různými pojmy, nejčastěji se lze setkat s pravdou absolutní, relativní, objektivní, subjektivní, formální, materiální či právníkou. Jako úplný základ se však považuje dělení na pravdu absolutní a relativní, případně na pravdu objektivní a subjektivní. Za absolutní pravdu lze označit pravdivé tvrzení o skutečnosti, která je neměnná a založená na faktech nebo důkazech. Relevantní pravda je přesným opakem, pohled na skutečnost je ovlivněn konkrétním pohledem, jenž se může neustále měnit. Právě dělení pravdy na absolutní a relativní v rámci trestního řízení využívají ve své publikaci i autoři Chmelík a Bruna, uvádí: „*Zvážíme-li prostředky poznání OČTŘ o trestném činu, resp. skutku, kterými jsou převážně svědecké výpovědi a výpovědi obviněných, na nichž se do značné míry podílí lidský faktor ve smyslu schopnosti vnímání, zapamatování a reprodukce, pak musíme dospět k závěru, že pravda zjištěná v trestním řízení je pravdou relativní, nikoli absolutní.*“ [1] I přesto, že je výsledek trestního řízení brán jako pravda relativní, mělo by být vždy usilováno o to, aby se tato pravda co nejvíce přibližovala k pravdě absolutní, která je někdy též nazývána jako pravda

bez jakýchkoliv pochybností. Pravda během trestního řízení má vést hlavně k tomu, aby díky ní bylo možné oddělit poznatky jisté od poznatků pravděpodobných. [1]

2.3 Polopravda

Pojmem polopravda se označuje takové sdělení, u kterého došlo k záměrnému zatajení informací, jež v dané chvíli a kontextu hrají významnou roli. Někdy se pro polopravdu využívá termín částečná pravda, avšak svým způsobem má velmi blízko ke lži. Stejně jako u lži je i u polopravdy účelem získat určitý prospěch, který plyne z oklamání adresáta. Společnou vlastností polopravdy a lži je také fakt, že výsledkem těchto tvrzení je pohled na popisovanou realitu zkreslený. Neúplnost pravdy je často ovlivněna tím, kdo je posluchačem daného tvrzení. Například během trestního řízení může svědek na základě strachu z následné pomsty pachatele uvádět pouze částečnou pravdu, aby se tak vyhnul případným problémům. V případě, že vyslýchaný nesdělí ve svém tvrzení veškeré důležité informace a ani neodpoví na doplňující otázky, dopouští se tím šířením polopravd. [13]

2.4 Motivace ke lhavosti

Motivace ke lhavosti vychází z určitého podnětu, kvůli kterému je člověk schopen lhát. Ve svých poznatcích ohledně motivace ke lhaní se shoduje obecná i soudní psychologie, a to v tom, že každá lživá výpověď je vytvořena na základě určité motivace. Během ověřování věrohodnosti výpovědi je důležité přihlížet k tomu, zda vypovídající má motivaci ke lhaní, případně jak je silná. Mynaříková ve své knize popisuje: „*Motivace ovlivňuje nejen naše rozhodnutí lhát nebo nelhat, motivovanost může také ovlivnit naši dovednost lhát.*“ [14] Fakt, že motivovanost může ovlivňovat dovednost lhát je způsobeno tím, že čím více je lhář motivován, tím více si dává záležet na tom, aby mu druhá strana uvěřila. Nelze však jasně prokázat, že mezi těmito dvěma faktory existuje přímá úměra. Když je motivace vysoká, lhář si uvědomuje její důležitost a pro věrohodnost svých tvrzení usiluje o kontrolu projevu svého těla, aby lež vypadala věrohodně. Když ale motivace bude stále vyšší, může pak lhář kontrolu pohybů přehánět natolik, že bude působit podezřele a pro vyšetřovatele je pak snadnější jeho lživou výpověď odhalit. [7] [14]

Lež bývá často motivována vlastním prospěchem, který může mít podobu ochrany před nějakou skutečností, skrývání určitých informací nebo zisku jisté výhody. Existují ale také případy, při nichž se lze setkat s motivací, která vede k prospěchu adresáta (tzv. milosrdné lži, jež mají ubránit adresáta před realitou). Obecně se uvádí tři základní dimenze motivů pro

lhaní, které lze vidět v tabulce 1. Kromě základních tří dimenzí je možné setkat se i s dimenzí estetická, která se může projevat tím, že lhář si pomocí lži vytváří alternativní svět. [14]

Tabulka 1 – Dimenze motivů pro lhaní [14]

Dimenze	Lži	
Já / druhý	pro vlastní dobro	pro dobro druhých
Zisk / ztráty	kvůli získání výhod	kvůli vyhnutí se nákladům
Důvody	materiální	psychologické

Při hledání podnětů, které mohou přimět vypovídajícího lhát se lze nejčastěji setkat s dělením na pohnutky vnitřní a vnější. Vnitřní pohnutky ke lži jsou ovlivňovány samotnou osobou lháře a jeho vnitřními pocity (např. nenávisť, láska, strach, potřeba uznání), naopak situační tlaky z vnější strany pak pramení převážně z působení dalších subjektů (např. vydírání, hrozby, ztráta určité výhody apod.). V objasňování skutku řešeném v trestním řízení je důležité, aby u výpovědi byla případná motivace ke lhavosti odhalena, objasněna a odstraněna. V kriminalistice se k tomu využívá tzv. *model motivace lživé výpovědi a příčin*. Díky tomuto modelu dokážou kriminalisté během výslechu prověřit, zda má vyslýchaný opodstatněné důvody, které jej motivují k podání lživé výpovědi a dále pak zkoumá, zda tyto pohnutky lze odstranit. Cílem tohoto modelu je přivést vypovídajícího k rozhodnutí vypovídat pravdu. Jestliže se podaří najít důvody motivující ke lživé výpovědi a odstranit je, odbourá se tím psychická bariéra mezi zájmem vyslýchaného vypovídat pravdu a jeho dalšími zájmy. Příkladem odstranění těchto pohnutek je například možnost utajení totožnosti svědka, kterou trestní řád v určitých případech nabízí. Tímto způsobem jej zbaví strachu z pomsty obžalovaného a dalších možných následků svědectví. [7] [9]

2.5 Určování věrohodnosti a detekce lži

Během trestního řízení je svědek pod přísahou, která mu dává povinnost ve výpovědi mluvit pravdu. V opačném případě by se dopustil tzv. křivého svědectví, které je považováno za trestný čin proti pořádku ve věcech veřejných. Na rozdíl od svědka se křivé svědectví na obžalovaného nevztahuje, a tak může uvádět na svou obhajobu a v průběhu výslechu či dalších úkonů i takové informace, které pravdivé nejsou. Za nejdůležitější a nejvěrohodnější

způsob odhalení lživé výpovědi je považováno srovnání daného tvrzení s ostatními stopami a výpověďmi dalších osob. Porovnáním dostupných stop s dalšími důkazy si kriminalisté často dokážou vyvodit, kde se ve výpovědi vyskytuje lež. [9]

Může však dojít k situaci, kdy je hmotných důkazů a stop nedostatek (tzv. důkazní nouze) a je nutné věrohodnost výpovědi ověřit jinými způsoby. K detekci lži ve výpovědi se využívají různé metody a postupy, které k hledání pravdy přistupují z různých pohledů. Nejčastěji se lze setkat se třemi možnostmi, jak lháře odhalit. První možnost nabízí sledovat jeho chování, druhá se zaměřuje na obsah toho, co říká a pro speciální případy existuje také možnost změřit jeho fyziologické funkce. Tyto cesty k odhalení lháře odpovídají třem základním metodám, se kterými se v kriminalistice a forenzní psychologii lze setkat. Jedná se o:

- analýzy neverbálních projevů,
- analýzy verbální (obsahové) výpovědi,
- instrumentální (přístrojové) metody. [9] [14] [15]

2.5.1 Analýza neverbálních projevů

Neverbální pozorování se zaměřuje na správnou interpretaci gest a celkové řeči těla u vyslychané osoby. Během lhaní může lhář vykazovat určité signály, které vznikají na základě různých faktorů, nejčastěji jsou způsobeny nervozitou. Samotná metoda neverbálního pozorování se obecně nepovažuje za zcela přesnou, a proto je při posuzování věrohodnosti výpovědi nutné brát toto hodnocení pouze jako vodítko poukazující na možnou lež. Často bývají vysílané signály těla víceznačné, a proto je vždy porovnáván kontext, ve kterém byly zachyceny. Důležité je vnímat okamžik, kdy došlo ke změnám v neverbálním chování (např. změna v gestikulaci, mimice apod.). Pro posouzení věrohodnosti je neverbální pozorování porovnáváno ve vztahu k mluvenému slovu a v případě, že je ve výslechu zaznamenán neverbální signál, který ukazuje na možnou lež měl by vyslychající pátrat po tom, co bylo jeho příčinou vzniku. Existuje mnoho tzv. neverbálních klíčů ke lhaní, které ukazují na nejčastější signály při tvorbě lží, může se jednat například o rozšíření zornic, semknutí rtů, menší pohyblivost prstů apod. [9] [14]

2.5.2 Verbální analýza věrohodnosti

Verbální zkoumání věrohodnosti je zaměřeno na obsahovou část výpovědi, a proto je často označováno jako obsahové zkoumání. Při této analýze se vyšetřovatelé zaměřují na tzv.

verbální vodítka, která jsou považována za možné znaky lživého chování u lhajících osob. Při obsahovém dekódování lži mohou být nápomocná například tato verbální vodítka:

- negující tvrzení (opakovaně se vyskytující slova, např. ne, nikdy apod.),
- délka odpovědi (delší prodleva mezi otázkou a odpovědí nebo delší pauzy v řeči),
- smysluplnost (při opakovaném vyprávění dochází k tvorbě logických chyb). [14]

V oblasti posouzení věrohodnosti se analýza verbálních kritérií považuje za jednu z nejpřesnějších, a to především v případech, kdy proti sobě stojí dvě různé výpovědi (např. ze strany svědka a obžalovaného). U obsahové analýzy je využíváno také různých metod (např. SVA nebo RM), které pomáhají při vyhodnocování jednotlivých znaků, jež se ve lživé výpovědi mohou vyskytovat. Většina metod zkoumajících věrohodnost z obsahového hlediska se zaměřuje na předem určená kritéria, ze kterých lze vyvodit příznaky buďto nasvědčující pravdivosti, nebo příznaky nasvědčující lži. Znalec následně všechna kritéria zhodnotí a rozhodne o celkové míře věrohodnosti dané výpovědi. [9] [10]

2.5.3 Instrumentální metody

Tyto metody jsou charakteristické tím, že ke svému fungování potřebují speciální nástroje a vybavení. Proto se lze setkat i s pojmenováním přístrojové nebo speciální metody detekce lži. Přístrojové metody se zaměřují převážně na zpracování psychofyziologických změn u člověka, které jsou specifické při tvorbě lží. Asi nejznámější a nejrozšířenější instrumentální metodou je polygraf (detektor lži), který během výpovědi snímá různé fyziologické funkce člověka a podle naměřených hodnot pak vyšetřovatel vyhodnocuje pravdivost jednotlivých tvrzení. Jsou zde však i další instrumentální metody jako je funkční magnetická rezonance nebo Brain Fingerprinting, které pracují na obdobném principu. Princip a využití polygrafu bude rozveden v další kapitole. [14]

3 DETEKTOR LŽI A JEHO VYUŽITÍ V KRIMINALISTICE

Polygraf, obecně znám pod názvem detektor lži, je přístroj založený na fyziologickém vyšetření, během kterého jsou měřeny autonomní (na vůli nezávislé) reakce organismu způsobené různými vnějšími podněty. Polygraf, díky sledování fyziologických funkcí, dokáže poukázat na fakt, že vyšetřovaná osoba zareagovala na určité skutečnosti, a lze tedy předpokládat, že o nich má určité informace. Samotné polygrafické testování bylo vytvořeno pro kriminalistické účely, konkrétně pro vyšetřování a objasnění závažných trestných činů, a právě k tomuto účelu je i dnes v řadě zemích využíváno. [16]

V České republice není polygraf při dokazování v rámci trestního řízení považován za běžně využívanou metodu, kterou by OČTŘ při objasňování trestné činnosti využívaly jako důkaz. Je to způsobeno tím, že samotný výsledek měření na polygrafu je lehce zpochybnitelný, a proto jej nelze považovat za rozhodující důkazní materiál. V kriminalistické praxi se však jedná o metodu s nezanedbatelným významem pro objasnění trestné činnosti. Výsledky z měření lze totiž využít k vytyčení směru vyšetřování, čímž je usnadněn a urychlen proces objasňování trestné činnosti. Vyšetřovatelé pracují s výsledky měření jako s vodítky ukazující na další možné důkazy, které už v trestním řízení mohou být využité jako rozhodující důkazní materiál. [1] [17]

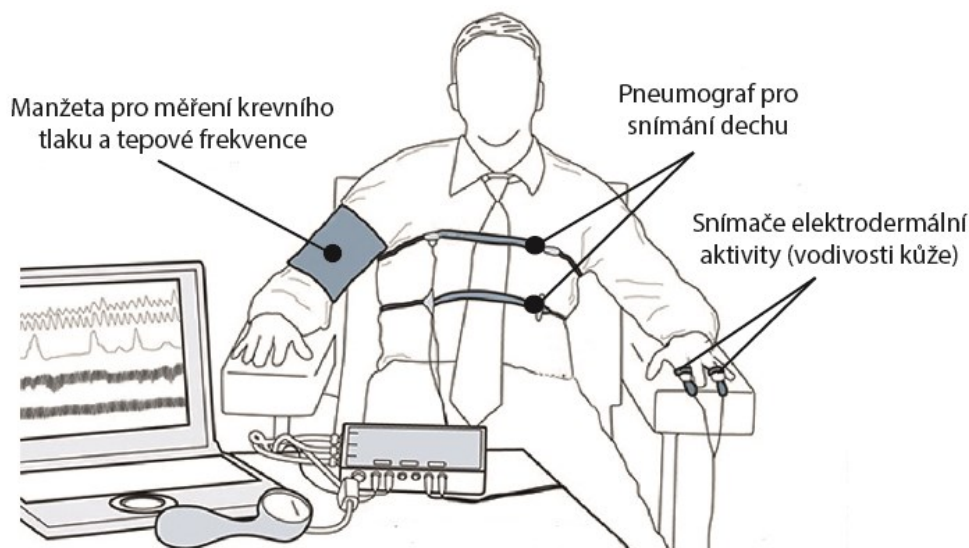
Existuje mnoho názorů, které se zaměřují na výhody a nevýhody polygrafu a na jeho využití v praxi. I přesto, že je polygraf v kriminalistické praxi reálně využíván, často je konfrontován námitkou, že by se k tomuto vyšetření přistupovat nemělo z důvodu omezení svobodné vůle. Může se tak stát v případě, kdy se vyslýchaný rozhodne neodpovědět na otázku a pouze mlčí. I když vyslýchaný nic neříká, jeho autonomní reakce organismu podávají vyšetřovatelům s pomocí polygrafu informace, které by sám vyšetřovaný třeba sdělit nechtěl. Nahlížením do jeho mysli se pak stává z vyslýchaného pasivní prvek vyšetřování. [18]

V některých zemích se lze setkat i s dalšími možnostmi využití polygrafu, a to například při řešení občanskoprávních záležitostí (např. v USA napomáhá k určování sporného otcovství) nebo také v soukromém sektoru, kde slouží například k prověřování loajality zaměstnanců. Využití polygrafu je hojně využíváno právě v USA, kde podle Gillernové dochází až k jednomu milionu vyšetření ročně. [15]

3.1 Fyziologické změny sledované při detekci lži

Původní název pro fyziodefekční ověřování pravdomluvnosti je polygraf, což v překladu znamená „víceru záznamů“. Tento název byl odvozen od skutečnosti, že během ověřování pravdomluvnosti bylo sledováno hned několik fyziologických „záznamů“, které dokázaly poukázat na lživé chování. Při pozorování jsou sledovány spontánní (autonomní) fyziologické funkce organismu, které reagují na podněty přicházející z vnějšího prostředí.

Během měření na polygrafu se vyslýchaný může dostat do situace, kdy mu bude položena otázka, kterou se cítí být ohrožen a reaguje na ni lživou odpovědí. Vyslýchaný je tak ohrožen skutečností, že lež může být kdykoli odhalena, což na něj může mít negativní dopad. Právě strach zde hraje významnou roli, protože vyvolává určité změny v tělesných funkcích člověka, které lze snímat pomocí vhodných senzorů, jež jsou součástí polygrafu (viz obrázek 1). Organismus reaguje na jakékoli ohrožení, které na člověka může působit, a to zejména: zrychleným dechem, zvýšenou tepovou frekvencí, zvýšeným arteriálním krevním tlakem, zvýšenou produkcí potu apod. [7] [16]



Obrázek 1 – Jednotlivé senzory polygrafu [19]

Vytváření a chování spontánních funkcí organismu úzce souvisí s nervovým systémem člověka. Vše se odehrává v centrálním nervovém systému. Ten má vliv na činnost smyslových i tělesných funkcí, které mohou být vytvářeny vědomě i nevědomě. Tělesné funkce bez možnosti regulace jsou řízeny v části autonomní nervové soustavy ovládající např. činnost srdce, plic, jater, zažívacího a vylučovacího traktu apod. V případě, že dojde

ke zvýšené fyzické námaze nebo se člověk dostane do situace, která v něm vyvolává určité emoce (např. strach, hněv apod.) autonomní systém zvýší činnost těchto fyziologických funkcí, což se projeví například zvýšenou rychlostí dechové frekvence. Jakmile všechny podněty vyvolávající změny pominou, vrátí se všechny funkce na původní úroveň. [20]

V kriminalistice se pro vyšetření na polygrafu využívá speciální strategie, která je založena na kritických otázkách. Ta spočívá v tom, že na začátku každého výslechu je vytvořena série otázek a obviněný předem zná přesné pořadí, v jakém budou tyto otázky pokládány. Důraz je pak kladen především na tzv. kritické otázky, které mají u pachatele vyvolat stres a pocit ohrožení, což se projeví na výsledné křivce z polygrafu. Tyto kritické otázky jsou vytvořeny tak, aby úzce souvisely s vyšetřovaným trestným činem. Kriminalisté také vědí, že položení kritické otázky vyvolá u skutečného pachatele pocit ohrožení a stresu. Tím, že vyslýchaný zná přesné pořadí otázek, kriminalisté dosáhnou toho, že je u něj viditelný nárůst stresu s postupným přibližováním se ke kritické otázce. Tento nárůst stresu pak opadá po zodpovězení otázky. [20]

3.1.1 Dechová frekvence

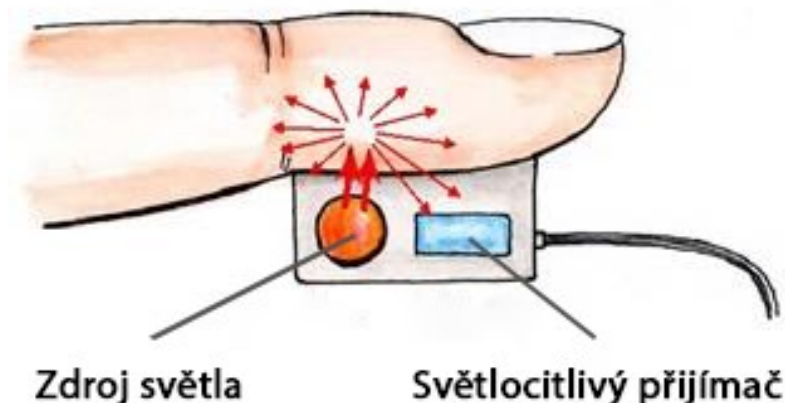
Pro monitorování dechu se v kriminalistické praxi nejčastěji využívá pneumograf, který je umístěn vyslýchané osobě na hrudník, kde zaznamenává změny v objemu dýchání a dechové frekvenci. Změnu objemu dýchání je důležité zaznamenávat z toho důvodu, že když je člověk ve stresu, tělo většinou potřebuje mnohem více kyslíku, a tak může docházet k větším nádechům. U dechové frekvence se pak zaznamenává čas mezi jednotlivými nádechy a výdechy. Udává se počtem nádechů za minutu, při čemž klidová frekvence u dospělých osob se obvykle pohybuje v rozmezí 12–20 dechů za minutu. Mimo frekvenci dechu je hodnocen i tvar vzniklé křivky a poměr mezi vdechovou a výdechovou fází. [16]

Dechová frekvence může být ovlivněna hned několika faktory, které mohou způsobit odchylky v měření na polygrafu. Dech lze z části ovlivnit vlastní vůlí (např. zadržením dechu), ale takové změny lze snadno oddělit od změn způsobených emocemi (např. strachem). K další změně dechu může dojít při zvýšené tělesné teplotě, proto je důležité, aby výslechová místnost měla stálou teplotu a nedocházelo zde k výkyvům tepla. [16] [21]

3.1.2 Krevní tlak a tepová frekvence

Krevní tlak se společně s tepovou frekvencí na polygrafu nejčastěji sleduje pomocí manžety připevněné na paži vyslýchaného. Krevní tlak vyjadřuje sílu, kterou působí krev na stěny cév. Během výslechu může dojít ke změně tlaku v návaznosti na lživou výpověď, protože strach z odhalení zapříčiní, že tělo očekává energeticky náročný výkon, což se projeví zvýšeným tlakem. [17]

Tepová frekvence se udává počtem tepů (stahů) srdce za minutu. Průměrná tepová frekvence člověka se pohybuje kolem 72–76 tepů za minutu. Pozorování tepové frekvence je založeno na principu vyvolání tepové (tlakové) vlny rytmickou srdeční činností. Tato vlna se šíří arteriálním řečištěm. Manžeta, která je umístěná na paži vyslýchaného, dokáže společně s krevním tlakem tyto nepatrné pulsni vlny zaznamenávat. Často se lze setkat také s pozorováním tepu (pulsu) za pomoci tzv. fotoelektrického pletysmografu, který snímá a zaznamenává rychlé změny v objemu pulsující krve, a to na základě rozptylu a absorpce světla v určité oblasti tkáně. Primární funkcí prstového pletysmografu je určení a měření saturace tepenné krve kyslíkem, ale z výsledné křivky lze snadno vypočítat i tep. Pletysmograf se umísťuje na libovolný prst vyslýchaného a je vybaven světelným zdrojem (nejčastěji IR diodou) i světlocitlivým přijímačem. Při měření jsou vyslány světelné paprsky do tkáně, kde dochází k částečnému rozptylu světla prostřednictvím červených krvinek obsažených v krvi (viz obrázek 2). Světlo, které není rozptýleno se pak zaznamená pomocí přijímače a výsledkem je tzv. pletysmografická křivka. Intenzita dopadajícího světla na přijímač souvisí s množstvím krve, které prochází přes sledovaný segment tkáně. [22] [23]

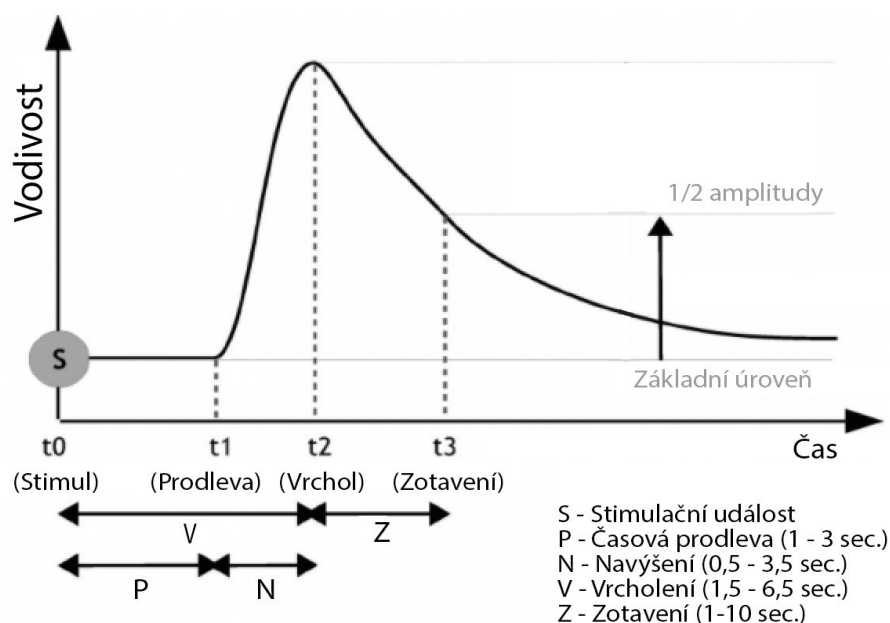


Obrázek 2 – Princip fotoelektrického pletysmografu [24]

3.1.3 Odpor kůže

Kůže má pro člověka velmi významnou roli z hlediska termoregulace, což je výměna tepla mezi organismem a okolním prostředím. Při zvýšené činnosti svalů nebo při reakci na ohrožení se teplota organismu zvedá a kůže na to reaguje tím, že prostřednictvím potních žláz zvýší produkci potu, čímž dojde k ochlazení organismu. Speciální funkci mají potní žlázy umístěné na dlaních a chodidlech, které jsou navrženy tak, aby zvyšovaly efektivitu uchopení potřebnou v době vzrušení nebo v případě ohrožení. Veškerá aktivita potních žláz má vliv na změny odporu kůže, a to v takovém vztahu, že čím více potu kůže vylučuje, tím je měrný odpor kůže menší a vodivost větší. [25]

Změny vodivosti kůže se označují jako EDA (elektrodermální aktivita) nebo též psychogalvanická reakce. Během vyšetření na polygrafu je EDA považována za nejčastěji sledovanou fyziologickou reakci organismu, která dokáže reagovat na emoční napětí. Zvýšení EDA se měří za pomoci dvou povrchových elektrod umístěných na kůži a následným vedením minimálního elektrického proudu mezi nimi. Tyto elektrody jsou nejčastěji umístěny na bříškách dvou vedlejších prstů. Z obrázku 3 lze vyčíst, že vodivost kůže reaguje na stimul (např. strach) s určitou časovou prodlevou, a to přibližně v rozmezí 1–3 vteřin. Po této době začíná vodivost stoupat až do bodu svého maxima a následně pozvolně klesá na základní úroveň. Při měření na polygrafu je sledován odpor kůže, který je uváděn v jednotkách Ω (ohm). Pro EDA se však využívá jednotka $\bar{\Omega}$ (mho), která odpovídá vztahu $1\bar{\Omega} = 1/\Omega$. S rostoucí sekrecí potu kožní odpor klesá a EDA roste. [16] [25]



Obrázek 3 – Vývoj křivky EDA při reakci na stimul [26]

3.2 Využití detektoru lži v České republice

Možnost využití polygrafu jako důkazního prostředku není v trestním právu jasně definována, a tak panuje kolem tohoto vyšetření značná nejednotnost. Na tuto skutečnost upozorňuje ve své knize také Matoušková, která zmiňuje, že „*soudy v České republice polygraf někdy odmítají, jindy k jeho výsledkům přihlížejí.*“ [16] Tento fakt je způsoben převážně tím, že trestní řád České republiky jasně nedefinuje všechny možné důkazy či důkazní prostředky, ale pouze uvádí jejich demonstrativní výčet. Zásadní roli pro možnost využití polygrafu v trestním řízení sehrává také judikatura, která se k použití výsledků z detektoru lži staví negativně. Jedná se konkrétně o usnesení Nejvyššího soudu ČR z 25. 3. 1992, ve kterém je jasně stanoveno, že nelze využít výsledky vyšetření na detektoru lži jako důkaz v trestním řízení. Na druhé straně však existují případy, kdy soud výsledek fyziodekčního vyšetření vzal v potaz, a to jako jiný listinný důkaz nebo důkaz nepřímý. Často se tak lze setkat s tím, že je výsledek měření na detektoru lži brán jako podpůrný důkaz, čímž vytváří pomyslný řetězec s dalšími důkazy. [1] [16] [17]

V České republice se lze setkat s detektorem lži převážně při vyšetřování závažných trestných činů a kriminalisté jej ve své praxi využívají hlavně pro prověřování a odhalování nepravdivé výpovědi. Výsledek používají jako prostředek vedoucí k zaměření a výběru důkazních prostředků. Lze dohledat hned několik případů, které dokazují efektivní využití fyziodekčního vyšetření při šetření závažného trestného činu (např. vraždy). Využití polygrafu v praxi popisuje například Gillernová, která uvádí šetření vraždy, ke které došlo v roce 2011 a na základě fyziodekčního vyšetření se podařilo kriminalistům najít pachatele. Detektor lži je možné využít u podezřelých i u obviněných. U podezřelých pomáhá polygraf rozhodnout, zda lze dotyčného obvinít či nikoliv, u obviněných napomáhá při získávání dalších důkazů o vině či nevině. [15] [17]

V České republice se vyšetření na polygrafu pro objasňování trestné činnosti uskutečňuje pouze na fyziodekčním pracovišti Kriminalistického ústavu v Praze, a to za přísného dodržování technických podmínek a taktických postupů. Využití polygrafu je v ČR postaveno na principu dobrovolnosti. Před samotným měřením je nutné seznámit vyslýchanou osobu s fungováním přístroje a získat její písemné prohlášení o souhlasu s vyšetřením. Obecně jsou pak stanoveny základní etické zásady pro fyziologické vyšetření, které se skládají z následujících bodů:

1. Vyšetření smí provádět pouze osoba, která má v oblasti použití fyziodetekčních metod příslušnou kvalifikaci.
2. Vyšetření smí být provedeno pouze u osoby, která je k tomu po stránce psychické i fyzické způsobilá.
3. Vyšetřovaná osoba nesmí být před započítím a v průběhu vyšetření vystavena jakémukoli nátlaku.
4. Vyšetřovaná osoba má právo být podrobně seznámena s podstatou a průběhem prováděného vyšetření.
5. Vyšetřovaná osoba má právo být seznámena s účelem prováděného vyšetření.
6. Vyšetření může být provedeno pouze na základě dobrovolného písemného souhlasu vyšetřované osoby.
7. Vyšetřovaná osoba má právo bez sdělení důvodu odmítnout podrobit se vyšetření.
8. Odmítnutí podrobit se vyšetření nesmí mít pro tuto osobu žádné negativní důsledky.
9. Časový rozsah prováděného vyšetření nesmí být takový, aby negativně působil na schopnost osoby plně se soustředit.
10. Výsledek vyšetření není možno použít jako jediný důkaz.

Tyto výše zmíněné zásady se však mohou měnit, a proto se předpokládá, že v závislosti na dalších poznatcích a možnostech využití polygrafu budou dále aktualizovány. [7] [27]

3.3 Využití detektoru lži v Evropě

Česká republika zdaleka není jedinou zemí, ve které se polygrafické testování v kriminalistické praxi využívá. V rámci Evropy se tak lze setkat s řadou zemí, kde je polygraf využíván častěji, ale naopak mnoho zemí tyto metody zakazuje úplně, a to hned z několika důvodů. Jako hlavní důvod bývá uváděno porušování základních lidských práv, a to především právo na lidskou svobodu a důstojnost.

Evropské země využívající detektor lži:

- **Slovensko** – využívá polygraf od roku 1998 a na tuto činnost se zaměřuje oddělení aplikované psychofyziologie, které spadá pod Kriminologický a expertizní ústav PZ MV SR. Stejně jako v České republice je i zde využíván detektor lži zejména v kriminalistické oblasti, a to jako nepřímý a podpůrný prostředek v přípravné fázi vyšetření. Na Slovensku je však dbán větší zřetel na tzv. post-testovací fázi vyšetření, která se provádí po měření. V této fázi se specialisté zaměřují na rozporné výsledky měření s cílem získat přiznání.
- **Polsko** – podle dostupných informací začalo využívat detektor lži už v roce 1951. K rozšíření této metody v Polsku došlo až po roce 1990, kdy se začaly projevovat první náznaky demokracie. Zdejší Nejvyšší soud dokonce konstatoval, že je třeba považovat vyšetření na polygrafu za „přibrání znalce“ a výsledek polygrafického měření za důkaz jako každý jiný podléhající volnému hodnocení soudem. V současné době je tedy v Polsku využití polygrafu schválené zákonem, a to jako názor specialisty.
- **Maďarsko** – začalo využívat detektor lži ke kriminalistickým účelům v roce 1978 a výsledky z měření zde v rámci trestního řízení mají pouze orientační charakter. Platí zde tedy podobná situace jako na Slovensku, tedy že výsledky jsou využívány během přípravného řízení a nemají důkazní charakter.
- **Německo** – aktivně využívalo polygrafické vyšetření pro objasňování trestné činnosti do roku 1954. Poté Nejvyšší soud rozhodl o zákazu využívání této metody. Důvodem tohoto rozhodnutí mělo být to, že při výslechu dochází k porušení základního lidského práva, a to svobody vůle. Změna přišla až v roce 1998, kdy byl tento zákaz Nejvyšším soudem v Německu zrušen a policii bylo povoleno využívat polygraf pro objasňování trestné činnosti. Během soudního řízení však tyto výsledky nemohou být brány jako důkaz.
- **Velká Británie** – zaujímá k používání polygrafu specifický postoj a využívá jej pouze pro objasňování sexuálních činů a pornografie. Velká Británie vychází ze svých odborných studií, které byly provedeny Ministerstvem spravedlnosti v roce 2009–2012 na sexuálních útočnicích.

- **Rusko** – vyjádřilo záporné ohlasy k využívání detektoru lži už okolo roku 1910. Později však v roce 1976 byla publikována odborná práce, která pojednávala o dobrých výsledcích polygrafu při jeho využití v kriminalistické praxi a od roku 1994 je zde tento způsob vyšetřování masivně zaváděn.
- **Litva** – reguluje využití polygrafu speciálním zákonem a jeho využití nachází uplatnění jak v kriminalistické, tak i v personální sféře.

K zemím, které polygraf využívají lze zařadit také: Rumunsko, Finsko, Slovinsko a Lotyšsko. [7] [14] [15]

Evropské země nevyužívající detektor lži

Mezi evropské země, které se k využívání polygrafu staví negativně lze zařadit převážně západoevropské státy. V roce 2012 bylo mapováno využívání polygrafu v Evropě a k zemím, které polygraf nevyužívají se přihlásily: **Irsko, Rakousko, Estonsko, Řecko, Španělsko, Itálie, Lucembursko a Francie.** [14]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ÚVOD K MĚŘENÍ NA POLYGRAFU LX6

V kriminalistice se lze setkat s využitím polygrafu převážně během vyšetřování závažných trestných činů, např. vražd. Klasické měření probíhá během výslechu za přísných podmínek, kde i mírné kolísání teploty může vyvolat určité odchylky ovlivňující výsledky měření. Ve většině případů se tedy měření provádí v naprostém klidu, kdy vyslýchaný sedí na židli a vyslýchající mu klade sérii otázek.

Měření prováděné v této práci se však bude věnovat sledování fyziologických projevů během vykonávání pohybu, což by v budoucnu mohlo pomoci při rozvoji nových kriminalistických metod. Právě měření fyziologických reakcí během pohybu by umožnilo jejich snímání i u osob, které se nacházejí ve virtuální realitě. V simulovaném prostředí by mohl podezřelý reagovat na skutečnosti, jež mu byly promítnuty. Například při šetření vraždy by mohlo dojít k její celkové rekonstrukci ve virtuálním prostředí a na základě fyziologických reakcí sledované osoby by bylo možné zjistit, zda byla u tohoto zločinu přítomná či nikoli.

Právě z důvodu budoucího využití virtuální reality v kombinaci s polygrafem budou pro měření vybrány takové pohyby, se kterými se lze setkat i při ovládní této virtuální reality.

4.1 Cíle měření

Cílem měření bude zjistit, zda je možné sledovat fyziologické funkce i během pohybu, popřípadě do jaké míry tento pohyb získaná data ovlivňuje a jestli lze rozlišit důležitá data od rušivých prvků, které může pohyb způsobovat. Při měření budou sledovány fyziologické projevy vyvolané základními pohyby, které bude každý subjekt vykonávat v přesně zadaném pořadí. Důraz bude kladen především na skutečnost, zda je během pohybu možné sledovat změnu frekvence dechu, rychlost srdečního tepu a projevy elektrodermální aktivity.

Další snahou měření bude odhalit, zdali základní pohyby mohou vyvolat podobné fyziologické reakce, jaké jsou sledovány v okamžiku, kdy se člověk cítí ve stresu a strachu. Právě strach je typickým faktorem, který dokáže vyvolat náhlé změny ve fyziologických projevech. Díky němu dokážou kriminalisté v mnoha případech odhalit, zda člověk během výpovědi lže.

4.2 Polygraf LX6-S

Pro měření bude využit Polygraf LX6, který dokáže spolupracovat s řadou senzorů určených pro snímání fyziologických funkcí. Na obrázku 4 je možné vidět původní sadu polygrafu, kterou lze zakoupit pod názvem LX6-S. Sada je dodávána v setu se základními senzory a batohem určeným pro přepravu celé soupravy. Jedná se o detektor lži vyrobený společností Lafayette Instrument Company, která sídlí v USA, kde tyto přístroje rovněž vyrábí.



Obrázek 4 – Sada LX6-S [28]

Z důvodu, že měření na polygrafu v této práci nebude zaměřeno na detekci lži, ale na sledování fyziologických změn v reakci na pohyb, bude nutné některé senzory nahradit. Důvodem nahrazení některých senzorů je především fakt, že polygraf i s jednotlivými senzory bude připevněn na tělo sledované osoby a nesmí omezovat její pohyblivost. Podložka pro sledování pohybové aktivity a manžetový snímač tlaku tak při tomto měření nebudou využity, protože nesplňují některé z požadavků. Jelikož je podložka sledující aktivitu a nepatrné pohyby během výslechu umístěná na židli, ztrácí její využití v tomto výzkumu svůj význam. Druhý senzor (manžetový snímač tlaku) nebude k měření využíván z důvodu, že jeho umístění na těle omezuje základní možnost pohybu rukou a jeho přichycení by bylo složité zkombinovat s funkčností. Jelikož manžetový snímač tlaku umožňuje sledovat také tepovou frekvenci, bude jeho funkce z části nahrazená

pletysmografem, díky kterému bude možné tuto frekvenci následně dopočítat. Pro měření budou využity následující senzory:

- 1x stříbrný pneumograf (senzor na hrudník pro monitorování dechu),
- 1x modrý pneumograf (senzor na hrudník pro monitorování dechu),
- 1x senzor EDA (sestava elektrod pro měření změn vodivosti kůže),
- 1x prstový fotoelektrický pletysmograf (senzor pro snímání tepu).

4.2.1 Polygraf LX6

Základním komponentem celé soupravy bude samotný Polygraf LX6 (viz obrázek 6), který slouží jako systém pro zpracování dat. Tento polygraf je vyroben z odolného plastu a veškeré porty jsou zapuštěny a barevně označeny pro snadnější zapojení senzorů. Data získávaná ze senzorů odesílá polygraf do PC prostřednictvím kabelu USB 3.0/2.0, který zároveň slouží jako napájecí kabel. Polygraf LX6 disponuje malými rozměry, což umožňuje snadné přichycení na tělo sledované osoby.



Obrázek 5 – Polygraf LX6 [28]

Před každým měřením bude Polygraf LX6 umístěn sledované osobě kolem pasu, a to pomocí pásky na suchý zip. Protože v originálním balení je dodáván k polygrafu pouze 2m kabel, bude jej nutno nahradit delším, konkrétně 12m kabelem typu USB 3.0/2.0. Toto prodloužení bude nutné hlavně z toho důvodu, aby sledovanou osobu neomezovala délka kabelu při pohybu.

4.2.2 Pneumograf

V sadě LX6-S jsou dodávány dva pneumografy, které slouží k monitorování dechové aktivity. Do polygrafu se připojují prostřednictvím dvou portů s označením P1 a P2. Pro snímání dechu prostřednictvím polygrafu se umísťuje první pneumograf nad prsa a druhý v okolí bránice, což umožňuje sledovat i nepatrné změny charakteru dechu. Pro lepší odlišení při montáži na tělo jsou jednotlivé pneumografy mezi sebou barevně odlišeny modrou a stříbrnou barvou. Na obrázku 6 lze vidět, že tělo pneumografu je tvořeno gumovou hadicí, která je pak upnuta k tělu sledovaného pomocí řemínku.



Obrázek 6 – Pneumograf [28]

Před každým měřením bude zapotřebí, aby sledovaná osoba rozpažila ruce, protože jí následně budou na hrudník připevňovány oba pneumografy. Pro lepší přehlednost bude využito modrého pneumografu pro umístění nad prsa a stříbrného pneumografu na oblast bránice. Důraz bude kladen také na komfort sledované osoby, tedy aby jí pneumograf příliš nestahoval a neomezoval v dýchání.

4.2.3 Senzor elektrodermální aktivity

Sestava EDA, určená pro využití na Polygrafu LX6 (viz obrázek 7), využívá dvou elektrod, které jsou umísťovány na bříška prstů, a to konkrétně na ukazováček a prsteníček. Elektrody jsou vytvořeny z nerezové ocele a na prsty jsou připevňovány pomocí suchého zipu. Výhoda tohoto zpracování spočívá především v možnosti opakovaného použití elektrod, které se

nemusí po každém měření měnit. Tato sestava pro měření vodivého odporu kůže se do polygrafu zapojuje pomocí zeleně označeného konektoru, a to do portu s označením EDA.



Obrázek 7 – Senzor elektrodermální aktivity [28]

Protože senzor elektrodermální aktivity je založen na sledování vodivého odporu kůže, bude nutné důkladně očistit prsty každé sledované osobě, neboť právě na ně budou elektrody instalovány. Toto očištění bude prováděno především z toho důvodu, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků nečistotami a potom vzniklým před měřením. Na bříško ukazováčku a prsteníčku budou na začátku každého měření přichyceny elektrody pomocí suchého zipu. Kabel směřující od elektrod do polygrafu bude veden podél ruky, ke které budou elektrody přichyceny páskou v oblasti paže. Přichycení kabelu bude nutné z důvodu, aby neomezoval sledovaný subjekt během pohybu.

4.2.4 Pletysmograf

Tento senzor není v kriminalistice běžně využíván, a tak musí být k základní sadě dokoupen zvlášť. Jedná se o fotoelektrický prstový pletysmograf (viz obrázek 8), který zaznamenává rychlé změny v objemu pulzující krve, díky čemuž je možné z výsledné křivky vypočítat rychlost tepu. V zařízení připomínající svorku je umístěn světelný zdroj společně se snímačem. Celá sestava se umísťuje na libovolný prst, a to včetně palce. Zdroj světla, který je v tomto případě využit, produkuje záření v infračerveném rozsahu, a to o vlnové délce 700 až 900 nm. Pro lepší pohodlí a snížení ruchu vytvářeném při pohybu je vnitřní část svorky vybavena měkkou gumou, která se zčásti přizpůsobí vloženému prstu.



Obrázek 8 – Fotoelektrický prstový pletysmograf [28]

Pletysmograf bude umístován na prostředníček pravé ruky a k polygrafu bude připojen prostřednictvím červeného kabelu do portu označeného písmeny PPG. Stejně jako u senzoru elektrodermální aktivity i tady bude kabel směřující do polygrafu připevněn k paži sledované osoby.

4.3 LXSoftware

LXSoftware je softwarový nástroj, vyvíjený od roku 1994, který nabízí mnoho základních i pokročilých funkcí užitečných pro práci s polygrafem. Nabízí jednoduché a intuitivní grafické rozhraní, ve kterém se lze snadno zorientovat. Pro začínající uživatele není problém dohledat základní instrukce v manuálu, který společnost nabízí na svých webových stránkách volně ke stažení. Spolu s manuálem lze na stránkách výrobce nalézt také nové verze softwaru, jež jsou pravidelně vydávány. Pro měření bude využita nejnovější dostupná verze (v.11.8.6.).

4.3.1 Pracovní prostředí

Jak lze vidět na obrázku 9, pracovní prostředí programu *LXSoftware* se skládá ze dvou hlavních částí. První část tvoří záhlaví, v němž se nachází všechny nástroje a nastavení, které program nabízí. Základní nástroje pro práci s daty jsou zobrazeny také níže v rychlém přístupu ve formě ikon. Druhou hlavní část tvoří pracovní plocha, která nejčastěji slouží k zobrazení grafu měřených fyziologických funkcí. Mimo grafické znázornění křivek se zde nachází ještě postranní tabulka, která dává k dispozici rychlý přehled naměřených hodnot.

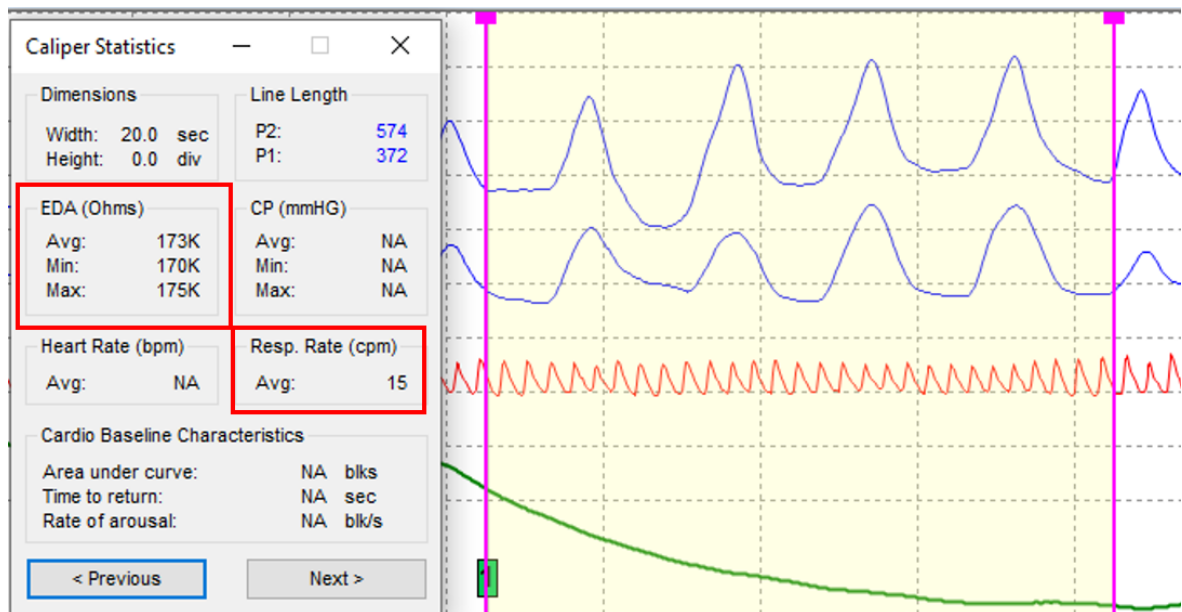
Pro tento výzkum budou důležité hlavně hodnoty EDA, jež jsou zde uváděny v ohmech. Tabulka zobrazuje maximální i minimální hodnotu měrného odporu a k tomu dodává i aritmetický průměr. Dalším důležitým prvkem na pracovní ploše je přehled otázek, který je umístěn v dolní části. Pomocí jednoduchého prokliku se lze přemístit v grafu na libovolnou otázku, a proto tato funkce velmi ulehčí následnou práci s daty. Jednotlivé otázky jsou pak v samotném grafu označeny vždy svislou čarou. Dole u ní se nachází číslo otázky (viz obrázek 9).



Obrázek 9 – Pracovní prostředí LXSoftware

4.3.2 Výpočet statistik z měření

Pro získání hodnot z naměřených dat bude sloužit tabulka *Caliper Statistic*, která je k dispozici po zobrazení tzv. posuvných měřítka. Tato měřítka se zapínají v rozbalovacím menu, které se ukáže po kliknutí pravým tlačítkem na pracovní plochu. V tomto menu se pak zvolí možnost *show calipers*. Následně je možné přetažením jednotlivých posuvných měřítka určit měřený úsek a v tabulce se statistikami se z tohoto úseku vypočítají hodnoty z jednotlivých senzorů. Pro toto měření bude využívána především hodnota EDA společně s frekvencí dýchání (*Resp. Rate*), která je zde uváděna v počtu dechů za minutu (viz obrázek 10).



Obrázek 10 – Zobrazení hodnot EDA a frekvence dechu v Caliper Statistic

4.3.3 Vytvoření nového měření

Pro každou sledovanou osobu bude nutné vytvořit nový dokument obsahující sérii otázek. Protože záměrem tohoto měření bude sledovat fyziologické projevy v reakci na pohyb, a ne otázky, bude nutné tomu přizpůsobit i systém otázek. Při tomto měření budou sloužit otázky pouze jako pomůcka pro zaznamenání úseku, ve kterém došlo k měřenému pohybu.

Nový dokument bude vytvořen pomocí záložky *File*, ve které bude zvolena možnost *New PF*. V dalším kroku program vyvolá tabulku, ve které bude nutné vyplnit základní údaje o měřeném subjektu. Dále bude sestavena série otázek (pohybů), kterou lze vytvořit v záložce *Question* po vybrání možnosti *New Questions*. Poté se otevře základní editor pro tvorbu otázek, v němž místo otázek budou vyplněny jednotlivé sledované pohyby.

4.4 Série základních pohybů sledovaných při měření

Při měření bude sledováno sedm situací, při čemž každá z nich bude trvat přibližně 25 vteřin. Sledováno bude především to, zdali je během vykonávání základních pohybů omezená funkčnost jednotlivých senzorů a zda tyto pohyby mohou vyvolat podobné fyziologické reakce jako některé emoce. Za účelem vyvolání u sledované osoby emoce strachu a ohrožení bude při měření využita sklápěcí plošina, která se v době měření mírně propadne pod sledovanou osobou.

4.4.1 Relaxace na židli

Na začátku každého měření bude z důvodu kalibrace osoba vyzvána, aby klidně seděla na židli a zvolna relaxovala. Touto relaxací by se měla osoba rychle dostat do klidového stavu, od kterého se pak budou posuzovat fyziologické změny vyskytující se při plnění dalších úkolů. Tato relaxace bude v sérii otázek označena číslem 1.

4.4.2 Postavení se

Dalším úkolem sledované osoby bude postavení se a setrvání v klidném postoji po dobu 25 vteřin. Během plnění tohoto úkolu nebudou důležitá pouze data z doby, kdy se sledovaný subjekt postaví, ale také ze zbylého času, kdy subjekt zůstane v klidu stát. Budou tak patrné fyziologické reakce na vykonaný pohyb, které se mohou projevit s mírnou prodlevou. Tento úkol je v sérii otázek označen číslem 2.

4.4.3 Pomalá chůze

Třetím úkolem sledovaných osob bude pomalé procházení se po místnosti. Tato činnost bude trvat přibližně 25 vteřin. Během chůze bude u subjektu pozorováno převážně to, zda jednotlivé kroky nenarušují sledování fyziologických změn a nevytváří nežádoucí výkyvy ve výsledných křivkách. Pomalá chůze v sérii otázek bude označena číslem 3.

4.4.4 Upažení

Dalším úkolem bude upažení. Cvik se bude opakovat hned 5x za sebou. Tento úkol je zaměřen zejména na pohyb rukou, a proto budou důležité výsledky především ze senzorů upevněných na prstech sledované osoby. Důležité bude, aby při tomto pohybu nedošlo k omezení pohyblivosti rukou, což by mohlo být způsobeno kabeláží, která bude vedena podél ruky. Tento úkol bude v sérii otázek označen číslem 4.

4.4.5 Dřepy

Dalším základním pohybem v této sérii bude dřep. Sledovaná osoba provede pět dřepů za sebou. Účelem dřepů je vytvořit mírnou zátěž, která by se měla projevit ve výsledných křivkách u jednotlivých fyziologických funkcí. Důležité tak bude sledovat fyziologické projevy během cvičení, ale také vývoj změn, které budou následovat po něm. Tento úkol bude v sérii otázek označen číslem 5.

4.4.6 Očekávané propadnutí

Sledovaný subjekt v tomto bodě měření dostane instrukce, aby vstoupil na plošinu a chytil se zábradlí. Jedná se o plošinu, která se po mechanické aktivaci propadne přibližně o 10 cm a u sledované osoby by mělo dojít k mírnému úleku. Sledovaná osoba bude dopředu vědět, že se s ní plošina propadne, ale nebude znát přesný čas, kdy k tomu dojde. To by u sledované osoby mělo vyvolat postupně gradující vnitřní napětí, které by mělo být zaznamenáno ve výsledcích měření. Toto očekávané propadnutí bude označeno v sérii otázek číslem 6.

4.4.7 Relaxace na židli po propadnutí

Po očekávaném pádu dostane subjekt poslední úkol, aby se posadil zpátky na židli a v klidu relaxoval. Touto relaxací by se měla sledovaná osoba rychleji dostat do klidového stavu. Během 25 vteřin bude zaznamenáváno, zda se hodnoty vrátí k normálu. Tento poslední úkol bude označen v sérii otázek číslem 7.

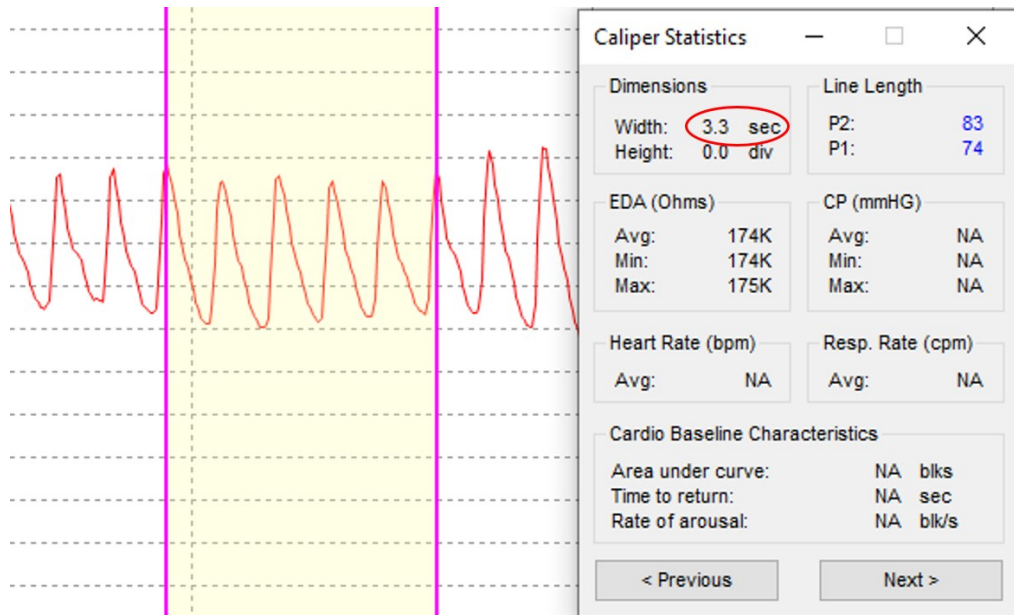
4.5 Postup při získávání hodnot z polygrafu

Při měření na polygrafu budou sledovány především hodnoty změny frekvence dechu, rychlost tepu a hodnota EDA (vodivost kůže). Některé hodnoty LXSoftware však nedokáže spočítat, a proto bude nutné dopočítat výsledné hodnoty z křivek samostatně.

4.5.1 Výpočet tepu

Pro sledování tepu bude využíván pletysmograf, který sleduje změnu objemu pulsující krve ve tkáních. Výsledkem jsou zaznamenané pulsní vlny, jež odpovídají rychlosti tepu. Protože LXSoftware nenabízí možnost vypočítat z těchto vln rychlost tepu, bude nutné tyto hodnoty dopočítat zvlášť. Při výpočtu tepu bude vždy označeno minimálně pět sousedících vrcholů křivky a v okně *Caliper Statistic* bude zjištěn časový úsek, ve kterém se tyto vrcholy nacházejí (viz obrázek 11). Dalším krokem bude s využitím trojčlenky určit, kolik takových tepů se odehraje v jedné minutě. Pro výpočet bude využit vztah:

$$\frac{60}{\text{čas}} \times \text{počet vrcholů} = \text{tepu/min}$$



Obrázek 11 – Časový úsek mezi vrcholy u křivky z plethysmografu

4.5.2 Výpočet elektrodermální aktivity

Pro senzor elektrodermální aktivity nabízí LXSoftware možnost výpočtu průměrné hodnoty EDA v daném časovém úseku, a to pouze v jednotkách Ω (ohm). Znamená to tedy, že výsledky zde reprezentují pouze hladinu měrného odporu kůže, a tak je nutné přepočítat tyto hodnoty na jednotky \bar{U} (mho), což umožní snadnější práci při následném vyhodnocování dat. Pro tento výpočet bude využit vztah:

$$1\bar{U} = \frac{1}{\Omega}$$

5 MĚŘENÍ NA POLYGRAFU LX6

Měření na polygrafu bylo provedeno na 10 dobrovolnících, kteří byli dopředu s celým měřením seznámeni. Aby se předešlo změnám fyziologických funkcí v závislosti na teplotě v místnosti, každá sledovaná osoba se před samotným měřením aklimatizovala v tomto prostředí po dobu minimálně 10 minut. Tato doba se mohla mírně lišit u lidí, kteří přišli zvenčí, protože u nich mohl nastat mnohem větší tepelný šok než u lidí, kteří se před měřením nacházeli ve stejné budově jako je umístěna měřicí místnost.

Na začátku každého měření byla sledovaná osoba vyzvána, aby se usadila na židli. Následně jí byly nainstalovány jednotlivé senzory pro snímání fyziologických změn. Po upevnění senzorů došlo k propojení polygrafu s PC a byla otestována funkčnost všech senzorů. Poté byl pro každý subjekt vytvořen v programu LXSoftware nový záznam společně se sérií otázek (resp. pohybů).

Při měření bylo dbáno především na to, zda jsou výsledné křivky *čitelné*, tzn. jestli je možné z jednotlivých křivek vypočítat následující hodnoty:

- dechovou frekvenci (z pneumografů na hrudi),
- tepovou frekvenci (z pletysmografu umístěném na prstě),
- EDA (z elektrod umístěných na prstech).

U každé sledované osoby byly zaznamenávány průměrné hodnoty fyziologických projevů z jednotlivých senzorů. Postup při získávání těchto hodnot byl vždy stejný a data byla pokaždé brána z prvních 20 sekund každé činnosti. Výjimkou byl pouze očekávaný pád (úkol č. 6), při kterém byly hodnoty získávány z úseku od 15 sekund před pádem do pěti sekund po pádu. Tento způsob sběru dat u úkolu č. 6 byl vybrán především z toho důvodu, že k propadnutí plošiny docházelo u každého měření v jiném čase. Proto tedy byly zaznamenány změny, které se odehrávaly 15 vteřin z času, kdy sledovaný očekával propadnutí a pět vteřin z času po samotném pádu.

MĚŘENÍ Č. 1 bylo provedeno na 28leté ženě a trvalo 4 minuty a 26 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou čitelné a nedochází u nich k výrazným změnám. Mírná změna je zaznamenána pouze u křivky EDA, která postupně klesá.

Dechová frekvence: 15 dechů/min., tepová frekvence: 86 tepů/min., EDA: 5,78 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

V okamžiku postavení dochází u všech fyziologických funkcí k viditelným změnám. Velký výkyv u obou pneumografů. U křivky EDA dochází k postupnému růstu.

Dechová frekvence: 32 dechů/min., tepová frekvence: 103 tepů/min., EDA: 5,88 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Sledované fyziologické funkce jsou čitelné a nedochází k výrazným změnám.

Dechová frekvence: 32 dechů/min., tepová frekvence: 91 tepů/min., EDA: 5,92 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Během upažení dochází k mírným výkyvům, zejména u výsledné křivky z pletysmografu. Další aktivita je zaznamenána také u křivky EDA, která v průběhu úkonu klesá.

Dechová frekvence: 32 dechů/min., tepová frekvence: 103 tepů/min., EDA: 5,78 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

V době, kdy sledovaný subjekt provádí dřepy dochází u pneumografu umístěném v oblasti bránice k silným výkyvům. U tepové frekvence a EDA nedochází k výrazným změnám.

Dechová frekvence: 23 dechů/min., tepová frekvence: 100 tepů/min., EDA: 5,71 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Křivka EDA reaguje výrazným růstem. Klesá téměř okamžitě ve chvíli, kdy u sledované osoby dochází k propadnutí. Výrazný nárůst hodnot zaznamenávají všechny senzory.

Dechová frekvence: 31 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 6,06 $\mu\Omega$.

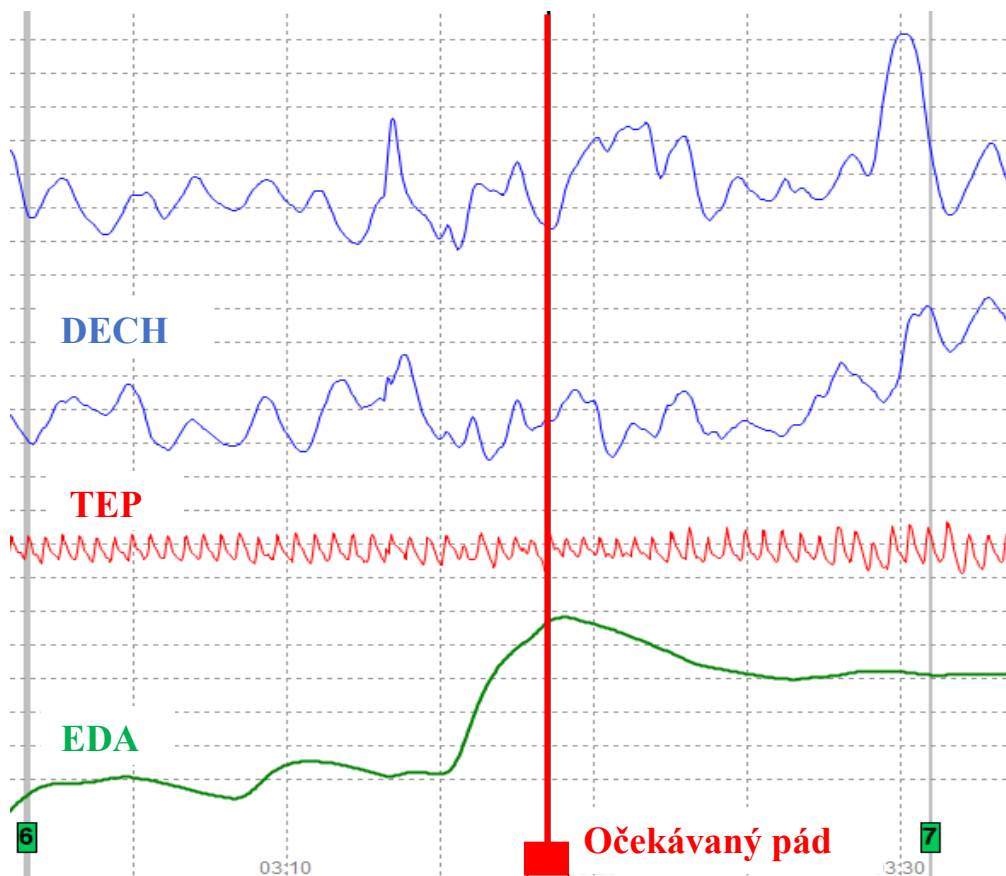
7. Závěrečná relaxace na židli

Křivka EDA viditelně klesá a ostatní fyziologické funkce se pomalu vracejí ke svým počátečním hodnotám. Ustálení křivek je dobře viditelné také u obou pneumografů.

Dechová frekvence: 24 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 6,13 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR MĚŘENÍ Č. 1

Nejvýraznější změny byly u měření č. 1 pozorovány u dýchání, a to především na začátku úkolu č. 2, kdy měla sledovaná osoba vstát ze židle. Změny podobného charakteru byly zaznamenány také u úkolu č. 5, při kterém sledovaný subjekt prováděl pět dřepů. Tyto výkyvy mohou být reakcí na změnu držení těla, protože i při mírném předklonu dochází k většímu tlaku na pneumograf, což vytvoří u dané křivky viditelnou změnu. Další pozorovanou křivkou byla EDA, u které došlo k nejviditelnější změně během očekávaného pádu (viz obrázek 12). Zde byla také naměřena nejvyšší hodnota EDA za celý průběh měření č. 1. U výsledné křivky z pletysmografu byly pozorovány mírné výkyvy pouze při upažení (úkol č. 4), tyto změny však neomezovaly možnost výpočtu tepové frekvence. V průběhu měření tak byly všechny fyziologické funkce čitelné a k větším výkyvům docházelo pouze během konání úkolů č. 2, 4 a 5. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 2.



Obrázek 12 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 1

MĚŘENÍ Č. 2 bylo provedeno na 24leté ženě a celé měření trvalo 4 minuty a 26 vteřin.

1. Relaxace na židli

Sledované fyziologické funkce jsou čitelné a u křivky EDA dochází k postupnému klesání.

Dechová frekvence: 13 dechů/min., tepová frekvence: 67 tepů/min., EDA: 3,30 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

K viditelným změnám dochází především u křivek z pneumografů, které reagují na moment, kdy sledovaná osoba vstane ze židle. Křivka EDA reaguje mírným poklesem.

Dechová frekvence: 17 dechů/min., tepová frekvence: 67 tepů/min., EDA: 3,10 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Sledované fyziologické funkce jsou čitelné a změny lze vidět především u dechu a tepu, u nichž dochází ke zvýšení hodnot. Naopak křivka EDA postupně klesá.

Dechová frekvence: 29 dechů/min., tepová frekvence: 88 tepů/min., EDA: 2,91 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Během upažení se křivky chovají velmi podobně jako při pomalé chůzi. Drobné změny v chování křivek jsou viditelné pouze u pneumografů v době cvičení.

Dechová frekvence: 29 dechů/min., tepová frekvence: 86 tepů/min., EDA: 2,92 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Všechny křivky vykazují výrazné změny. Největší nárůst hodnot je zaznamenán u tepové frekvence a EDA. Oba pneumografy vykazují velké výkyvy, ale dechová frekvence je oproti předchozímu cvičení nižší. V průběhu vykonávání dřepů jsou všechny fyziologické funkce čitelné a je možné z křivek spolehlivě vypočítat výsledné hodnoty.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 103 tepů/min., EDA: 3,51 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Výrazná změna dochází pouze u křivky EDA, u které lze sledovat růst.

Dechová frekvence: 27 dechů/min., tepová frekvence: 104 tepů/min., EDA: 3,91 $\mu\Omega$.

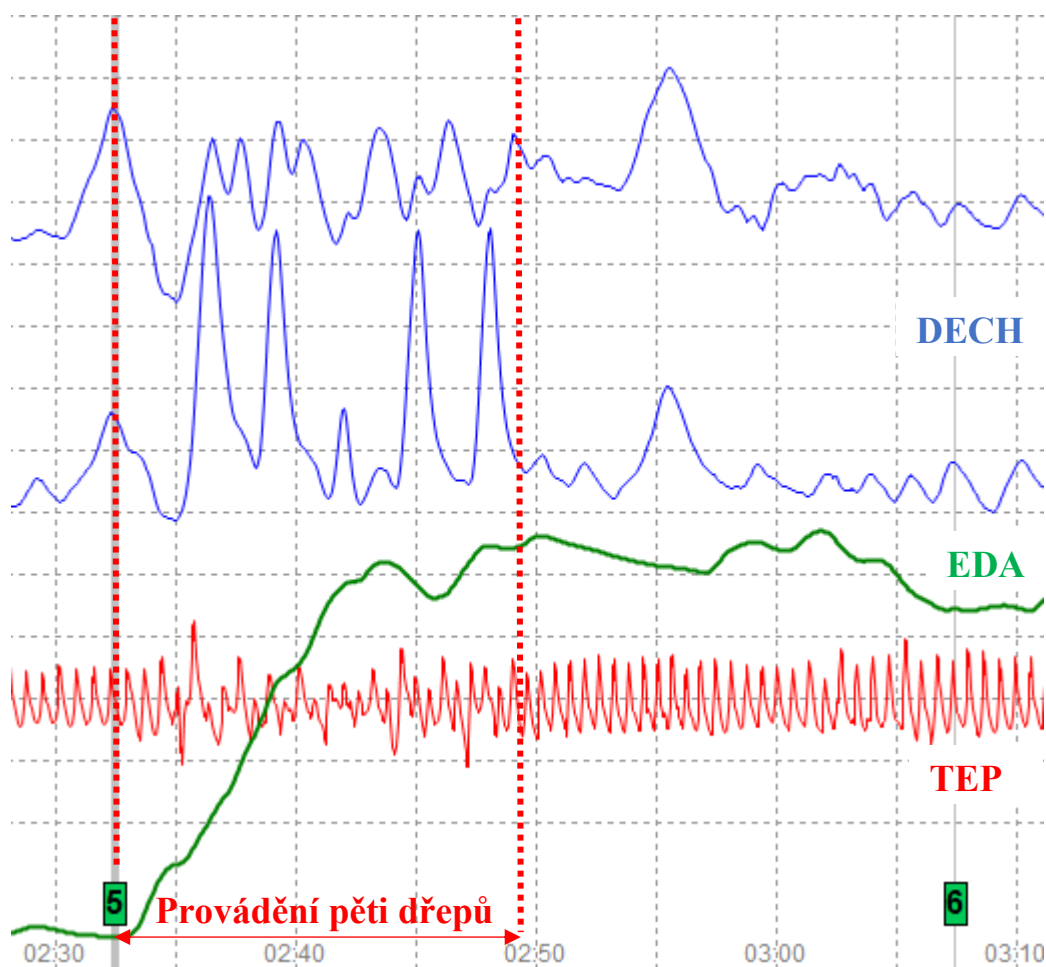
7. Relaxace na židli po propadnutí

Sledované fyziologické funkce jsou čitelné a křivka EDA postupně klesá.

Dechová frekvence: 24 dechů/min., tepová frekvence: 94 tepů/min., EDA: 3,94 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 2

Při tomto měření byl zaznamenán velký nárůst u křivky EDA, a to poprvé u úkolu č. 5, při kterém měl sledovaný subjekt vykonat pět dřepů. To mohlo být zapříčiněno zvýšenou fyzickou aktivitou v porovnání s předešlými úkoly, které nevyžadovaly tolik úsilí jako právě dřepy. I přesto, že dřepy dokázaly křivku EDA velmi výrazně zvýšit, svého maxima dosáhla až v následujícím úkolu, tedy při očekávání propadnutí plošiny. U dřepů docházelo také k větším výkyvům u pletysmografu a obou pneumografů (viz obrázek 13), ale i přesto byly všechny křivky po celou dobu měření dobře čitelné. Z celého záznamu je také dobře patrné, že stejně jako u měření č. 1 i zde docházelo k největším výkyvům především u křivek z pneumografů, a to u každého cvičení, které vyžadovalo pro své splnění určitou změnu v držení těla. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 2.



Obrázek 13 – Fyziologické reakce na dřepy u měření č. 2

MĚŘENÍ Č. 3 bylo provedeno na 30letém muži a celé měření trvalo 4 minuty a 9 vteřin.

1. Relaxace na židli

Sledované fyziologické funkce jsou čitelné a nedochází u nich k výrazným změnám.

Dechová frekvence: 18 dechů/min., tepová frekvence: 88 tepů/min., EDA: 5,00 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

V momentě postavení dochází u všech křivek k viditelným změnám. I přesto, že u pneumografů dochází k velkým výkyvům, dechová frekvence zůstává téměř neměnná.

Dechová frekvence: 17 dechů/min., tepová frekvence: 107 tepů/min., EDA: 5,65 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

V průběhu nedochází k výrazným změnám hodnot. Pouze křivka z pletysmografu zaznamenává větší výkyvy, které však neomezují čitelnost této křivky.

Dechová frekvence: 21 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 5,75 $\mu\Omega$.

4. Upažení

U křivky z pletysmografu dochází při prvním upažení k velkému výkyvu. Křivka pneumografu, který je umístěn nad prsy rovněž reaguje na upažení, a to výrazným poklesem.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 107 tepů/min., EDA: 5,62 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Výrazné změny jsou viditelné u křivek pneumografu i pletysmografu, kde dochází k výrazným nárůstům hodnot. Pouze EDA zůstává stabilní.

Dechová frekvence: 29 dechů/min., tepová frekvence: 120 tepů/min., EDA: 5,68 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Nejvýraznější reakci lze vidět u křivky EDA, která se okamžitě po spuštění plošiny propadá. Také u pneumografů je vidět reakce na pád, a to ve formě krátké prodlevy mezi jednotlivými nádechy. Při samotném propadnutí plošiny došlo k výkyvům u křivky z pletysmografu.

Dechová frekvence: 22 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 5,71 $\mu\Omega$.

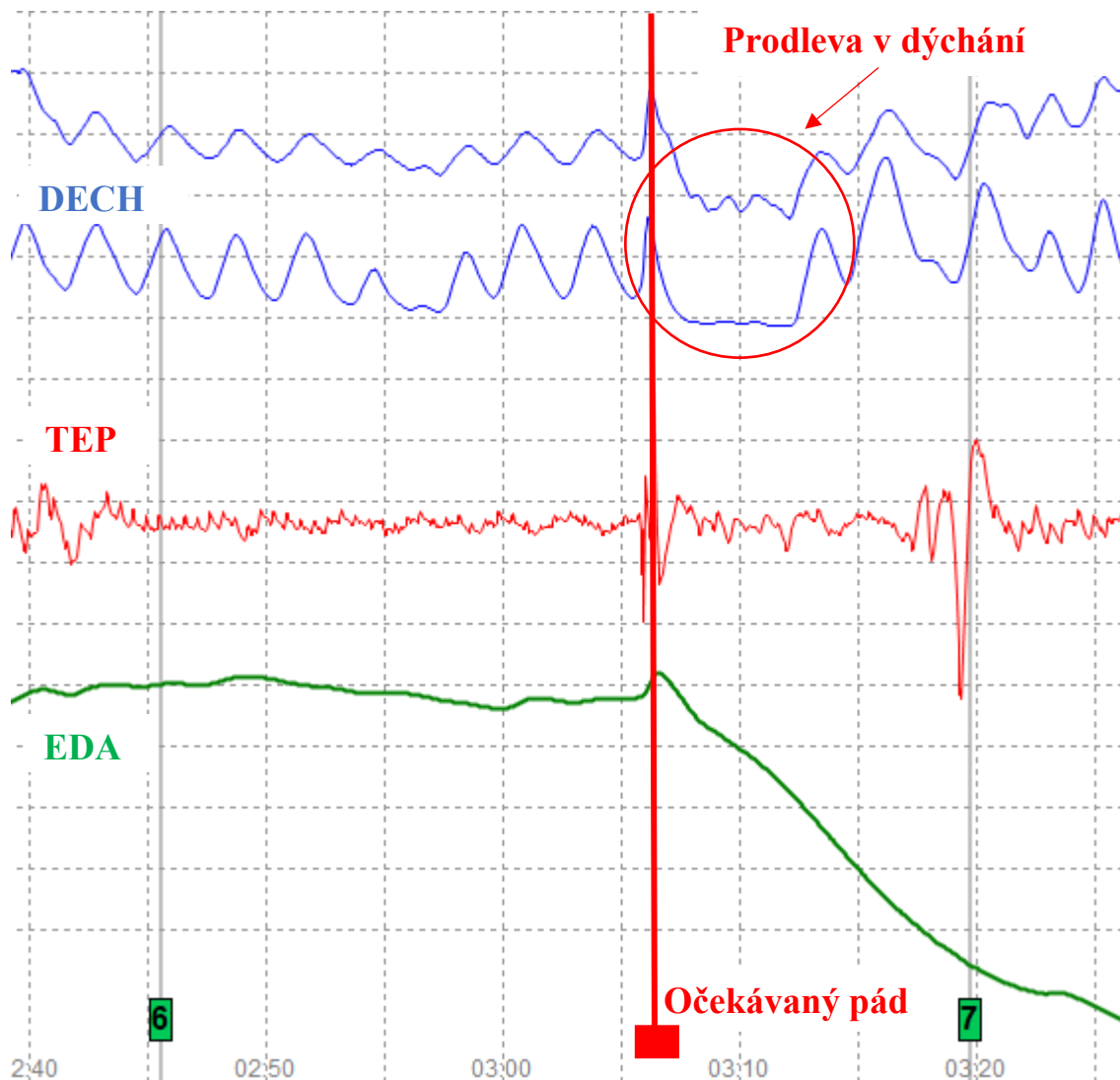
7. Relaxace na židli po propadnutí

Při sedu na židli jsou zaznamenány změny u křivky z obou pneumografů.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 4,18 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 3

Po dobu tohoto měření bylo velmi zajímavé sledovat hodnoty EDA, které byly již od začátku velmi vysoké. Nejvyšší naměřená hodnota při tomto měření byla u EDA zaznamenána přibližně v době, kdy se pod sledovanou osobou propadla plošina, a to i přesto, že tento pád očekávala. Zmíněné chování křivky je pravděpodobně způsobeno tím, že sledovaná osoba už od samotného začátku cítila obavy z nadcházejícího propadu plošiny. To mělo za následek, že hodnoty EDA byly po celou dobu měření velmi vysoké a klesly až v momentě, kdy se tato osoba cítila v bezpečí, tedy chvíli po pádu. Po samotném pádu bylo možné pozorovat změny také u křivek dechu, kde došlo k viditelné prodlevě mezi nádechy (viz obrázek 14). Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 3.



Obrázek 14 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 3

MĚŘENÍ Č. 4 bylo provedeno na 52letém muži a celé měření trvalo 3 minuty a 59 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou čitelné a nejsou zaznamenány žádné výkyvy.

Dechová frekvence: 18 dechů/min., tepová frekvence: 63 tepů/min., EDA: 3,79 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

Při postavení ze židle dochází k viditelné změně u pneumografu, který je umístěn na hrudi sledované osoby v oblasti bránice. Změna je zde registrována jako viditelný propad křivky.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 71 tepů/min., EDA: 3,76 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Výrazná změna je zaznamenána především u hodnoty dechové frekvence, jež se téměř zdvojnásobila oproti předchozímu úkonu. Naopak hodnoty tepové frekvence i EDA klesají.

Dechová frekvence: 37 dechů/min., tepová frekvence: 65 tepů/min., EDA: 3,55 $\mu\Omega$.

4. Upažení

U křivky EDA dochází k viditelnému nárůstu takřka okamžitě po prvním upažení.

U ostatních fyziologických funkcí nejsou zaznamenány větší výkyvy.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 71 tepů/min., EDA: 3,72 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

U všech sledovaných fyziologických funkcí dochází ke změnám a nárůstu jejich hodnot. Při každém dřepu, který sledovaný subjekt provádí, lze pozorovat velké výkyvy u pneumografů.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 77 tepů/min., EDA: 4,35 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Při očekávání pádu dochází u sledované osoby k růstu hodnot EDA, které následně klesají chvíli po pádu. Výkyvy jsou zaznamenány také u křivky z pletysmografu.

Dechová frekvence: 27 dechů/min., tepová frekvence: 77 tepů/min., EDA: 4,46 $\mu\Omega$.

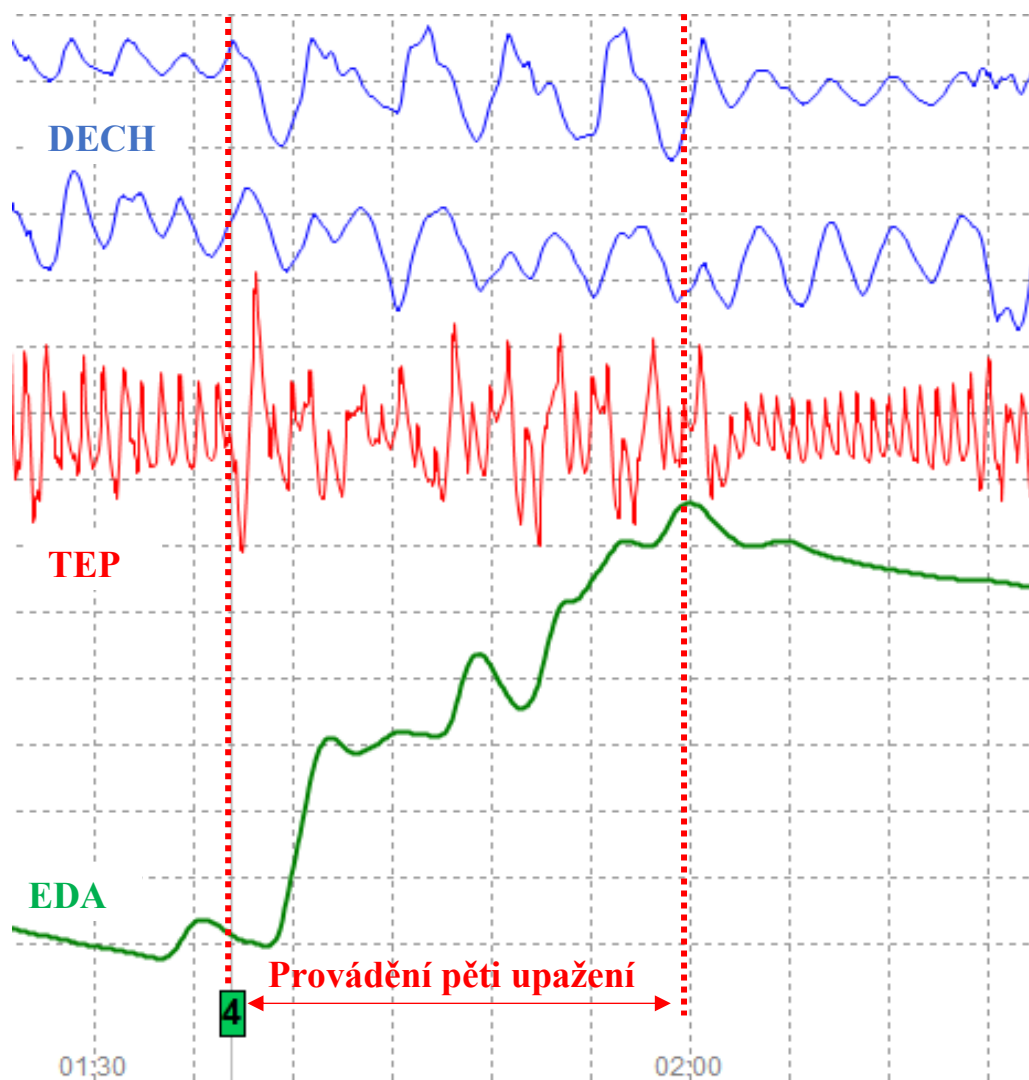
7. Relaxace na židli po propadnutí

Po usazení na židli dochází pozvolna k návratu hodnot na základní úroveň.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 59 tepů/min., EDA: 3,89 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 4

Během tohoto měření byly všechny výsledné křivky čitelné a pohyby vykonávané při plnění jednotlivých úkolů výrazně neovlivňovaly možnost výpočtu hodnot fyziologických funkcí. Větší kolísání bylo pozorováno snad jen u pneumografů, které při plnění úkolů č. 2, 5 a 7 zobrazovaly ve výsledných grafech značné výkyvy. Křivka EDA během prvních tří úkolů tohoto měření postupně klesala a výrazný růst přišel až při plnění úkolu č. 4, při kterém měla měřená osoba pětkrát upažit. Tato změna je zachycena také na obrázku 15, na kterém je vidět, jak křivka EDA téměř okamžitě reaguje na vykonávaný pohyb. Nejvyšší hodnota EDA pak byla naměřena přibližně v okamžiku, kdy došlo k pádu plošiny. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 4.



Obrázek 15 – Fyziologické reakce na upažení u měření č. 4

MĚŘENÍ Č. 5 bylo provedeno na 43letém muži a celé měření trvalo 3 minuty a 37 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou během relaxace na židli konstantní.

Dechová frekvence: 14 dechů/min., tepová frekvence: 88 tepů/min., EDA: 4,10 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

V okamžiku, kdy se sledovaný subjekt postaví ze židle dochází k výrazným změnám u obou pneumografů. Změna je také u hodnoty tepové frekvence, která výrazně vzrostla.

Dechová frekvence: 15 dechů/min., tepová frekvence: 107 tepů/min., EDA: 4,08 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

U křivky z pletysmografu jsou zaznamenány menší výkyvy. Na začátku chůze je pozorován pokles u křivky EDA a přibližně po 10 vteřinách chůze dochází k jejímu postupnému růstu.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 91 tepů/min., EDA: 3,89 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Křivky pletysmografu a EDA zaznamenávají výkyvy, ale i přesto jsou v průběhu tohoto úkonu čitelné. U chování křivek z pneumografů dochází pouze k mírným změnám.

Dechová frekvence: 24 dechů/min., tepová frekvence: 97 tepů/min., EDA: 3,92 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Řada výkyvů je zaznamenána u pneumografu, který je umístěn v oblasti bránice. Během vykonávání dřepů roste také křivka EDA, která však po skončení tohoto cviku prudce klesá.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 3,95 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

V průběhu očekávání na pád dochází k viditelné změně pouze u křivky EDA, která razantně stoupá. Při samotném propadnutí plošiny pak křivka reaguje mírným poklesem.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 4,00 $\mu\Omega$.

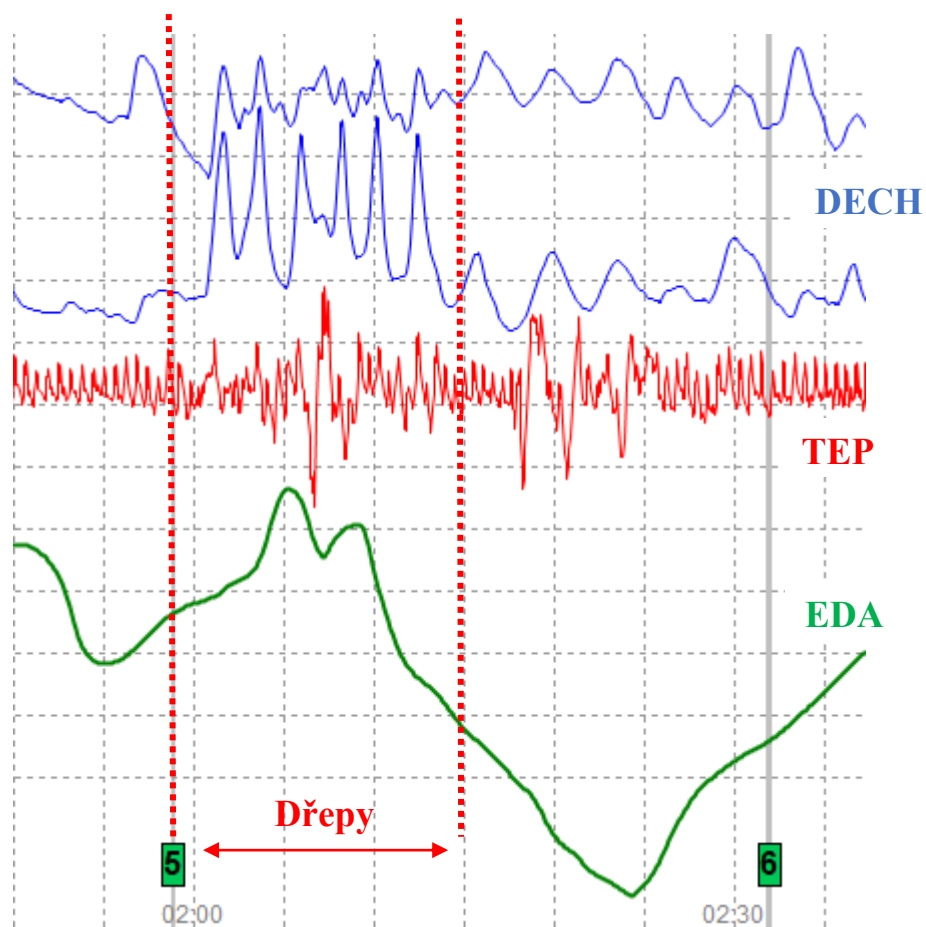
7. Relaxace na židli po propadnutí

Všechny křivky se vracejí ke svým původním hodnotám s výjimkou EDA, která stále pomalu roste.

Dechová frekvence: 17 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 4,22 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 5

Při tomto měření byly výsledné křivky z jednotlivých senzorů polygrafu dobře čitelné, a tak bylo možné u sledované osoby pozorovat fyziologické reakce vyvolané jednotlivými pohyby. K nejvýraznější změně došlo při plnění úkolu č. 5, při kterém měl sledovaný subjekt vykonat pět dřepů. Překvapivé pak bylo chování křivky EDA, která už v průběhu vykonávání dřepů začala výrazně klesat (viz obrázek 16), a to až na nejnižší hodnotu, která u této osoby byla v průběhu měření zaznamenána. Uvedené chování křivky mohlo být způsobeno například tím, že sledovaná osoba mohla pociťovat od začátku měření strach z vykonávání dřepů, který následně opadl v průběhu cvičení. Křivka EDA zaznamenala také výrazný růst, a to hned v dalším úkolu, ve kterém byla sledovaná osoba vystavena očekávanému pádu na plošinu. I přesto, že hodnota EDA byla ještě z předešlého cvičení dřepů velmi nízká, došlo zde k výraznému růstu při očekávání pádu plošiny. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 5.



Obrázek 16 – Fyziologické reakce na dřepy u měření č. 5

MĚŘENÍ Č. 6 bylo provedeno na 42letém muži a celé měření trvalo 3 minuty a 44 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou čitelné. Křivka EDA mírně roste.

Dechová frekvence: 13 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 5,59 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

Při vstání ze židle dochází k mírným změnám u všech křivek a naměřené hodnoty rostou.

Dechová frekvence: 15 dechů/min., tepová frekvence: 94 tepů/min., EDA: 5,92 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Výrazná změna nastává pouze u pneumografů, na kterých je naměřená zvýšená frekvence dýchání. Naopak pletysmograf zachycuje nepatrný pokles hodnot tepové frekvence.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 88 tepů/min., EDA: 6,02 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Viditelné výkyvy je možné vidět u křivky pneumografu, který je umístěn nad prsy sledované osoby. V průběhu upažení dochází k výraznému nárůstu u hodnot EDA a tepové frekvence.

Dechová frekvence: 27 dechů/min., tepová frekvence: 103 tepů/min., EDA: 6,17 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Oba pneumografy zaznamenávají značné výkyvy u výsledných křivek. Při začátku cvičení dřepů dochází k výraznému nárůstu hodnoty EDA, ale chvíli poté následuje prudký pokles.

Dechová frekvence: 27 dechů/min., tepová frekvence: 94 tepů/min., EDA: 6,13 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Na očekávaný pád mírně reaguje pouze křivka EDA, která v momentě pádu mírně vzrostla. U naměřených hodnot však nedochází k výrazným změnám.

Dechová frekvence: 24 dechů/min., tepová frekvence: 94 tepů/min., EDA: 5,59 $\mu\Omega$.

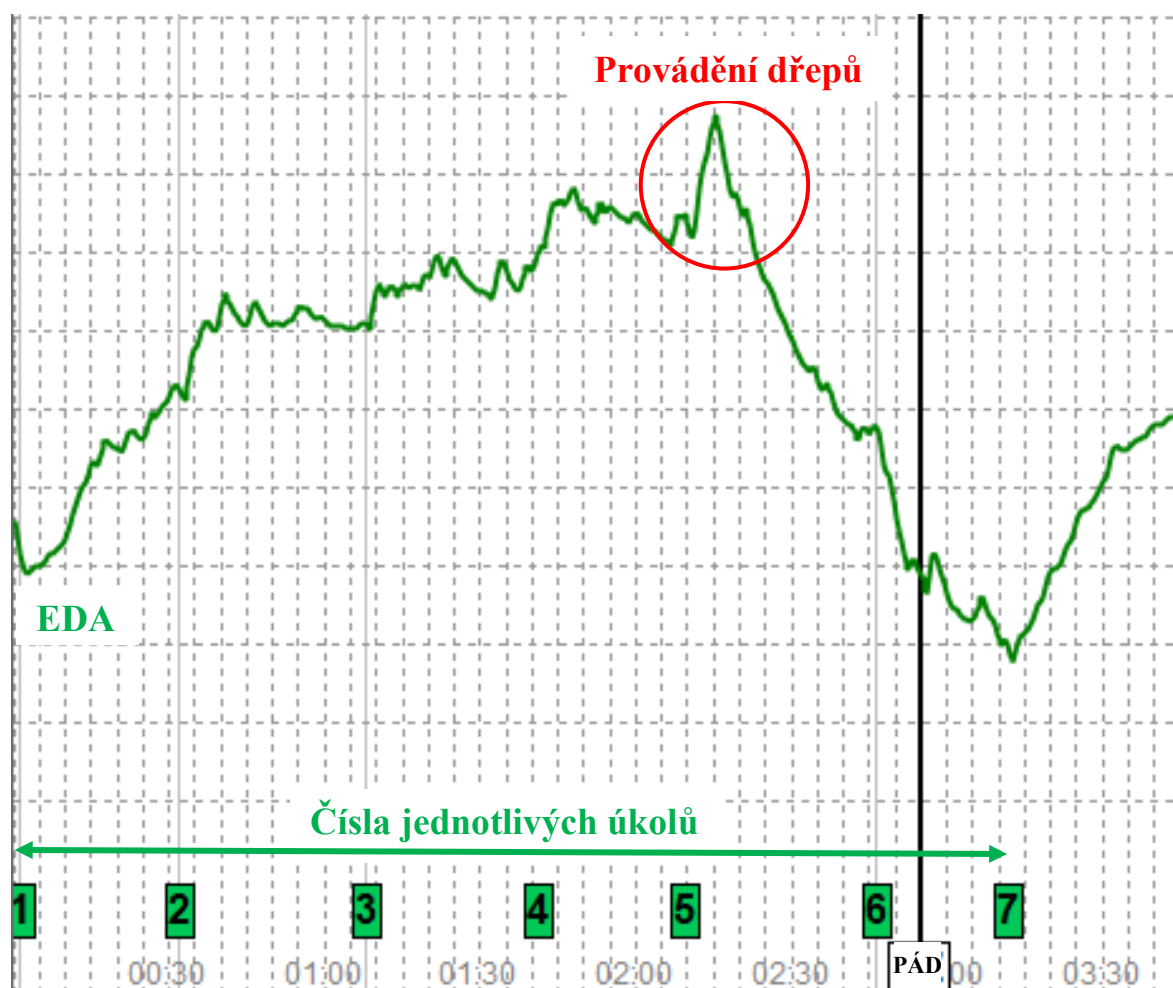
7. Relaxace na židli po propadnutí

Křivky z pneumografů a pletysmografu se dostávají ke svým původním hodnotám. Hodnota EDA zde dosahuje své minimální úrovně, po chvíli však začíná postupně růst.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 5,49 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 6

Při měření č. 6 docházelo k největším výkyvům křivek v průběhu vykonávání dřepů, tedy při úkolu č. 5. Na obrázku 17 je vidět chování křivky EDA, která zaznamenávala postupný růst již od samotného začátku tohoto měření. Své maximální hodnoty křivka dosáhla při vykonávání dřepů a následně začala prudce klesat. Dané chování křivky může být, podobně jako u měření č. 5, způsobeno výrazným strachem z vykonávání dřepů. Jedná se tedy o vznik vnitřního napětí, které postupně roste s tím, jak se přibližuje kritická situace. V tomto případě pak může kritickou situaci představovat vykonávání dřepů a v momentě, kdy tento strach z cvičení pomine, lze pozorovat výrazný pokles hodnot. I přesto, že docházelo v průběhu měření k větším výkyvům křivek, zejména u pneumografů, vždy bylo možné vypočítat výsledné hodnoty všech snímaných fyziologických funkcí. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 6.



Obrázek 17 – Záznam chování křivky EDA z měření č. 6

MĚŘENÍ Č. 7 bylo provedeno na 35letém muži a celé měření trvalo 3 minuty a 19 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou čitelné. Začátek relaxace na židli je doprovázen mírnými výkyvy u všech křivek, ale po chvíli jsou tyto křivky opět stabilní.

Dechová frekvence: 24 dechů/min., tepová frekvence: 73 tepů/min., EDA: 8,33 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

Ve chvíli, kdy se sledovaná osoba postaví ze židle, dochází ke kolísání všech křivek.

Dechová frekvence: 23 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 8,40 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Při chůzi je viditelná změna pouze u křivky EDA, u které je zaznamenán nárůst.

Dechová frekvence: 25 dechů/min., tepová frekvence: 75 tepů/min., EDA: 8,55 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Křivka EDA reaguje na upažení mírným růstem a po ukončení posledního upažení opět klesá. Na začátku cvičení lze sledovat pokles křivky z pneumografu umístěného nad prsy.

Dechová frekvence: 17 dechů/min., tepová frekvence: 71 tepů/min., EDA: 8,55 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Během vykonávání dřepů lze vidět výrazné výkyvy především u křivek zaznamenávajících dech. Všechny hodnoty v průběhu tohoto úkonu rostou.

Dechová frekvence: 29 dechů/min., tepová frekvence: 91 tepů/min., EDA: 8,62 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

V době, kdy sledovaná osoba očekává propadnutí plošiny lze pozorovat postupné stoupání křivky EDA. Toto stoupání se zastaví až chvíli poté, co je pod sledovaným strhnuta plošina a následně pak dochází k viditelnému poklesu hodnot EDA.

Dechová frekvence: 27 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 8,62 $\mu\Omega$.

7. Relaxace na židli po propadnutí

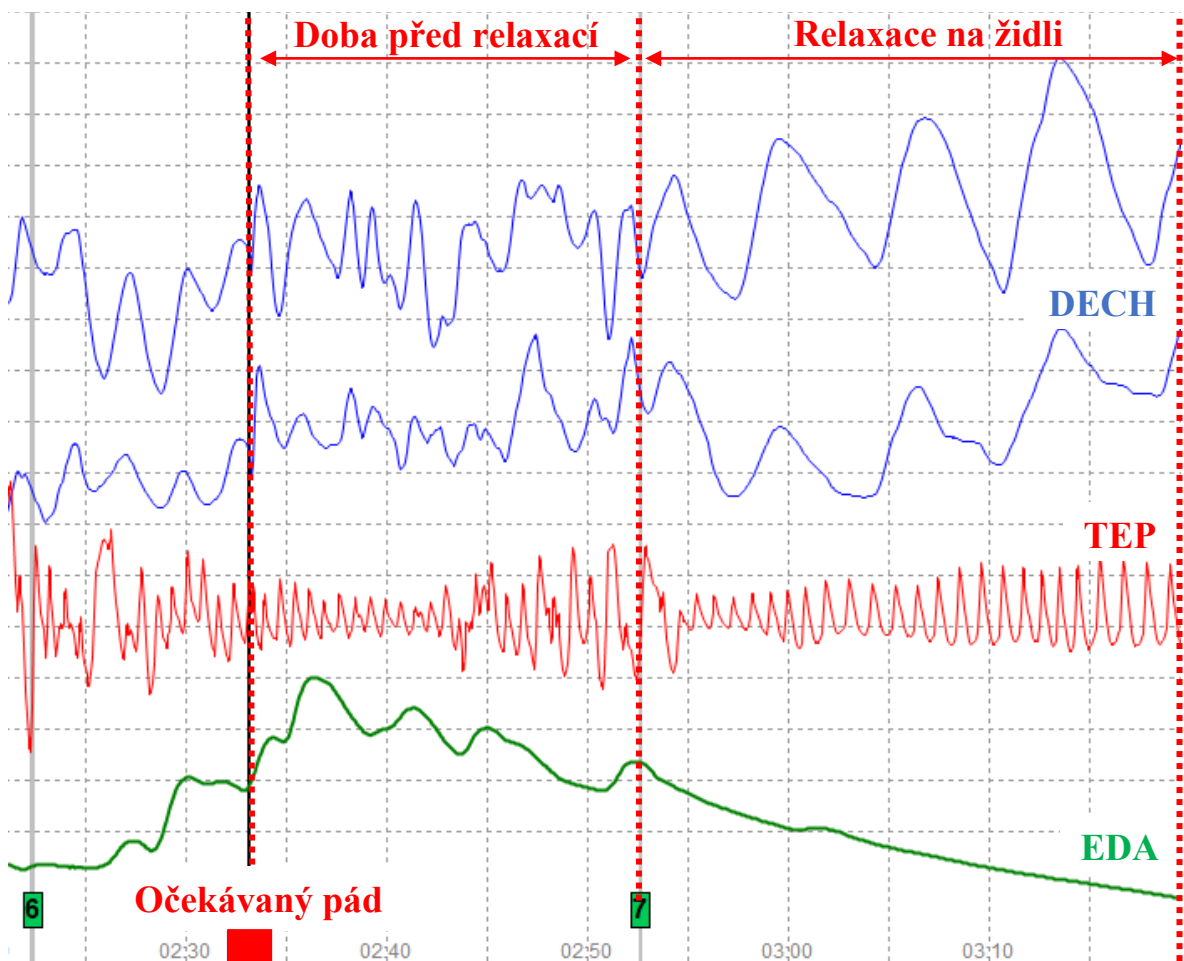
Všechny sledované hodnoty postupně klesají. Frekvence dechu i tepu je dokonce nižší než u relaxace provedené na začátku měření.

Dechová frekvence: 12 dechů/min., tepová frekvence: 57 tepů/min., EDA: 8,40 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 7

V průběhu tohoto měření byly fyziologické reakce na jednotlivé pohyby dobře viditelné především u křivky EDA, která na každý pohyb dokázala velmi rychle zareagovat. Na druhé straně však u hodnot tepové frekvence docházelo pouze k mírným změnám. K největšímu nárůstu této frekvence došlo pouze při plnění úkolu č. 5, při kterém měla sledovaná osoba provést pět dřepů. Zde byly pozorovány také větší výkyvy u dechu, které byly pravděpodobně způsobeny pohybem při vykonávání dřepů.

Při tomto měření byly dobře viditelné fyziologické reakce při závěrečné relaxaci na židli, jež následovala po úkolu č. 6 (očekávaném pádu). Na obrázku 18 je pak zobrazena změna, která nastává po usednutí sledované osoby na židli. Z obrázku lze vyčíst, že v době před relaxací, tedy při očekávaném propadnutí plošiny, dochází ke značným změnám v chování všech křivek. Následně se však sledovaná osoba usadí na židli a jejím úkolem je relaxovat, což způsobí u těchto křivek viditelné zklidnění. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 7.



Obrázek 18 – Fyziologické reakce při závěrečné relaxaci u měření č. 7

MĚŘENÍ Č. 8 bylo provedeno na 37letém muži a celé měření trvalo 3 minuty a 59 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované křivky jsou dobře čitelné a v průběhu relaxace nedochází ke změnám.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 70 tepů/min., EDA: 4,72 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

Při postavení sledované osoby ze židle lze pozorovat viditelné změny u křivek zaznamenávajících dech. Během stání jsou však tyto křivky opět stabilní.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 4,74 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Výsledné křivky při chůzi zaznamenávají nepatrné výkyvy a EDA mírně klesá.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 73 tepů/min., EDA: 4,63 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Křivky jsou čitelné a ke změnám dochází hlavně u křivek pneumografů.

Dechová frekvence: 20 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 4,27 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Během provádění dřepů jsou nejvýraznější změny u křivky znázorňující dech. Po skončení dřepů následuje výrazný růst hodnoty EDA.

Dechová frekvence: 25 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 4,39 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

V době, kdy sledovaná osoba očekává pád dochází k velmi výraznému růstu křivky EDA. Chvilí po propadu plošiny se tento růst zastaví a křivka pomalu klesá. Ostatní křivky neprojevují výrazné změny a nedochází ani ke značným nárůstům hodnot.

Dechová frekvence: 26 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 5,43 $\mu\Omega$.

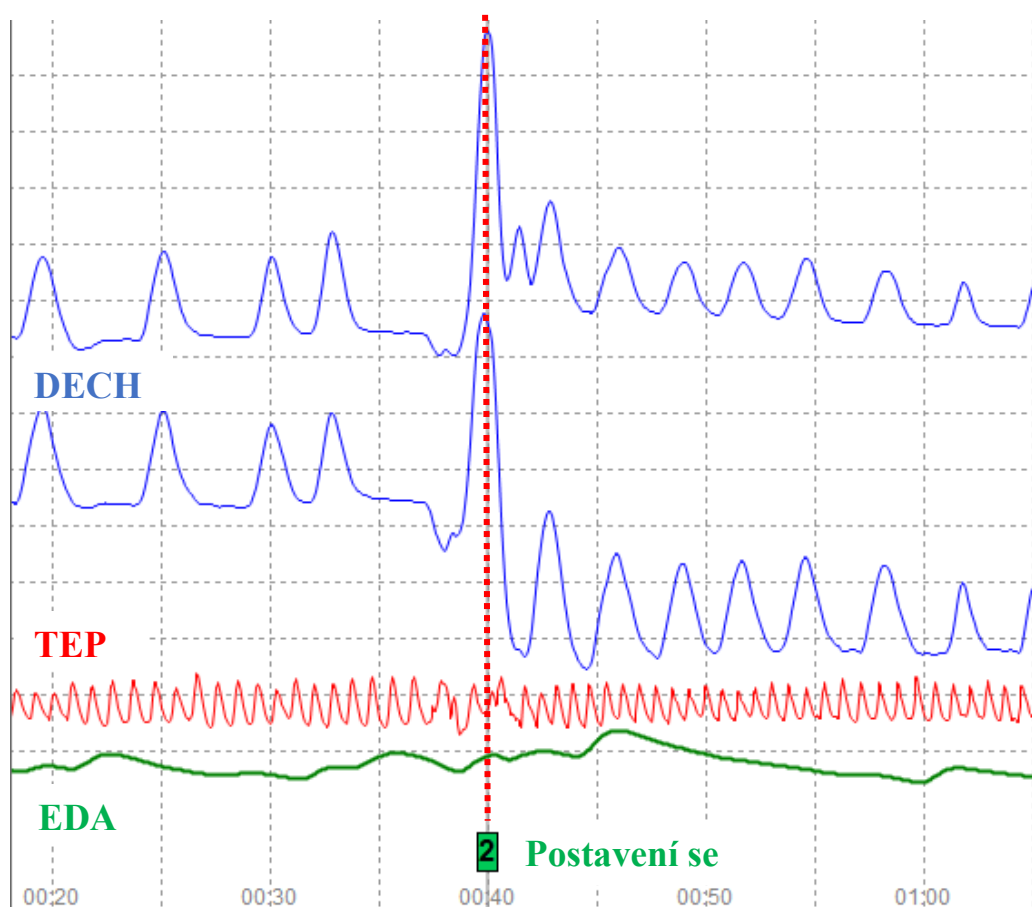
7. Relaxace na židli po propadnutí

Poté, co sledovaná osoba usedá na židli, dochází k poklesu všech měřených hodnot. Oproti počáteční relaxaci je zde křivka EDA značně výše a k poklesu hodnot dochází velmi pomalu.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 68 tepů/min., EDA: 5,38 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 8

Během měření č. 8 byly u sledované osoby všechny křivky dobře čitelné a vždy bylo možné z výsledného grafu vypočítat potřebné hodnoty pro jednotlivé fyziologické funkce. K viditelným změnám docházelo převážně u pneumografů, které zaznamenávaly dechovou aktivitu. K výkyvům u pneumografů docházelo především při plnění úkolů č. 2, 4, 5 a 7. Na obrázku 19, je zaznamenán výkyv u obou pneumografů v době, kdy se sledovaná osoba postaví ze židle a zůstane v klidu stát. Z tohoto obrázku lze jasně poznat, že výkyv je způsoben samotným pohybem a výpočet dechové frekvence tedy není nijak omezen. Zajímavé změny byly naměřeny také u křivky EDA, která zaznamenala velmi prudký nárůst hodnot v době, kdy sledovaná osoba očekávala propadnutí plošiny. Chvilí po samotném propadnutí byly naměřeny nejvyšší hodnoty EDA v celém měření č. 8. Tato skutečnost pak může vypovídat o tom, že vnitřní napětí způsobené strachem zde způsobilo silnější fyziologickou reakci, než jakou zapříčinil samotný pohyb. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 8.



Obrázek 19 – Fyziologické reakce při vstání ze židle u měření č. 8

MĚŘENÍ Č. 9 bylo provedeno na 42leté ženě a celé měření trvalo 3 minuty a 54 vteřin.

1. Relaxace na židli

V průběhu relaxace na židli dochází k mírným změnám pouze u křivky EDA, která ze začátku roste a klesat začne až přibližně po 20 vteřinách relaxace. Ostatní sledované křivky jsou stabilní a nedochází k výrazným výkyvům.

Dechová frekvence: 13 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 2,22 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

U všech křivek dochází v okamžiku postavení ze židle k mírnému nárůstu hodnot.

Dechová frekvence: 9 dechů/min., tepová frekvence: 94 tepů/min., EDA: 2,25 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Při chůzi je viditelná pouze změna u křivky dechu. Dochází ke zvýšení dechové frekvence.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 86 tepů/min., EDA: 2,24 $\mu\Omega$.

4. Upažení

V průběhu cvičení dochází k mírnému nárůstu všech sledovaných hodnot. Po posledním upažení je viditelný pokles u křivky EDA a lze pozorovat ustálení křivky pletysmografu.

Dechová frekvence: 21 dechů/min., tepová frekvence: 91 tepů/min., EDA: 2,29 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

Viditelné výkyvy lze sledovat u křivek z pneumografů, rovněž jsou zde naměřeny velmi vysoké hodnoty dechové frekvence. V průběhu vykonávání dřepů dochází také k nárůstu tepové frekvence. Hodnoty EDA se však výrazně nemění a jsou zde velmi nízké.

Dechová frekvence: 23 dechů/min., tepová frekvence: 107 tepů/min., EDA: 2,24 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Od chvíle, kdy sledovaná osoba očekává propadnutí plošiny je znát výrazný růst křivky EDA. Přibližně pět sekund po pádu plošiny dochází také k viditelnému poklesu hodnot EDA.

Dechová frekvence: 21 dechů/min., tepová frekvence: 111 tepů/min., EDA: 2,41 $\mu\Omega$.

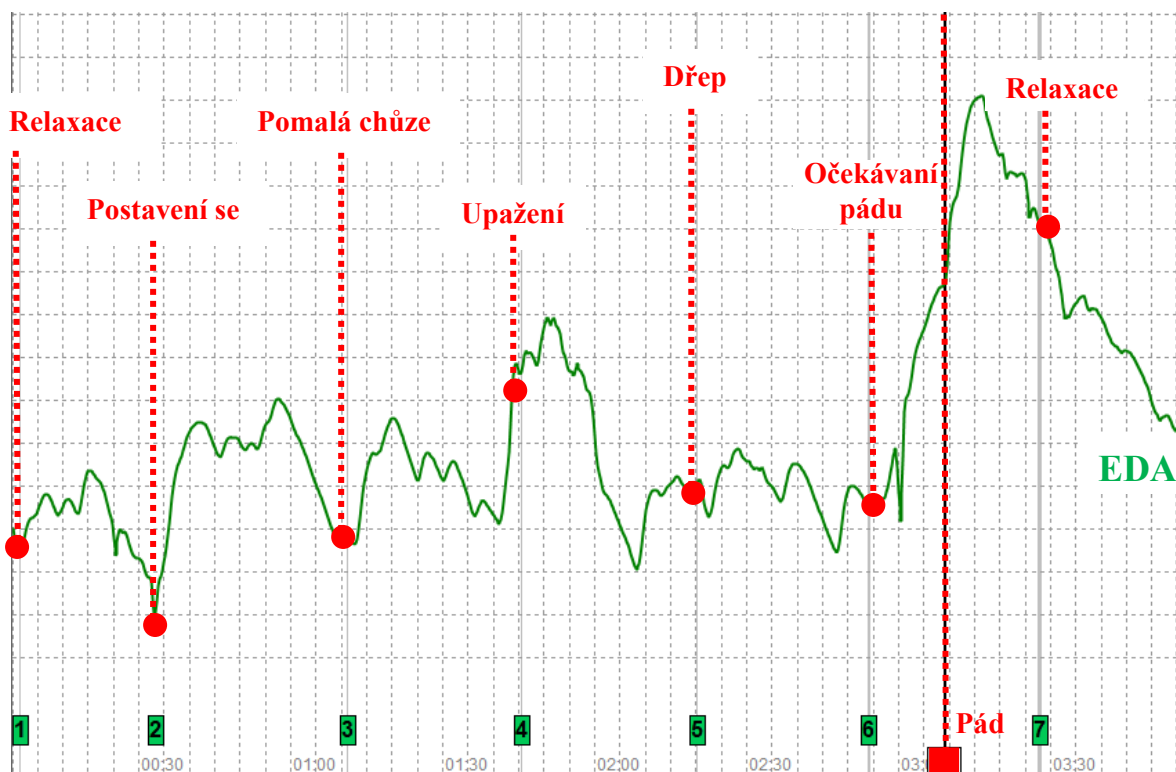
7. Relaxace na židli po propadnutí

Všechny sledované křivky se postupně vracejí ke svým původním hodnotám.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 83 tepů/min., EDA: 2,35 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 9

Při tomto měření byly dobře viditelné změny především u křivky EDA, která velmi rychle dokázala zareagovat na všechny úkony, které byly při měření č. 9 prováděny. Na obrázku 20 je zobrazen záznam křivky EDA z tohoto měření a lze na něm pozorovat reakce na právě vykonávané úkony. Ve většině případů, kdy docházelo k určité fyzické námaze, je vidět značný nárůst křivky a následně její návrat k původním hodnotám. Důležité je především chování křivky v průběhu úkolu č. 6, při kterém sledovaná osoba očekávala propadnutí plošiny, která se nacházela pod ní. I když zde nedocházelo k fyzické námaze, dokázala křivka velmi výrazně zareagovat na vnitřní napětí osoby, které bylo způsobeno strachem z propadnutí. Tyto fyziologické reakce byly u úkolu č. 6 dokonce tak velké, že zde byly zaznamenány nejvyšší hodnoty hned u dvou sledovaných funkcí, a to u tepové frekvence a EDA. V průběhu tohoto měření byly fyziologické reakce dobře viditelné a z křivek bylo vždy možné získat výsledné hodnoty. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 9.



Obrázek 20 – Záznam chování křivky EDA z měření č. 9

MĚŘENÍ Č. 10 bylo provedeno na 58leté ženě a celé měření trvalo 4 minuty a 18 vteřin.

1. Relaxace na židli

Všechny sledované fyziologické funkce jsou čitelné a křivka EDA mírně roste.

Dechová frekvence: 19 dechů/min., tepová frekvence: 73 tepů/min., EDA: 3,16 $\mu\Omega$.

2. Postavení se

V momentě postavení jsou viditelné změny především u křivky EDA, která prudce vzrostla.

Dechová frekvence: 14 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 3,30 $\mu\Omega$.

3. Pomalá chůze

Výrazný nárůst u frekvence dechu. Křivka EDA zpočátku roste a poté mírně klesá.

Dechová frekvence: 32 dechů/min., tepová frekvence: 83 tepů/min., EDA: 3,26 $\mu\Omega$.

4. Upažení

Už při prvním upažení dochází k velmi prudkému poklesu u hodnot EDA. V průběhu cvičení lze pozorovat menší výkyvy u křivky pletysmografu, nicméně u výsledných hodnot tepové frekvence nejsou zaznamenány výrazné změny.

Dechová frekvence: 23 dechů/min., tepová frekvence: 81 tepů/min., EDA: 3,01 $\mu\Omega$.

5. Dřepy

U pneumografu umístěného v oblasti bránice dochází v době provádění dřepů k výrazným výkyvům křivky. Oproti předchozímu úkolu se však hodnota dechové frekvence nezměnila. Největší nárůst je zaznamenán u křivky EDA, která stoupá už v průběhu cvičení.

Dechová frekvence: 23 dechů/min., tepová frekvence: 79 tepů/min., EDA: 3,28 $\mu\Omega$.

6. Očekávaný pád

Téměř okamžitě po propadu plošiny dochází k výraznému propadu křivky EDA.

Dechová frekvence: 33 dechů/min., tepová frekvence: 91 tepů/min., EDA: 3,12 $\mu\Omega$.

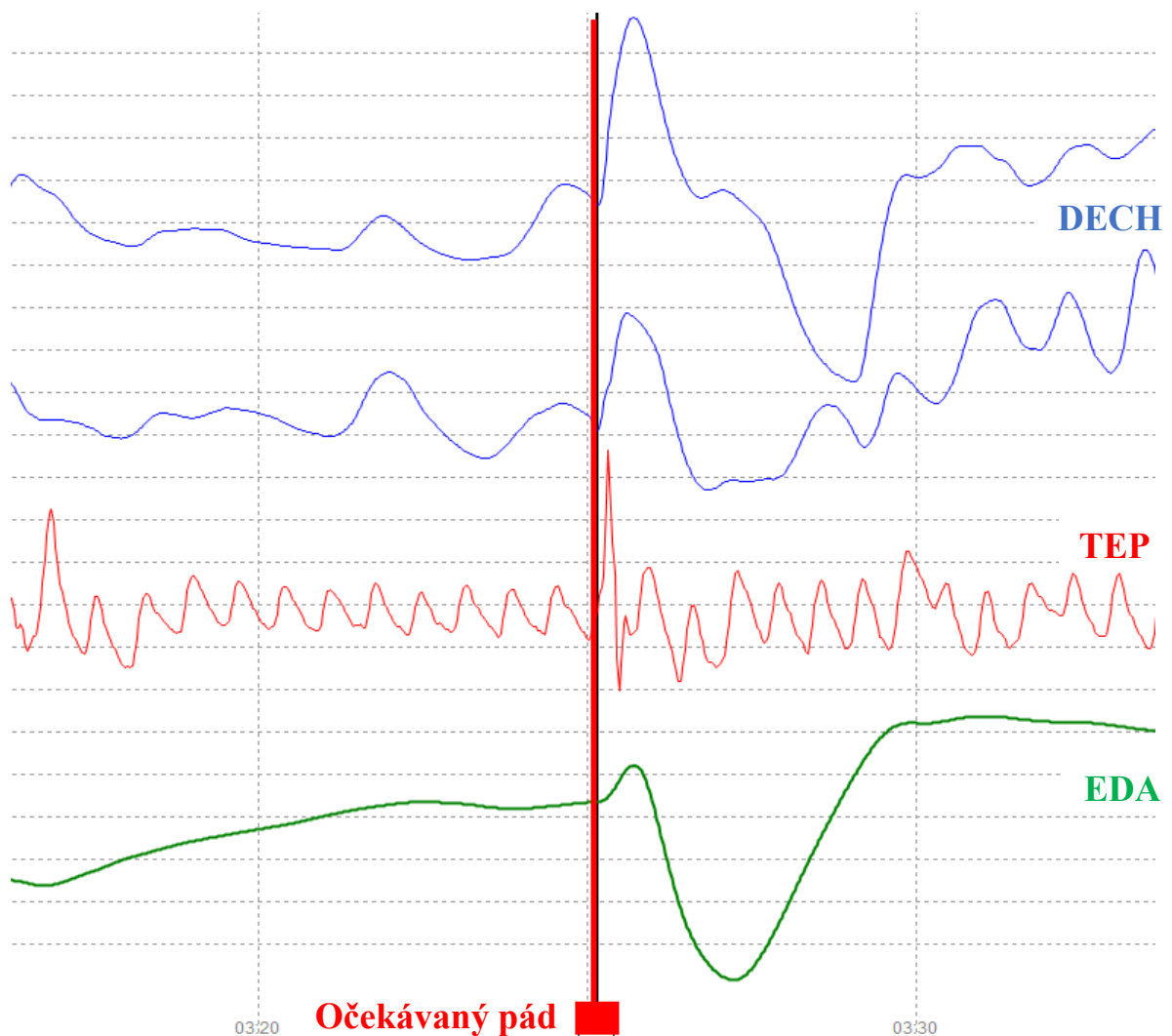
7. Relaxace na židli po propadnutí

Všechny sledované křivky se navracejí do svých původních stavů. Při usedání na židli je zaznamenán větší výkyv u pneumografu umístěném na sledované osobě v oblasti bránice.

Dechová frekvence: 13 dechů/min., tepová frekvence: 73 tepů/min., EDA: 3,14 $\mu\Omega$.

ZÁVĚR Z MĚŘENÍ Č. 10

Při tomto měření byly velmi dobře viditelné veškeré fyziologické reakce v návaznosti na právě vykonávaný pohyb. U křivek z pneumografů docházelo k velkým výkyvům především v době, kdy sledovaná osoba prováděla úkoly č. 2, 5, 6 a 7. Tyto reakce byly způsobeny pravděpodobně tím, že sledovaná osoba změnila držení těla, čímž došlo k napnutí/uvolnění obou pneumografů, což mělo za následek jednorázové výkyvy ve výsledném grafu. Během úkolu č. 6, při kterém sledovaný očekával propadnutí plošiny, byly zaznamenány nejvyšší hodnoty u frekvence dechu i frekvence tepu. Na obrázku 20 je pak vidět to, jak na pád reagují jednotlivé křivky. Zajímavé je zde chování křivky EDA, která na propadnutí reaguje výrazným poklesem a následně se opět vrací zpět. Záznam celého měření je v příloze P I, Graf 10.



Obrázek 21 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 10

5.1 Vyhodnocení výsledků měření

Při měření fyziologických funkcí byly u jednotlivých křivek zaznamenány občasné výkyvy, které byly způsobeny pohybem sledovaných osob. U každého měření však vždy bylo možné vypočítat z výsledných křivek hodnoty, které pak umožnily lépe sledovat fyziologické reakce v návaznosti na každý vykonaný pohyb. Pro další práci s naměřenými daty byly z těchto výsledků vytvořeny průměrné hodnoty, a to pro každý úkol zvlášť. Průměrné hodnoty z jednotlivých úkolů jsou uvedeny v tabulce 2. Z těchto hodnot pak byly vyhotoveny také grafy, které umožňují lépe pochopit fyziologické reakce na jednotlivé pohyby.

Tabulka 2 – Průměrné hodnoty z naměřených dat

Číslo úkolu	Popis úkolu	Frekvence dechu (dechů/min.)	Frekvence tepu (tepů/min.)	EDA ($\mu\Omega$)
1.	Relaxace na židli	15,7	69,8	4,18
2.	Postavení se	16,5	80,4	4,28
3.	Pomalá chůze	24,8	77,4	4,25
4.	Upažení	21,1	81,1	4,21
5.	Dřepy	23,4	85,5	4,35
6.	Očekávaný pád	24,3	88,3	4,48
7.	Relaxace na židli po propadnutí	17,0	68,4	4,29

Dále pak byla vytvořena tabulka s hodnotami směrodatné odchylky (viz tabulka 3), která byla vypočítána ze všech měření, a to pro každý úkol i křivku zvlášť. Směrodatná odchylka vypovídá o tom, do jaké míry se od sebe navzájem typicky liší jednotlivé výsledky v souboru zkoumaných hodnot. Pro lepší přehled z těchto hodnot budou vytvořeny grafy, které umožní lépe nalézt úkoly, u kterých docházelo při měření ke větším výkyvům hodnot.

Tabulka 3 – Směrodatná odchylka z naměřených dat

Číslo úkolu	Popis úkolu	Frekvence dechu (dechů/min.)	Frekvence tepu (tepů/min.)	EDA (μS)
1.	Relaxace na židli	4,3	8,9	1,57
2.	Postavení se	5,7	14,3	1,64
3.	Pomalá chůze	4,9	11,4	1,73
4.	Upažení	4,4	12,1	1,73
5.	Dřepey	2,0	14,5	1,66
6.	Očekávaný pád	3,8	13,4	1,62
7.	Relaxace na židli po propadnutí	3,6	10,3	1,56

5.1.1 Vyhodnocení měření dechu

U křivek z pneumografů byly u každého měření zaznamenány velké výkyvy, a to především během provádění úkolů č. 2, 3, 4, 5 a 7. Tyto úkoly mají společné to, že při jejich provádění dochází k výraznému pohybu hrudníku, což se přenáší i do výsledných křivek z pneumografů. Je to způsobeno tím, že pneumografy snímají nádech pomocí napínání pružin, které jsou umístěny na hrudníku. Proto se každý pohyb, který tyto pružiny nějak ovlivní promítne do výsledných křivek. Toto zkreslení vytvořené pohybem může mít nepatrný vliv na výpočet výsledných hodnot.

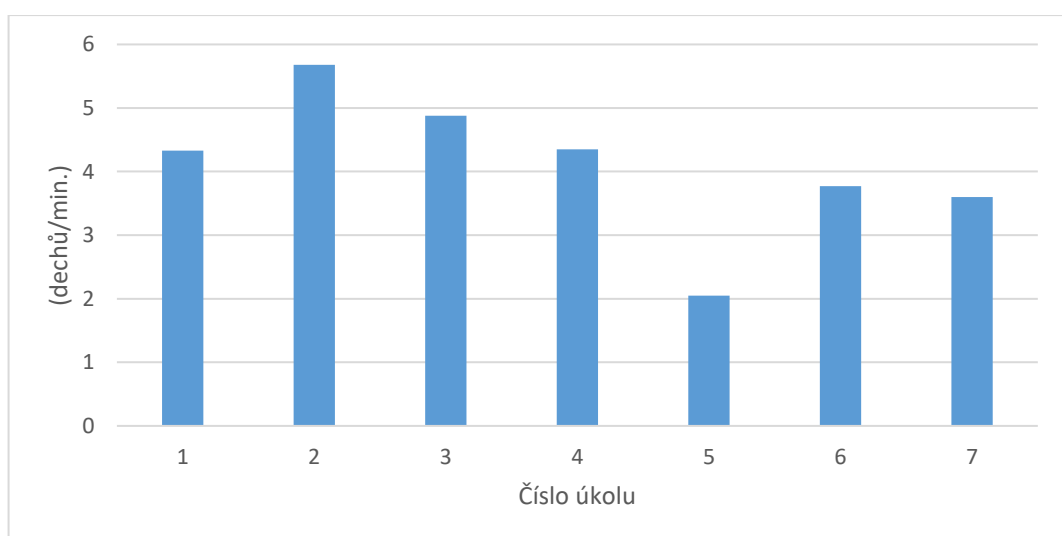
I přesto, že se při měření vyskytovaly výkyvy způsobené pohybem, většinou bylo možné pozorovat to, že se s větší fyzickou námahou rovnoměrně zvyšovala také dechová frekvence. Toto chování je možné vidět také na grafu 1, který zobrazuje průměrné hodnoty z měření u dechové frekvence. U úkolů č. 1, 2 a 7 nedocházelo k žádné výrazné fyzické námaze. Z grafu je patrné, že u těchto tří úkolů byly naměřeny také nejnižší hodnoty. K výrazné fyzické námaze nedocházelo ani u úkolu č. 6, ale přesto zde byly naměřeny hodnoty velmi vysoké. Úkolem sledovaného subjektu bylo postavit se na plošinu a očekávat její propadnutí.

Vysoké hodnoty, které u tohoto úkolu byly naměřeny, mohou být způsobeny tím, že pocity nejistoty a strachu mohou u osob vyvolat podobné změny frekvence dechu jako pohyb.



Graf 1: Průměrné hodnoty frekvence dechu

Na grafu 2 je možné vidět, že nejmenší směrodatná odchylka byla zaznamenána u úkonu č. 5, při němž sledované osoby prováděly pět dřepů. To znamená, že v průběhu cvičení byly naměřené hodnoty dechové frekvence u všech sledovaných osob velmi podobné.

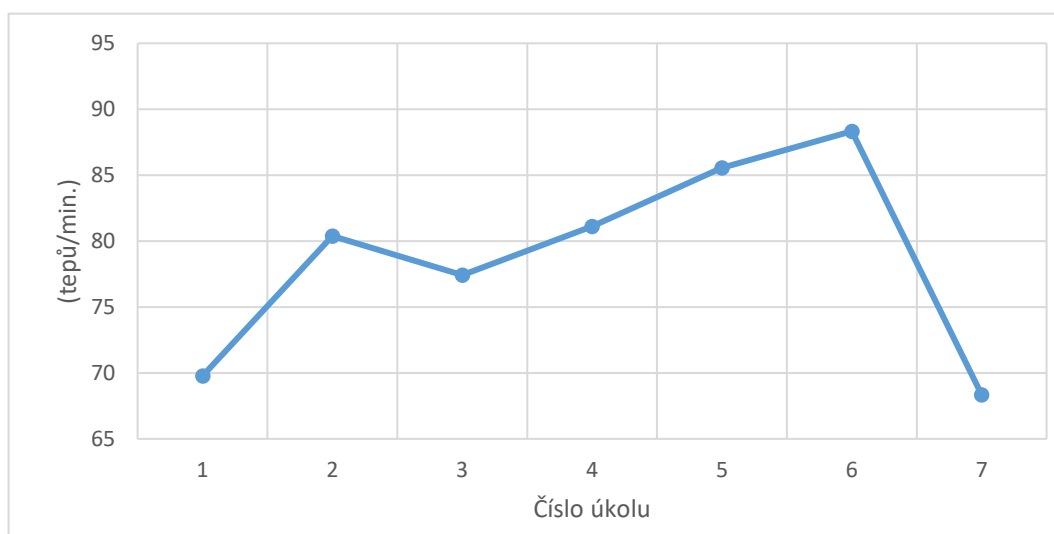


Graf 2: Směrodatná odchylka frekvence dechu

5.1.2 Vyhodnocení měření tepu

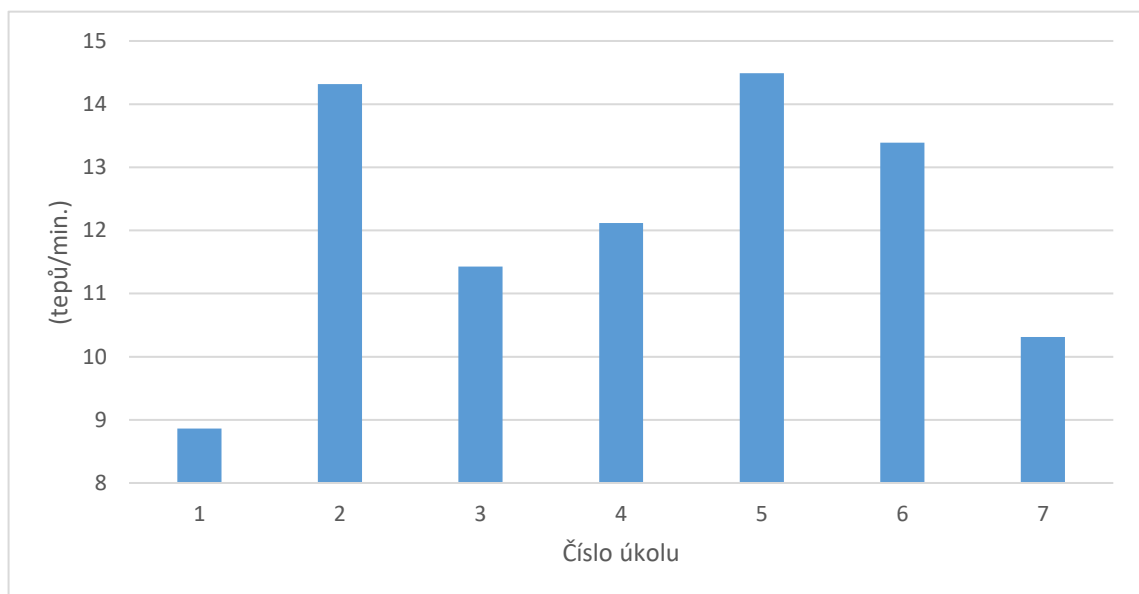
Výsledné křivky z pletysmografu, podle kterých byl vypočítáván tep, zaznamenávaly v průběhu měření řadu výkyvů, a to především u cviků, při nichž docházelo k pohybu rukou. Tyto výkyvy, které byly zachyceny především u úkolu č. 4 (upažení rukou), však neměly příliš velký vliv na výpočet tepové frekvence. Zmíněné odchylky mohly být způsobeny nedokonalým přichycením pletysmografu na prst. Při pohybu rukou docházelo také k pohybu samotného senzoru, což vyvolalo nežádoucí rušení u přijímaného signálu. I přes toto rušení však bylo vždy možné vypočítat tepovou frekvenci při plnění jednotlivých úkolů.

Tepová frekvence na jednotlivé pohyby reagovala velice podobně jako frekvence dechu, a proto tam, kde docházelo ke zvýšení fyzické aktivity, docházelo také ke zvýšení této frekvence. Na grafu 3 lze pozorovat, že největší průměrná hodnota byla zaznamenána u úkolu č. 6, při němž měly sledované osoby vyčkávat na propadnutí plošiny, která se nacházela pod nimi. Během tohoto úkolu nedocházelo k žádným výrazným pohybům a osoby vždy stály na místě a jen očekávaly pád plošiny. Vysoké hodnoty naměřené u úkolu č. 6 mohou být výsledkem vnitřního napětí, které bylo způsobeno strachem a nejistotou. To poukazuje na skutečnost, že právě strach dokáže vyvolat větší fyziologické reakce než pohyby sledované při tomto měření. Právě zmiňovaný strach může vysvětlovat důvod, proč byly u závěrečné relaxace (úkol č. 7) často naměřeny nižší hodnoty tepové frekvence než u relaxace na začátku (úkol č. 1). Tento malý rozdíl mohl být způsoben tím, že už od samotného začátku mohly sledované osoby pociťovat určité obavy z toho, co přijde a většího klidu dosáhly až v okamžiku, kdy bylo celé měření u konce a ony nabyly pocitu bezpečí.



Graf 3: Průměrné hodnoty tepové frekvence

Na grafu 4 lze sledovat, že nejmenší směrodatná odchylka byla zaznamenána u úkolu č. 1 a následně u úkolu č. 7. Jedná se tedy o již zmiňovanou relaxaci na židli. Nízká směrodatná odchylka vypovídá o tom, že výsledné hodnoty u jednotlivých měření se mezi sebou příliš nelišily. Naopak nejvyšší směrodatná odchylka byla u úkolu č. 5 (dřepy), což znamená, že právě u tohoto úkolu byly fyziologické reakce jednotlivých osob velmi odlišné. Podobná hodnota byla zaznamenána také u úkolu č. 2, při němž se měly sledované osoby postavit ze židle a v klidu stát.



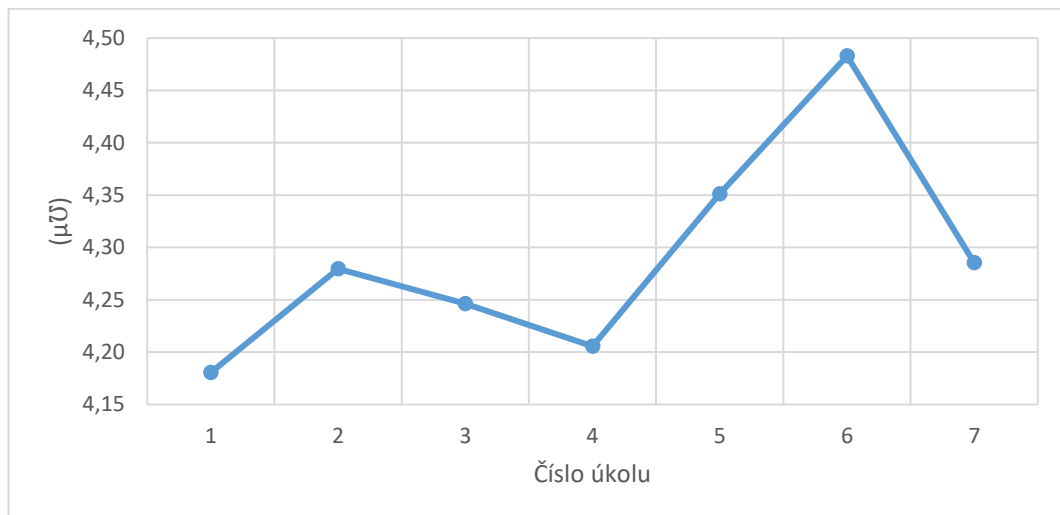
Graf 4: Směrodatná odchylka tepové frekvence

5.1.3 Vyhodnocení měření EDA

Při sledování křivky EDA nedocházelo k výraznému rušení, které by bylo způsobováno pohybem senzoru. Tyto hodnoty tak lze brát jako věrný obraz toho, jak tělo reagovalo na právě prováděné úkony.

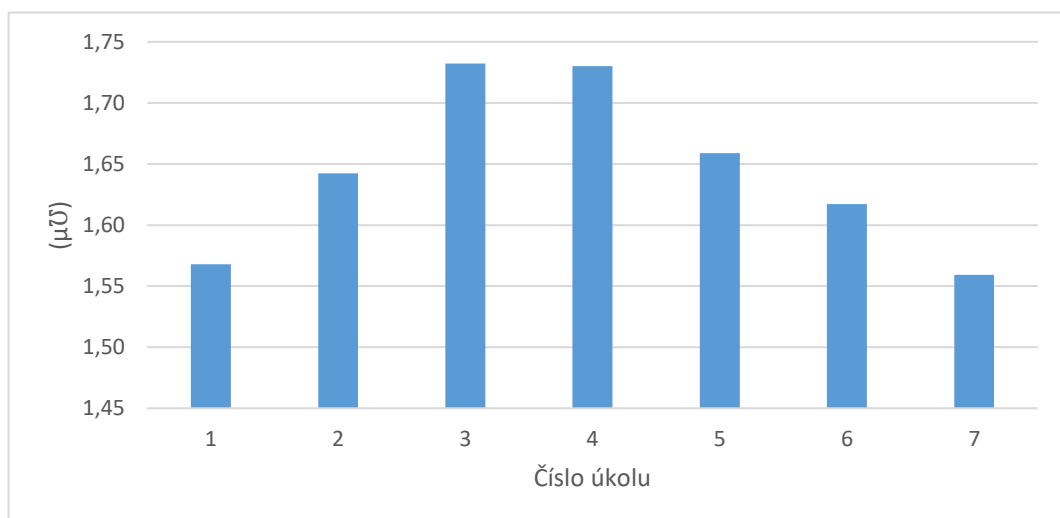
Graf 4 je sestaven z průměrných hodnot EDA pro jednotlivé úkony, které sledované osoby vykonávaly při měření. Největší nárůst je zaznamenán při plnění úkolu č. 5 (dřepy) a při úkolu č. 6 (očekávaný pád). Je tedy zřejmé, že změny způsobené emocemi, např. strachem, můžou u EDA vyvolat výrazné změny, a to dokonce výraznější než pohyby sledované při tomto měření. Téměř u každého měření pak bylo možné vidět typické chování křivky před propadnutím plošiny, kdy křivka postupně rostla a v momentě propadu plošiny, kdy docházelo k výrazným poklesům těchto hodnot. Toto chování křivky bylo zaznamenáno

také u několika osob při vykonávání dřepů. Je tedy možné, že některé osoby mohly pociťovat strach z vykonávání dřepů stejně silně jako při očekávání propadu plošiny. Právě tento strach pak mohl způsobit pokles hodnot už v průběhu vykonávání dřepů.



Graf 5: Průměrné hodnoty EDA

Na grafu 6 lze vidět, že nejvíce se naměřené hodnoty odlišovaly u úkolů č. 3 a 4, což vypovídá o tom, že při chůzi a rozpažení rukou byly projevy EDA velmi rozdílné. Naopak nejnižší hodnoty směrodatné odchylky byly zaznamenány u úkolů č. 1 a 7, a tak při úvodní a závěrečné relaxaci na židli měly sledované osoby velmi podobný vývoj hodnot EDA.



Graf 6: Směrodatná odchylka EDA

5.2 Shrnutí

Na základě výsledných dat z měření je možné dojít k závěru, že určité fyziologické reakce člověka je možné na detektoru lži sledovat i v průběhu vykonávání pohybu. Samotný pohyb může u některých senzorů vytvářet určité rušivé elementy, které jsou způsobeny nežádoucím pohybem senzorů upevněných na těle sledované osoby. Tyto výkyvy však mají na výsledné hodnoty jen minimální dopad.

Z výsledků měření je také patrné to, že každý pohyb vytváří u osob určité fyziologické projevy, které většinou rostou společně s vyšší fyzickou námahou. Tyto pohyby vyvolávají zvýšené hodnoty fyziologických reakcí většinou při samotném vykonávání pohybu nebo krátce po něm. Poté se tyto hodnoty pomalu vracejí zpět do svých původních stavů.

Fyziologické reakce způsobené emocemi byly u většiny sledovaných osob velmi výrazné a u jednotlivých křivek dobře viditelné. V mnoha případech zde byly naměřeny také nejvyšší hodnoty u jednotlivých měření, což vypovídá o tom, že právě emoce někdy dokážou vyvolat dokonce výraznější fyziologické reakce než samotný pohyb. Pohyby, které vyžadovaly určitou zvýšenou fyzickou aktivitu sice dosahovaly v některých případech vyšších hodnot, ale stále zůstává otázkou, zda i právě zde nedocházelo k jejich nárůstu spíše zásluhou emocí, tedy strachu z vykonávání určitých cviků (především dřepů). Z výsledků měření je tak možné dojít k závěru, že změny u fyziologických funkcí způsobené emocemi je možné ve většině případů rozeznat od změn způsobených pohybem, a to díky specifickému chování křivek při očekávání určitého emočního napětí.

ZÁVĚR

Podstatou práce bylo snímání fyziologických funkcí sledované osoby během pohybu. Pro měření byl použit detektor lži. Zaznamenávanými hodnotami byly změny v elektrodermální aktivitě společně s frekvencí dechu a tepu.

První část práce byla věnována rešerši knižních a internetových zdrojů, jejímž účelem bylo získat vhled do oblasti dokazování v trestním řízení. Důležitá byla také definice základních pojmů souvisejících s tématem věrohodnosti a následné představení detektoru lži a jeho využití v kriminalistice. Toto představení bylo užitečné pro pochopení principu fungování jednotlivých senzorů, které pak byly využity při samotném měření. Měření bylo provedeno v rámci praktické části. Sledováno bylo 10 osob, které měly za úkol postupně vykonat sérii základních pohybů.

Cílem práce bylo ověřit, zda je možné snímat fyziologické reakce u člověka, který provádí základní pohyby a jestli je možné odlišit fyziologické projevy způsobené vnitřním napětím (emocemi) od reakcí vyvolaných fyzickou aktivitou. Na základě naměřených dat pak bylo možné dojít k závěru, že v pohybu lze snímat fyziologické projevy, kterými jsou frekvence dechu, frekvence tepu a elektrodermální aktivita. Dále bylo zjištěno, že pohyby, které byly při měření vykonávány sice způsobovaly u křivek mírné výkyvy, nicméně z těchto křivek bylo vždy možné vypočítat výsledné hodnoty. Následně bylo zkoumáno, zda je možné z naměřených hodnot pozorovat fyziologické reakce vyvolané vnitřním napětím. Vzhledem k vysokým hodnotám, které u tohoto napětí byly naměřeny lze vyvodit závěr, že emoce mohou u lidí vyvolat větší změny než některé pohyby. Díky typickému chování křivek (především křivky EDA) v průběhu vnitřního napětí je možné rozeznat fyziologické reakce způsobené pohybem od reakcí způsobených emocemi.

Při provádění pohybů byly většinou zaznamenány zvýšené fyziologické reakce pouze v okamžiku, kdy člověk daný pohyb vykonával nebo chvíli po něm. Podobná změna, tedy zvýšení naměřených hodnot, nastala také v situaci, kdy sledovaná osoba očekávala kritickou událost, a to i přesto, že během ní neprováděla žádný výrazný pohyb.

V budoucnu by následným propojením polygrafu s virtuální realitou mohlo dojít k zajímavým výsledkům při řešení závažných trestných činů. Bylo by tak možné podle fyziologických reakcí podezřelé osoby na rekonstrukci trestného činu ve virtuální realitě zjistit, zda sledovaná osoba má určité povědomí o tomto činu, nebo jestli děj, který jí byl zobrazen, vidí poprvé, a tudíž lze usoudit, že se ho nezúčastnila.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHMELÍK, Jan a Eduard BRUNA. Dokazování v trestním řízení: trestněprávní a kriminalistické aspekty. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2018. Eupress. ISBN 978-80-7408-175-0.
- [2] BRUNOVÁ, Markéta. Dokazování trestné činnosti: s využitím kriminalistických stop a identifikace. Praha: Vysoká škola finanční a správní, 2019. Eupress. ISBN 978-80-7408-196-5.
- [3] FRYŠTÁK, Marek. Dokazování v přípravném řízení. 2. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2015. ISBN 978-80-210-7687-7.
- [4] KEANE, Adrian a Paul MCKEOWN. The modern law of evidence. 11th edition. Oxford: Oxford University Press, 2016. ISBN 978-0-19-874929-5.
- [5] Trestní právo procesní: vyd. podle stavu k [online]. Praha: Leges, 2013 [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:410f86d0-413b-11e4-bdb5-005056825209>
- [6] STRAUS, Jiří a Viktor PORADA. Teorie, metody a metodologie kriminalistiky. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2017, 417 s. ISBN 978-80-7380-666-8.
- [7] PORADA, Viktor. Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty. 2. aktualizované a rozšířené vydání. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2019, 1205 s. ISBN 978-80-7380-741-2.
- [8] PORADA, Viktor. Kriminalistika: (úvod, technika, taktika). Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-038-3.
- [9] ČÍRTKOVÁ, Ludmila. Forenzní psychologie. 3., upr. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2013. ISBN 978-80-7380-461-9.
- [10] MYNAŘÍKOVÁ, Lenka a Hedvika BOUKALOVÁ. Psychologie a její kontexty: Detekce lži na základě neverbálních projevů – studie zaměstnanců Policie České republiky [online]. 5. 2014 [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: https://psychkont.osu.cz/fulltext/2014/Boukalova,Mynarikova_2014_2.pdf

- [11] Lie: Definition of Lie by Merriam-Webster [online]. In: . Springfield, Massachusetts: Merriam-Webster, 2021 [cit. 2021-02-25]. Dostupné z: www.merriam-webster.com/dictionary/lie
- [12] STRÁNSKÝ, Michal. Definice lži: internetový časopis pro filozofii. Vol. 13, no.1. Brno: Filozofická fakulta Masarykovy Univerzity, 2012. ISBN 1212-9097. Dostupné také z: <https://www.phil.muni.cz/journals/index.php/profil/article/view/287>
- [13] VYBÍRAL, Zbyněk. Lži, polopravdy a pravda v lidské komunikaci. Vyd. 3. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0869-3.
- [14] MYNAŘÍKOVÁ, Lenka. Psychologie lži. Praha: Grada, 2015. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5472-7.
- [15] BOUKALOVÁ, Hedvika a Ilona GILLERNOVÁ. Kapitoly z forenzní psychologie. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2020. ISBN 978-80-246-4461-5.
- [16] MATOUŠKOVÁ, Ingrid. 2013. Aplikovaná forenzní psychologie. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-4580-0.
- [17] Drugs & Forensics Bulletin Národní protidrogové centrály [online]. 24. 2018 [cit. 2021-5-18]. ISSN 1211-8834. Dostupné z: <https://www.policie.cz/soubor/bulletin-03-2018-mensi-pdf.aspx>
- [18] UHERÍK, Anton. Detektor lži neexistuje. Verbis. 2014. ISBN 9788097057954.
- [19] CATAK, Ugur. Polygraph. Definition [online]. c2017, Jul 21, 2018 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: <https://www.definition.net/define/polygraph>
- [20] KOHOUT, Josef. Kriminalistika: Fyziodetekční vyšetření v procesu objasňování trestné činnosti [online]. 2008. Praha: Odbor vydavatelství a tisku MV ČR, 2008 [cit. 2021-04-04]. ISSN 1210-9150. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/soubor/3-2008-2008-03-kohout-pdf.aspx>
- [21] SLAVÍKOVÁ, Jana a Jitka ŠVÍGLEROVÁ. Fyziologie dýchání. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2065-7.
- [22] Vysoký krevní tlak a tep [online]. Praha: Merck spol. s r.o., 2018 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: <https://www.medimerck.cz/cz/home/heart/blood-pressure.html>

- [23] 7FT PLE/PPG FOR LX6 [online]. In: . Loughborough, Leics: Lafayette Instrument Company, c2008-2021 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: https://lafayetteinstrumenteurope.com/product_detail.asp?ItemID=2402
- [24] Optical finger plethysmograph. COMLAB: Computerised laboratory in science and technology teaching [online]. c2017 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: http://www.pef.uni-lj.si/eprolab/comlab/sttop/sttop-bm/sttop-bm1_datoteke/image014.jpg
- [25] KRAPOHL, Donald J. a Pamela K. SHAW. Fundamentals of polygraph practice. San Diego, CA: Academic Prress, [2015]. ISBN 978-0-12-802924-4.
- [26] LEINER, Dominik Johannes. EDA Positive Change: A Simple Algorithm for Electrodermal Activity to Measure General Audience Arousal During Media Exposure: Scientific Figure on ResearchGate. Researchgate [online]. 2012 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/EDA-Response-SCR-Pattern-and-Relevant-Parameters_fig1_233883743
- [27] KOHOUT, Josef. 2010. Ještě k metodě fyziodetekčního vyšetření. In Kriminallistika. Roč. 43, č. 4, s. 257–266. ISSN 1210-9150
- [28] LX6 POLYGRAPH SYSTEM. Lafayetteinstrumenteurope [online]. Loughborough, Leics, c2008-2021 [cit. 2021-5-18]. Dostupné z: https://lafayetteinstrumenteurope.com/product_list.asp?SubCat3ID=223

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EDA	Elektrodermální aktivita
MV	Ministerstvo vnitra (SK)
OČTŘ	Orgány činné v trestním řízení
PZ	Policajný zbor (SK)
RM	Reality monitoring (ENG)
SVA	Statement Validity Assessment (ENG)
TŘ	Trestní řád

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Jednotlivé senzory polygrafu [19].....	28
Obrázek 2 – Princip fotoelektrického pletysmografu [24]	30
Obrázek 3 – Vývoj křivky EDA při reakci na stimul [26].....	31
Obrázek 4 – Sada LX6-S [28].....	38
Obrázek 5 – Polygraf LX6 [28]	39
Obrázek 6 – Pneumograf [28].....	40
Obrázek 7 – Senzor elektrodermální aktivity [28].....	41
Obrázek 8 – Fotoelektrický prstový pletysmograf [28].....	42
Obrázek 9 – Pracovní prostředí LXSoftware.....	43
Obrázek 10 – Zobrazení hodnot EDA a frekvence dechu v Caliper Statistic.....	44
Obrázek 11 – Časový úsek mezi vrcholy u křivky z pletysmografu	47
Obrázek 12 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 1	50
Obrázek 13 – Fyziologické reakce na dřepy u měření č. 2.....	52
Obrázek 14 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 3	54
Obrázek 15 – Fyziologické reakce na upažení u měření č. 4.....	56
Obrázek 16 – Fyziologické reakce na dřepy u měření č. 5.....	58
Obrázek 17 – Záznam chování křivky EDA z měření č. 6.....	60
Obrázek 18 – Fyziologické reakce při závěrečné relaxaci u měření č. 7.....	62
Obrázek 19 – Fyziologické reakce při vstání ze židle u měření č. 8	64
Obrázek 20 – Záznam chování křivky EDA z měření č. 9.....	66
Obrázek 21 – Fyziologické reakce na očekávaný pád u měření č. 10	68

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Dimenze motivů pro lhaní [14].....	24
Tabulka 2 – Průměrné hodnoty z naměřených dat	69
Tabulka 3 – Směrodatná odchylka z naměřených dat	70

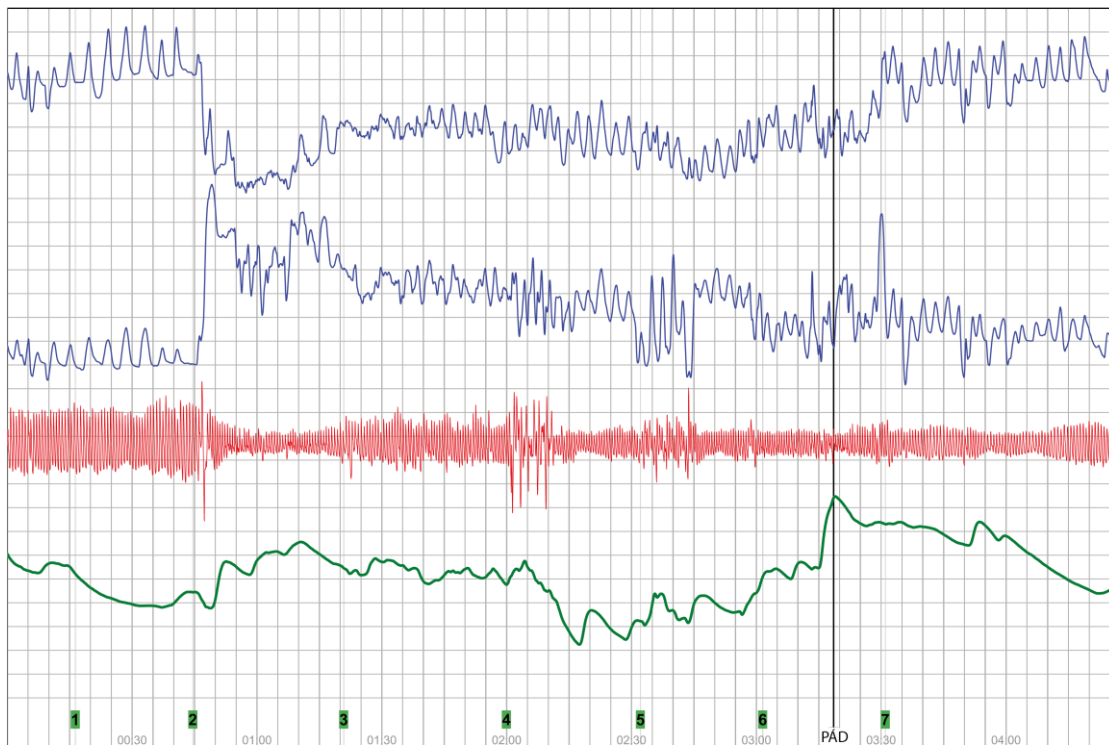
SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Průměrné hodnoty frekvence dechu	71
Graf 2: Směrodatná odchylka frekvence dechu	71
Graf 3: Průměrné hodnoty tepové frekvence	72
Graf 4: Směrodatná odchylka tepové frekvence	73
Graf 5: Průměrné hodnoty EDA	74
Graf 6: Směrodatná odchylka EDA	74

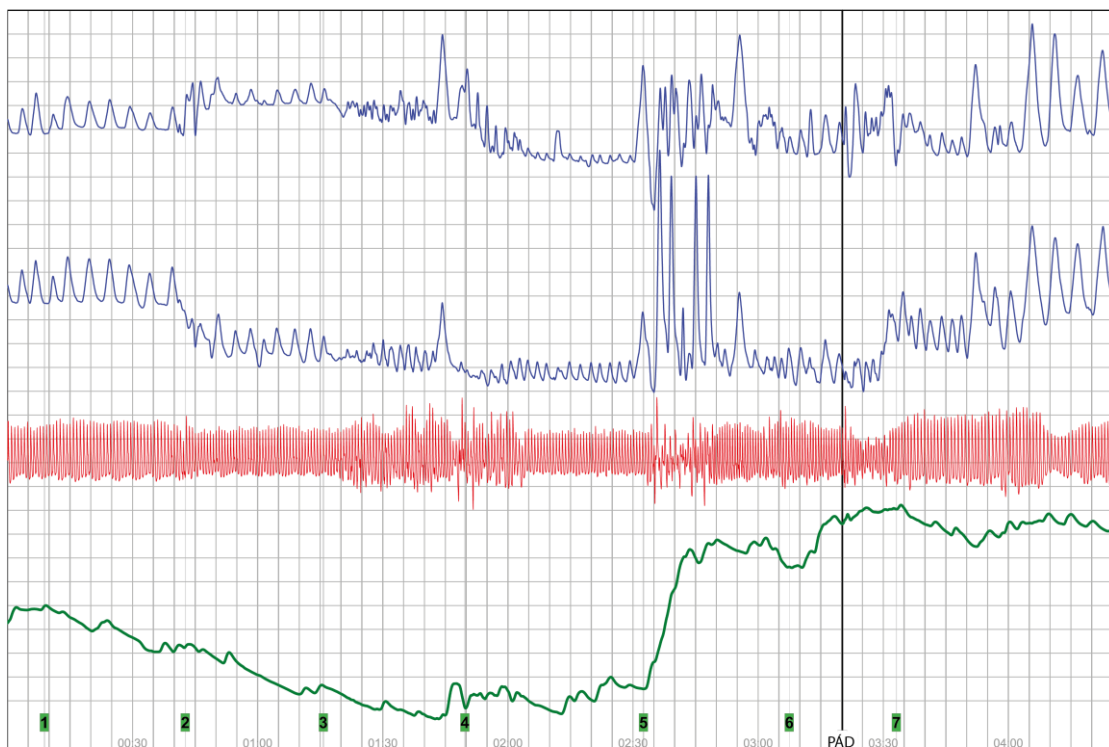
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Výsledné grafy z měření na polygrafu

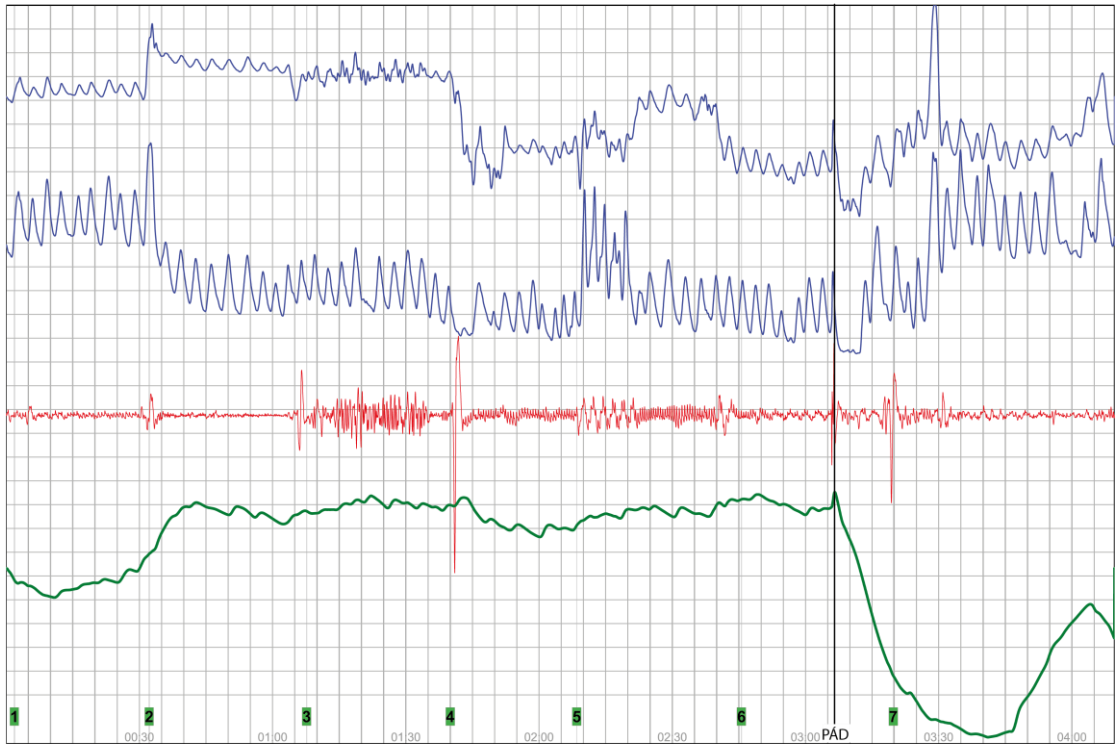
PŘÍLOHA P I: VÝSLEDNÉ GRAFY Z MĚŘENÍ NA POLYGRAFU



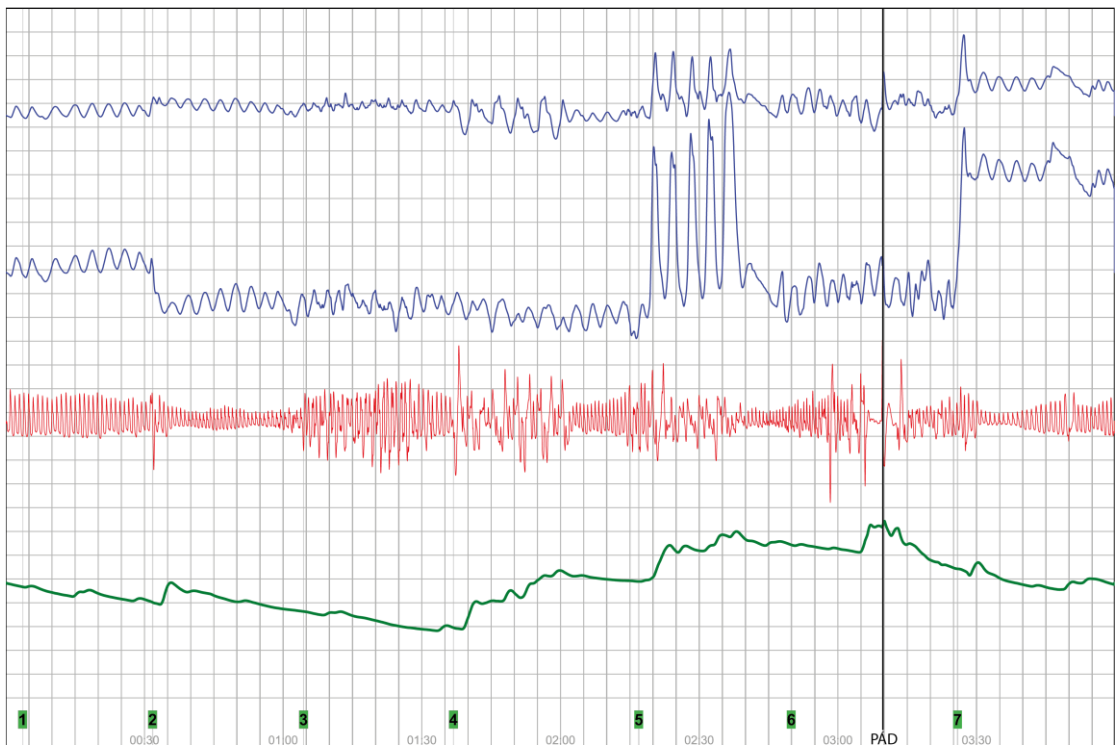
Graf 1: Záznam z měření č. 1 (Zdroj: Vlastní data)



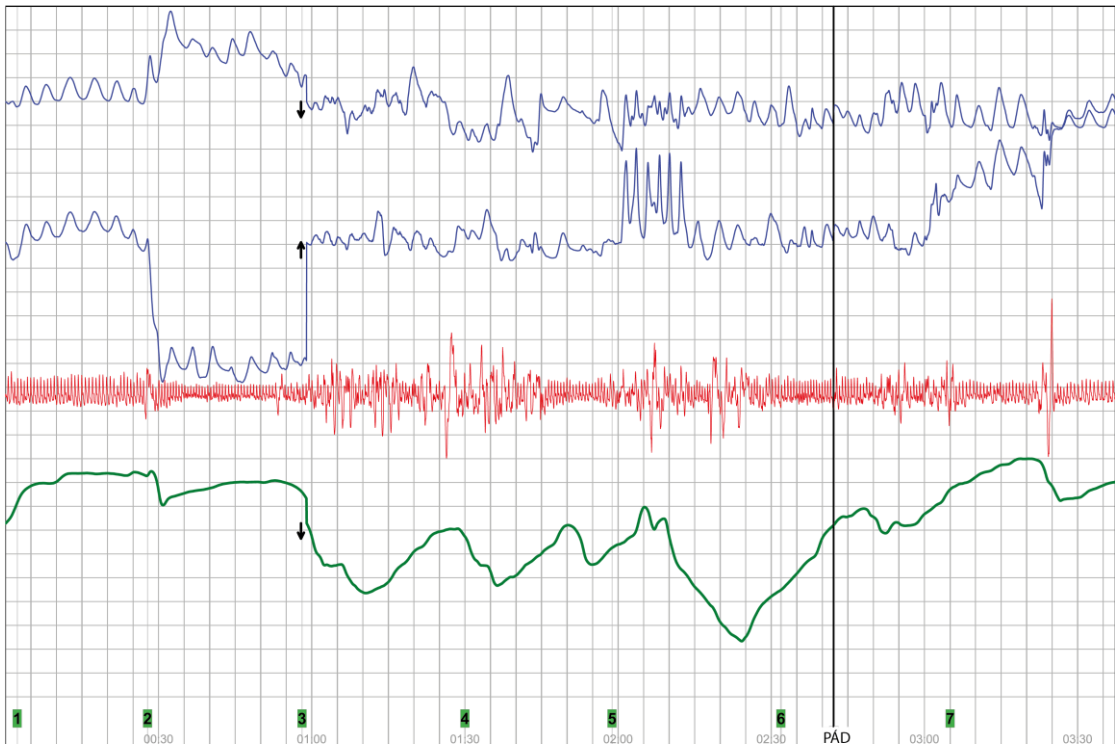
Graf 2: Záznam z měření č. 2 (Zdroj: Vlastní data)



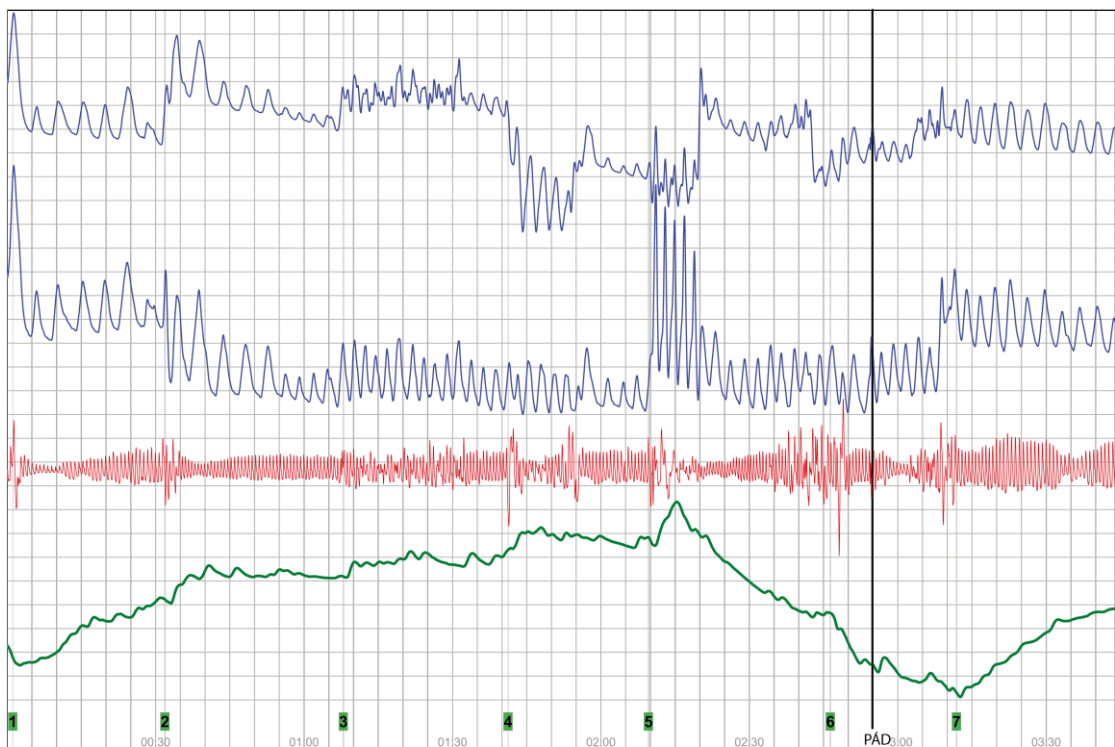
Graf 3: Záznam z měření č. 3 (Zdroj: Vlastní data)



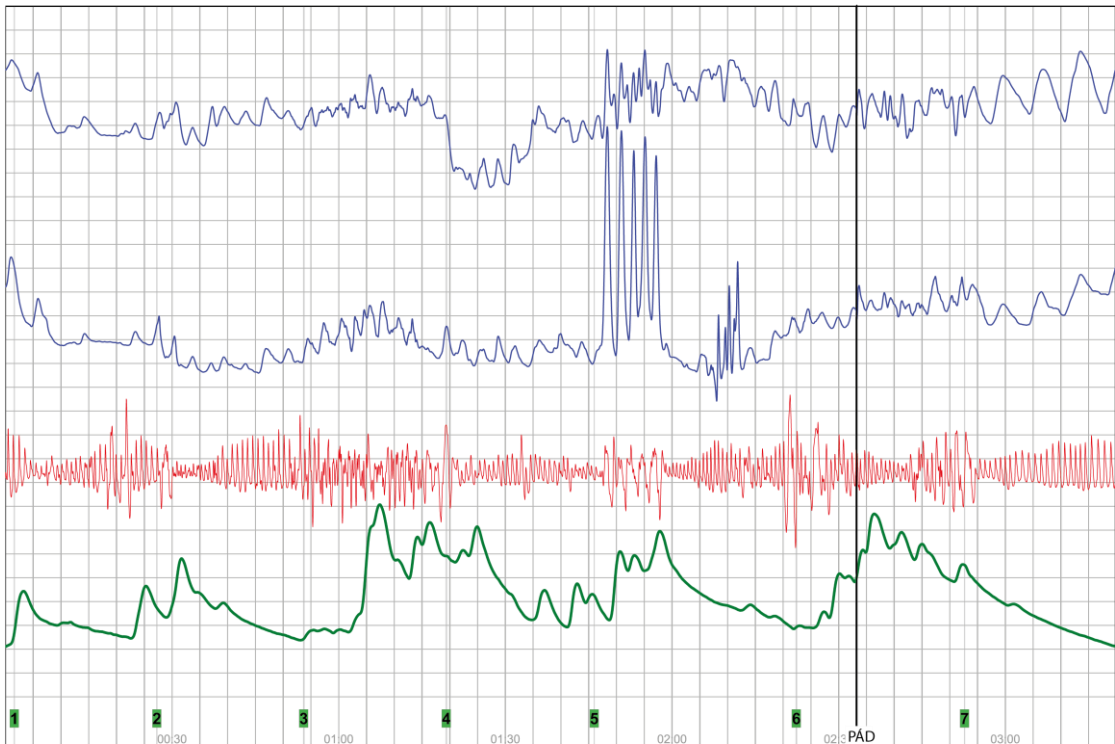
Graf 4: Záznam z měření č. 4 (Zdroj: Vlastní data)



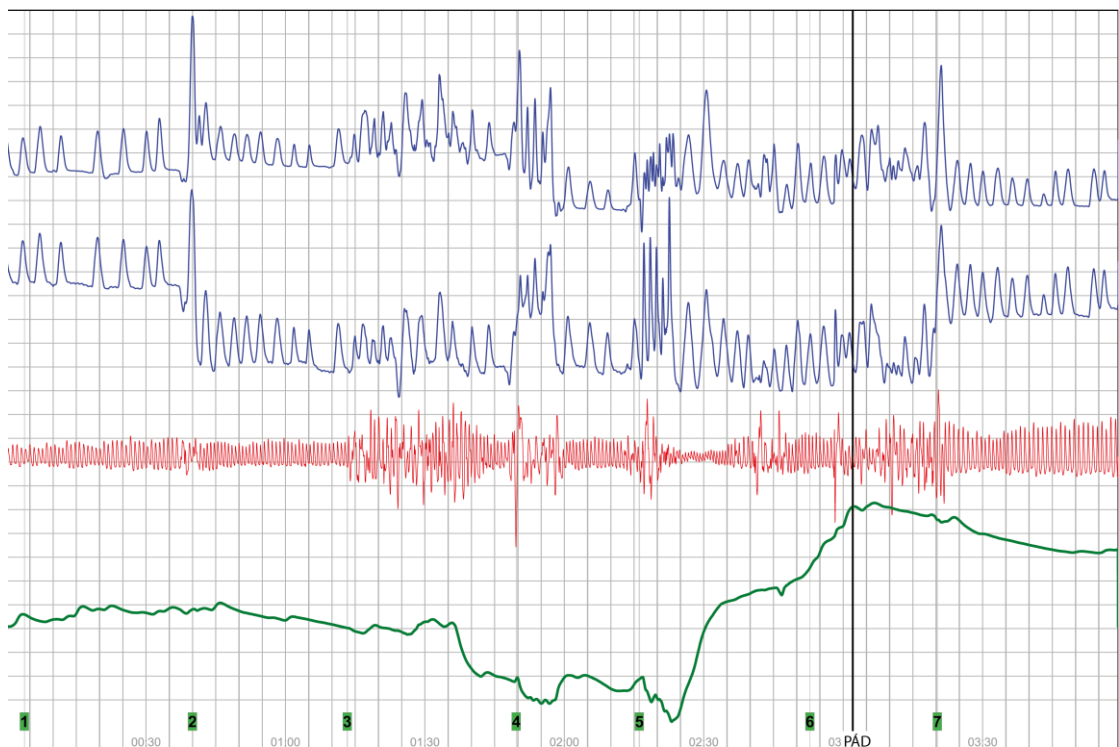
Graf 5: Záznam z měření č. 5 (Zdroj: Vlastní data)



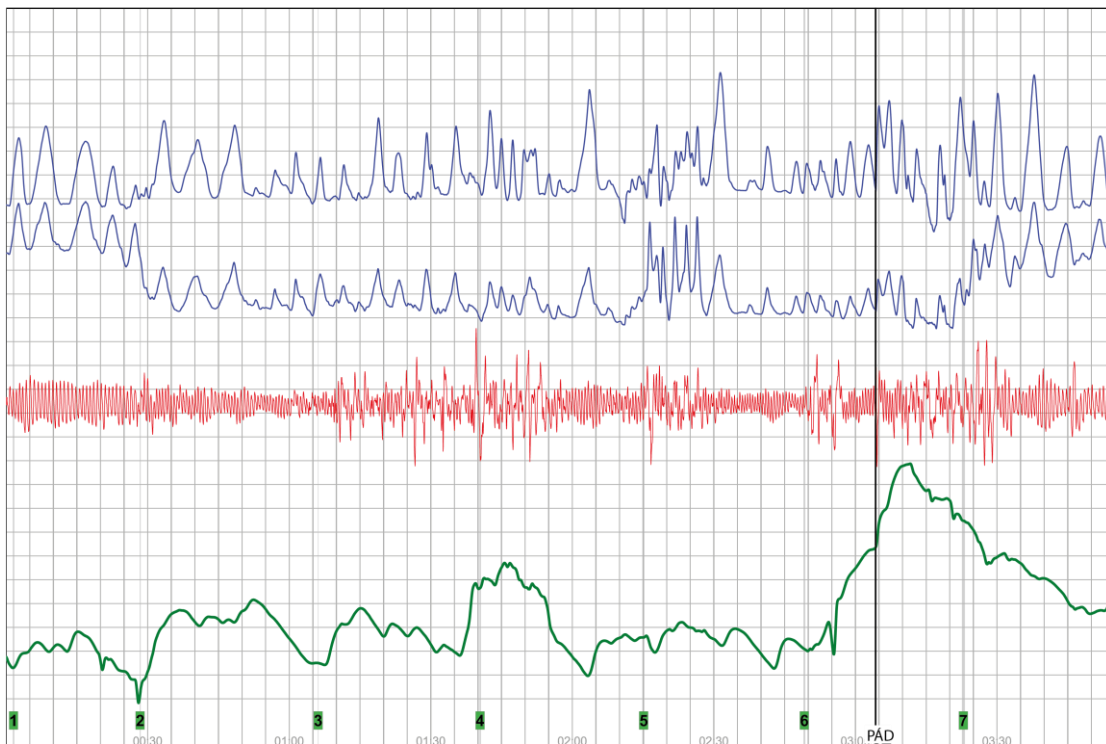
Graf 6: Záznam z měření č. 6 (Zdroj: Vlastní data)



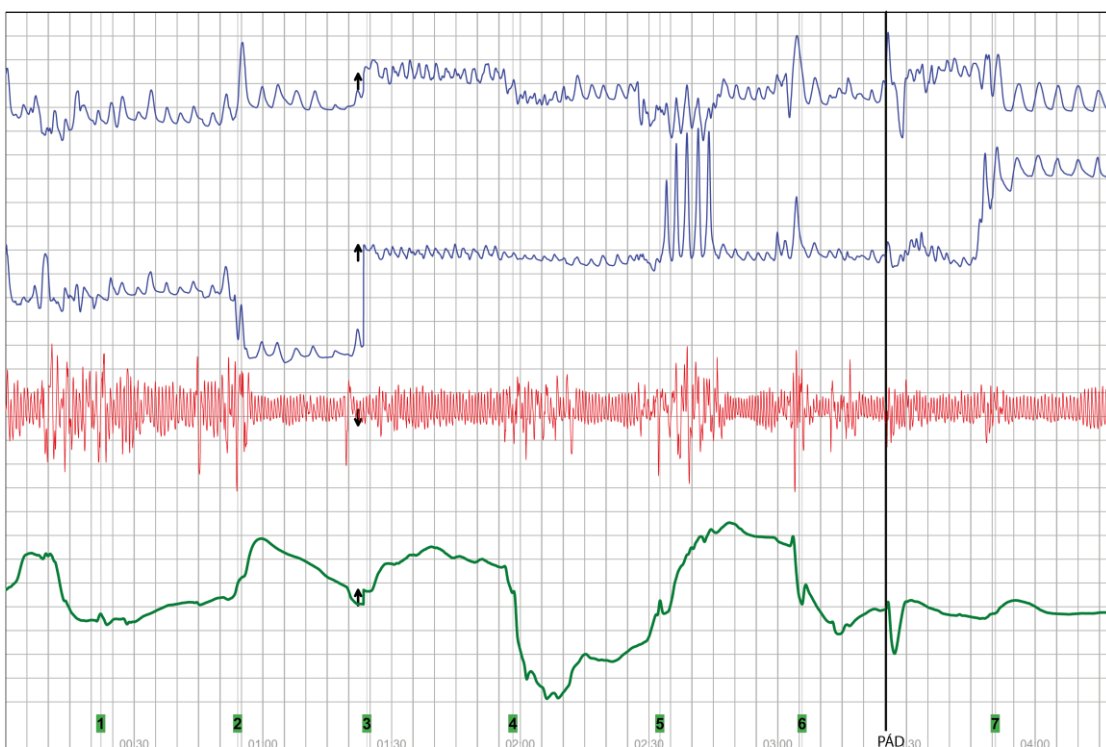
Graf 7: Záznam z měření č. 7 (Zdroj: Vlastní data)



Graf 8: Záznam z měření č. 8 (Zdroj: Vlastní data)



Graf 9: Záznam z měření č. 9 (Zdroj: Vlastní data)



Graf 10: Záznam z měření č. 10 (Zdroj: Vlastní data)