

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

## **Vliv podpůrných látek na reakceschopnost osob**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Hart, Ph.D.

Autor práce: Jakub Adam

PRAHA 2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jakub Adam

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

**Vliv podpůrných látek na reakceschopnost osob**

Název anglicky

**Influence of supportive substances on the responsiveness of the persons**

---

### Cíle práce

Bakalářská práce je tematicky zaměřena na problematiku vlivu podpůrných látek na reakceschopnost osob a s určením jejich účinnosti. Hlavním cílem je provést zhodnocení zabývající se změnou reakceschopnosti osob na jednotlivé podpůrné látky.

Díličí cíle bakalářské práce jsou:

- vytvořit přehled řešené problematiky,
- definovat jednotlivé typy podpůrných a stimulačních látek, které se v praxi využívají pro zvýšení reakceschopnosti osob,
- definovat rizika, která mohou vést ke kritickým scénářům užití těchto podpůrných látek

### Metodika

Metodika řešené problematiky bakalářské práce je založena na studiu a analýzách odborných informačních zdrojů. Praktická část práce je zaměřena na zhodnocení podpůrných látek a jejich vlivu na reakceschopnost osob a rozbor rizikových faktorů, které mohou vést ke kritickým scénářům užití těchto látek. Na základě rozboru teoretických poznatků a výsledků praktické části práce budou formulovány závěry bakalářské práce.

### Doporučený rozsah práce

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

### Klíčová slova

reakceschopnost, podpůrné látky, řidič, vozidlo

---

### Doporučené zdroje informací

- BURIAN, P. *Internet inteligentních aktivit*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5137-5.
- DÉSI, I. *Tajemný mozek*. Praha: Orbis, 1976.
- GARDNER, J W. – AWADELKHARIM, O O. – VARADAN, V K. *Microsensors, MEMS, and smart devices*. Chichester: Wiley, 2001. ISBN 0-471-86109-.
- HEŘMAN, J., et al.: *Elektrotechnické a telekomunikační instalace*. Praha: Verlag Dashöfer, 2008. ISSN 1803-0475.
- KOUKOLÍK, F. *Lidský mozek : funkční systémy : normy a poruchy*. Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-379-.
- OREL, M. – FACOVÁ, V. *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2617-5.
- PŘIBYL, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03648-8.
- PŘIBYL, P. – ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE. DOPRAVNÍ FAKULTA. *Inteligentní dopravní systémy a dopravní telematika*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03122-5.
- PŘIBYL, P. – HOSPODÁŘSKÁ KOMORA HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY. DOPRAVNÍ SEKCE, – SVÍTEK, M. – SDRUŽENÍ PRO DOPRAVNÍ TELEMATIKU ČR. *Inteligentní dopravní systémy*. Praha: BEN – technická literatura, 2001. ISBN 80-7300-029-6.
- SEARLE, J R. – NEKULA, M. *Mysl, mozek a věda*. Praha: Mladá fronta, 1994. ISBN 80-204-0509-7.
- VALUCH, J M. *Neurotechnologie, mozek a souvislosti*. Praha: Gradior Galaxy, 1997.
- WYRICK, J. – BARNARD, N D. – WALTERMYER, C. *Jídlo pro váš mozek : chraňte svou mysl a posilte paměť v pouhých třech krocích*. Brno: BizBooks, 2014. ISBN 978-80-265-0186-2.
- 

### Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

### Vedoucí práce

Ing. Jan Hart, Ph.D.

### Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2019

**doc. Ing. Jan Malašák, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

**doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 28. 12. 2019

---

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Vliv podpůrných látek na reakceschopnost“ osob vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.“

V Praze dne 9. 4. 2020

Podpis: \_\_\_\_\_

Jakub ADAM

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Hartovi, Ph.D. za jeho rady, ochotnou pomoc při zpracování této práce a zapůjčení přístrojů potřebných k měření. Dále bych rád poděkoval obětavým dobrovolníkům, kteří se zúčastnili procesu měření a v neposlední řadě své rodině a přátelům za jejich podporu, bez které by tato práce jen stěží vznikla.

## **Vliv podpůrných látek na reakceschopnost osob**

**Abstrakt:** Jedním z hlavních důvodů vzniku automobilových nehod, je únava řidiče. Ta se může projevit například ospalostí, nebo prodloužením doby rychlosti reakce. Momentálně je hojně řešenou problematikou, jak únavu detekovat, ale ne jak ji aktivně ovlivnit. Bakalářská práce se proto zabývá vlivem podpůrných látek na reakceschopnost osob. V rámci práce bylo provedeno experimentální měření, zda může mít devět volně dostupných stimulačních látek vliv na organismus řidiče. Měřením bylo prokázáno, že stimulanty u testovaných osob mají vliv na srdeční činnost, a to konkrétně na změnu systolického a diastolického krevního tlaku. Markantní nárůst u systolického tlaku nastal po požití energetického nápoje a pokles při inhalaci éterického oleje. Stejně tomu tak bylo i v případě diastolického tlaku. U srdečního tepu a změny rychlosti reakce nebyl vliv stimulantů prokázán.

**Klíčová slova:** reakceschopnost, podpůrné látky, stimulanty, řidič, vozidlo, únava

## **Influence of supportive substances on the responsiveness of the persons**

**Summary:** Driver tiredness is one of the main reason of car accidents. It can manifest itself as sleepiness or increase the reaction time. At the moment it is known how to tiredness detect but not how to influence it. The bachelor thesis therefore deals with the influence of supporting substances on the reactivity of persons. Experimental measurements with nine freely available stimulants was made within the work to find out whether any of the stimulants had an effect on the driver's body. Measurements have shown that stimulants in the test subjects have an effect on cardiac activity, specifically on changes in systolic and diastolic blood pressure. A large increase in systolic pressure occurred after ingestion of an energy drink and a decrease in inhalation of essential oil. The same was in case of diastolic pressure. The effect of stimulants has not been demonstrated in heart rate and rate of response.

**Key words:** reactivity, support substances, stimulants, driver, vehicle, tiredness

# Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce.....	2
3	Metodika práce .....	3
4	Přehled řešené problematiky.....	4
4.1	Únava.....	4
4.1.1	Vznik únavy .....	4
4.1.2	Projevy únavy.....	5
4.1.3	Možnosti potlačení .....	6
4.2	Dostupné systémy detekce projevů únavy u řidičů.....	8
4.2.1	Volvo .....	8
4.2.2	Ford .....	8
4.2.3	Volkswagen .....	9
4.2.4	Mercedes Benz .....	9
4.2.5	Mobileye.....	10
4.3	Reakceschopnost.....	11
4.3.1	Smyslový proces.....	11
4.3.2	Reakční čas.....	13
4.3.3	Reakční doba řidičů.....	15
5	Praktická část práce .....	16
5.1	Testované stimulanty .....	16
5.1.1	Káva.....	17
5.1.2	Energetický nápoj.....	17
5.1.3	Guarana .....	18
5.1.4	Éterický olej .....	19
5.1.5	Maté Yerba .....	19
5.1.6	Kyslíková voda.....	20
5.1.7	China Gunpowder.....	20
5.2	Možnosti předávkování.....	20

5.2.1 Kofein.....	20
5.2.2 Kyslík .....	22
5.2.3 Fruktóza.....	22
5.2.4 Éterický olej .....	23
5.3 Měření.....	23
5.3.1 Metody měření reakcí.....	23
5.3.2 Volba metody .....	24
5.3.3 Postup měření .....	24
6 Výsledky měření a jejich hodnocení.....	27
7 Závěr .....	31
8 Seznam použité literatury .....	32
9 Seznam obrázků, tabulek a příloh.....	35



# 1 Úvod

Únava za volantem je jednou z nejčastějších příčin vzniku krizových situací, respektive i dopravních nehod s mnohdy fatálními následky, a tím se řadí mezi nejpálčivější společenské problémy spojené s dopravou.

Aby bylo možné pochopit problematiku únavy, je potřeba vysvětlit, jak vlastně únava vzniká, jakým způsobem se může projevat a jak lze proti ní bojovat. S tím jsou spojená technická a technologická řešení, která únavu řidiče detekují.

Základním předpokladem pro bezpečnou jízdu vozidlem je nejen dobrý zdravotní stav řidiče, ale i dostatečný odpočinek před jízdou. Tuto skutečnost řidiči často podceňují, před jízdou jsou unavení, ospalí nebo nejsou v dobré fyzické kondici vlivem různých patologií.

Zvýšené nároky na řidiče jsou kladeny zvláště v nočních hodinách, kdy nejvíce hrozí riziko mikrospánku. V zimním období zas může pocitu únavy zvyšovat nutnost použití topení, a tím zvýšení teploty uvnitř kabiny automobilu. Teplo uvnitř kabiny je nebezpečné z toho hlediska, že napomáhá k únavě, tím pádem k ospalosti, malátnosti a zhoršené schopnosti se koncentrovat na řízení automobilu. Pocit bdělosti je u každého řidiče velice individuální. Ale pokud je organismus řidiče vyčerpaný, v kombinaci s monotónní jízdou může řidič upadnout do mikrospánku ve zlomku sekundy. Zvýšené opatrnosti bychom měli dbát už při prvních signálech nastupující únavy.

Při boji s únavou si můžeme pomoc stáhnutím okénka, zapnutím hudby, nebo různými stimulanty. Tato řešení jsou ovšem krátkodobého účinku. Nejlepším řešením situace je co nejdříve využít záchytného bodu, jakým může být například odpočívadlo, nebo čerpací stanice a odpočinout si, případně zdřímnout. Při nedostatku odpočinku se dostaví únava, která je spojena s projevy snížení soustředěnosti, postřehu a hlavně prodloužení reakční doby řidiče. To může mít za následek mnohdy fatální nehody s tragickým koncem. Trénování profesionální řidiči jsou schopni odolávat únavě mnohem déle, stále častější tragické nehody však dokazují, že ani oni se únavě přesto neubrání.

## 2 Cíl práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je zjištění, zda mohou mít volně dostupné stimulační látky vliv na reakceschopnost osob a lidský organismus. Tento cíl bude dosažen následujícími dílčími cíli, kterými jsou:

- vytvoření uceleného přehledu o problému snížení reakční schopnosti osob
  - rozbor vzniku, projevů a možností potlačení únavy
  - souhrn a popis systémů detekce únavy řidiče
- rozbor stimulačních látek
  - složení stimulantů
  - možnosti předávkování, vedoucí ke kritickým scénářům
- zjištění vlivu podpůrných látek na lidský organismus
  - reakceschopnost
  - systolický srdeční tlak
  - diastolický srdeční tlak
  - frekvence srdečního tepu
- zhodnocení naměřených výsledků

### 3 Metodika práce

Pro zpracování teoretické části práce budou použity zdroje odborné publikace, zabývající se somatologií lidského těla, únavou organismu, vybranými stimulanty a nejnovější odborné české studie popisující vliv stimulačních látek na lidský organismus.

Praktické měření proběhne na 10 testovaných osobách ve věkovém rozpětí od 18 do 65 let, bez ohledu na pohlaví. Podmínkou bude dobrý psychický i fyzický zdravotní stav. Mezi testované podpůrné látky bude vybráno 5 na trhu volně dostupných stimulantů. K samotnému měření budou využity měřicí přístroje a prostory laboratoří České zemědělské univerzity v Praze, katedry vozidel a pozemní dopravy. Teoretický postup měření bude takový, že proběhne:

- ověření laboratorních podmínek
- přivedení testované osoby na měřicí stanoviště
- seznámení s průběhem měření
- 5 minut pauza v klidu na ustálení stavu
- naměření referenčních vzorků srdeční činnosti
  - systolický tlak, diastolický tlak a srdeční puls
- poučení o ovládání měřicí aplikace
  - rychlost reakce bude měřena na principu změny barvy obrazce
- naměření referenčního vzorku rychlosti reakce
- podání stimulantu
- naměření rychlosti reakce po podání stimulantu
  - 5 minut, 15 minut, 30 minut a 50 minut od podání stimulantu
- naměření výsledných hodnot srdeční činnosti

## 4 Přehled řešené problematiky

Vliv podpůrných látek se stal velice diskutovaným tématem, vzhledem ke zvyšujícímu se počtu dopravních nehod, způsobených únavou řidiče. Proto je důležité, umět únavě nejen předcházet, ale i detekovat ji, a co nejvíce zmírnit její dopad na lidský organismus.

### 4.1 Únava

Únava je přirozenou reakcí organismu na zátěž, na kterou není tělo zvyklé. Únavou se nás snaží naše tělo vyzvat alespoň ke krátkému odpočinku. Pokud se však rozhodneme tento varovný signál ignorovat, tak může dojít k přetížení organismu a narušení řady tělesných funkcí, čímž například můžeme napomoci k propuknutí nemoci, protože oslabené tělo snadno podlehne infekci. Únava může poukázat i na mnoho jiných poruch. Rozlišujeme tyto přirozené (fyziologické) druhy únavy:

- fyzická
- psychická
- aerobní
- anaerobní

Pocit fyzické únavy může následovat i pocit únavy psychické. Pokud člověk pociťuje nezávisle na fyzické únavě únavu psychickou, může mu pomoci fyzická činnost a jí způsobená fyzická únava únavu psychickou odbourat. (1)

#### 4.1.1 Vznik únavy

Předpokládá se, že únava vzniká v nervových spojích v centrálním nervovém systému. Příčinou nemusí nutně být jen zvýšený energetický výdej, ale důvodem vzniku únavy může být také častá konzumace alkoholických nápojů, práce v pozdních večerních hodinách, pobyt v hlučném prostředí, poruchy spánku, přepracování, jetlag (překročení časových pásem), snížená činnost štítné žlázy, chudokrevnost, rekonvalescence po operačním zákroku, nebo po prodělané nemoci, vnitřní onemocnění různé etiologie včetně respiračních poruch, nádorové bujení v organismu, infekce (tabulka 1).

Psychiatrické onemocnění jsou často doprovázeny pocitem ospalosti a únavy. Tyto příznaky se nejčastěji vyskytují u depresí a neurózy. Základními příznaky úzkostlivých stavů a deprese je porucha nočního spánku (nevyspalost), která zcela nepochybně vede k ospalosti a tím pádem i k únavě. (2)

Tabulka 1 - Možné příčiny únavy (3)

<b>Nadměrná fyzická činnost</b>	Nahromadění a emise metabolických produktů do tkání, např. kyseliny mléčné
<b>Malnutrice</b>	deficit proteinů, tuků, minerálů, stopových prvků a především cukrů
<b>Porucha cirkulace krve při srdečních onemocněních</b>	nedostatečné zásobování orgánů a tkání kyslíkem a živinami
<b>Respirační porucha</b>	nedostatečné zásobování tkání a orgánů kyslíkem
<b>Infekce</b>	produkce toxických látek, deficit sacharidů, proteinů, minerálů a stopových prvků, které narušují metabolismus
<b>Endokrinní poruchy</b>	diabetes mellitus, hyperinzulinismus, menopauza apod.
<b>Psychogenní faktory</b>	emoční konflikty, frustrace, strach, úzkost, neuróza, nuda
<b>Vnější faktory</b>	hluk, vibrace, produkce toxických látek, horko, práce v noci, nedostatek spánku, překročení časových pasem...

#### 4.1.2 Projevy únavy

Projevy únavy mohou být u každého jedince velice individuální. Lidský organismus se tím snaží různými způsoby dát najevo, že má nedostatek energie, kterou je potřeba doplnit. Na základě znalostí projevů únavy ji pak dále můžeme detekovat a eliminovat.

Mezi typické projevy fyzické únavy patří:

- pokles svalové síly
- ztráta koordinace jemných pohybů a rychlosti

Mezi typické znaky psychické únavy patří:

- ospalost
- ztráta koncentrace
- zhoršení paměti
- pocit vyčerpání

Dále dochází ke snížené schopnosti se adaptovat na nově vznikající situace, nedisciplinovanosti a také ke zhoršenému odhadu vlastních fyzických schopností.

Fyziologická únava je projev organismu, který vzniká při vynakládání fyzické aktivity, a má za úkol vyvolat adaptační mechanismy vedoucí k zotavení. Mezi projevy tohoto mechanismu patří místní svalová bolest a snížení síly malých svalových skupin. V případě celkové fyziologické únavy pak přichází bolest větších svalových skupin a dochází ke snížení kvality a schopnosti koordinace dynamických stereotypů (sjednocení reakce organismu na vnější i vnitřní stimuly). Při opakující se pohybové činnosti bez přestávky, nebo s přestávkou, ale nedostatečně zajišťující úplné zotavení, se prohlubují další příznaky fyziologické únavy.

Příznaky fyziologické únavy:

- padající víčka
- klesající hlava
- neostré vidění
- nezájem o okolí
- špatná koordinace jemných pohybů
- podrážděnost

Patologická únava je důsledek velké fyzické námahy, která je spojována s termíny: přepětí, přetížení, nebo přetrénování. Jedná se o dočasné narušení normální funkce organismu. Současně také může dojít k narušení funkcí oběhové soustavy, čehož může být následkem například vznik hypotonie a hypoxie.

Akutní příznaky patologické únavy:

- křeče
- nauzea (pocit na zvracení)
- bledost
- proteinurie (bílkoviny v moči)
- rychlý dech a srdeční tep

Těžké formy únavy organismu mohou skončit selháním krevního oběhu. Při chronické úbytku tělesné hmotnosti, nechutenství, spánkové deprivace, apatii, nebo podrážděnosti.

#### **4.1.3 Možnosti potlačení**

Důležitým faktorem by měla být schopnost odhalit stupeň únavy. V návaznosti na to rozumně regulovat psychickou nebo fyzickou zátěž a střídavě ji prokládat odpočinkem, aby se organismus dokázal zregenerovat z přechodného poklesu funkčních schopností orgánů. Odpočinkové fázi bychom měli věnovat dostatečné množství času. Důležitá by měla být i

schopnost umět používat techniky nejen tělesného, ale i duševního uvolnění. Po zátěži aerobního typu by měl být zvolen primárně pasivní odpočinek (tabulka 2). (3)

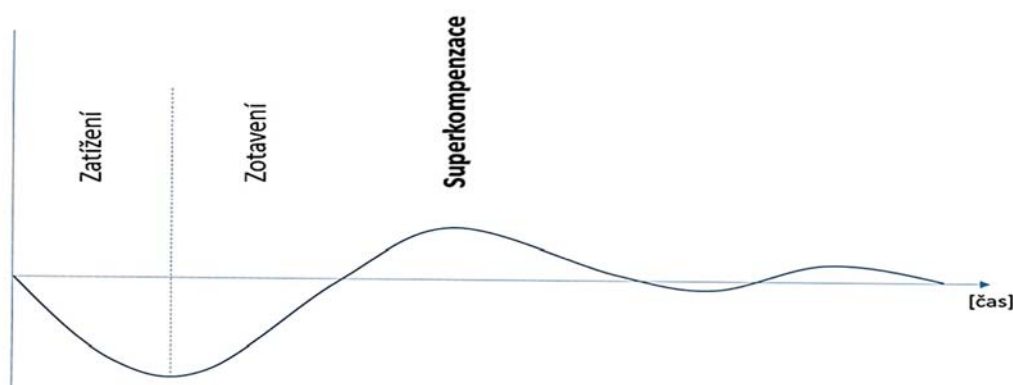
Tabulka 2 - Možnosti odpočinku (1)

Odpočinek	
Pasivní odpočinek	spánek
	masáže
	koupele
	sauna
Aktivní odpočinek	kompensační cvičení
	cvičení ve vodě
	doplňkové sporty

Vlivem zvýšené hladiny inzulínu v krvi po cvičení je rychlost resyntézy glykogenu nejvyšší v prvních hodinách po jeho skončení. V tu chvíli je ideální přijmout zvýšenou dávku sacharidů (obsažených například v energetickém nápoji). Po zátěži anaerobního typu bychom měli pro změnu volit formy aktivního odpočinku (tabulka 2). Ta zvyšuje průtok krve v zatěžovaných svalech, který napomáhá k rychlejšímu odbourávání zplodin metabolismu. (1)

S obnovou energie se spojuje termín superkompenzace, ten můžeme popsat jako dočasné zvýšení energie nad původní úroveň. Časový úsek superkompenzace (obrázek 1) je ideální okamžik po zahájení další fyzicky náročné činnosti. Organismus má totiž přebytek energetického potenciálu v podobě glykogenových zásob. Velikost těchto zásob je u každé osoby velice individuální. (4)

Obrázek 1 - Glykogenové zásoby v těle (4)



Proti únavě lze také využít různé stimulanty. Nejčastěji to jsou ty, které obsahují zvýšené množství kofeinu, nebo sacharidů. Kofein má stimulační účinky na centrální nervovou soustavu, zvyšuje stav bdělosti, zlepšuje sportovní a pracovní výkon, snižuje subjektivní pocit únavy. Má vliv také na náladu člověka a posiluje motorické funkce. Jako náhradu kofeinu lze

použit například i modré světlo, které slouží jako modulátor mnoha funkcí včetně pozornosti, ale i nálady, pracovního výkonu a reakčního času. (5)

## 4.2 Dostupné systémy detekce projevů únavy u řidičů

Nejúčinnější prostředek pro detekci očekávaného vývoje stavu bdělosti a pozornosti člověka je rozbor elektromagnetického pole, vyzařovaného souborem nervových drah v mozku. K podobnému účelu se dají využít i jiné biologické signály, mezi ně patří například frekvence mrkání očních víček, vibrace rukou, teplota pokožky a mimický výraz v obličeji. Stávající systémy nedokážou tento stav předvídat, ale jsou schopné pouze detekovat aktuální stav řidiče. Momentálně existuje několik systémů vyvíjených velkými automobilkami, které analyzují únavu řidiče.

### 4.2.1 Volvo

Systém sledující ostražitost řidiče (Driver Alert Control) automobilky Volvo (obrázek 2), se spouští při rychlostech nad 65 km/h. Systém využívá digitální kamery monitorující vozovku před vozidlem a hodnot úhlu natočení volantu. Systém dokáže rozeznat normální způsob řízení od neklidného. Kontrolka dává informaci řidiči o stupni jeho ostražitosti a případně upozorní řidiče zvukovým signálem. (6)

Obrázek 2 - Volvo Driver Alert Control (6)



### 4.2.2 Ford

Systém varující řidiče od společnosti Ford (obrázek 3) funguje na základě zjištění, že řidič začíná upadat do mikrosnánku. Vychyluje se z požadovaného směru jízdy, který pak náhle koriguje. Systém rozpozná tyto strmé zásahy do řízení pomocí analýzy rychlosti stáčení vozidla okolo své podélné osy. Systém sledování ostražitosti se skládá z malé kamery, která je umístěná na zadní straně zpětného zrcátka uvnitř vozidla, sledující vodorovné dopravní značení po obou stranách vozovky. Aktuální směr jízdy je analyzován vzhledem k vodorovnému značení



jízdních pruhů na vozovce. Pokud je detekován rozpor, tak systém upozorní řidiče varovnou zprávou. Pokud řidič zprávu nepotvrdí, tak jedinou možností, jak systém resetovat je zastavení vozidla a otevření dveří, případně výměnou řidičů. (7)

Obrázek 3 - Ford DriverAlert (7)



#### 4.2.3 Volkswagen

Systém společnosti Volkswagen (obrázek 4) sleduje několik parametrů, jako je úhel natočení volantu, ovládání pedálu plynu, příčné zrychlení a další projevy ovládacích úkonů řidiče vozidla. Při vyhodnocení a rozpoznání příznaků únavy upozorní systém řidiče symbolem šálku horké kávy s doporučením přestávky. (8)

Obrázek 4 - Volkswagen Driver Alert (8)



#### 4.2.4 Mercedes Benz

Systém společnosti Mercedes Benz (obrázek 5) zpracovává vodorovné značení vozovky a svislé dopravní značení spolu s reakcemi řidiče. Vyhodnocuje, zda je změna jízdního pruhu úmyslná. Asistent sledování ostražitosti neustále vyhodnocuje více než 70 parametrů, podle

kterých může detekovat únavu. Během prvních minut od usednutí řidiče za volant systém vytvoří individuální profil, který se v řídicí jednotce vozidla porovnává s aktuálními daty ze senzorů a danou jízdní situací. (9)

Obrázek 5 - Mercedes Benz Attention Assist (9)



#### 4.2.5 Mobileye

Technologii Mobileye (obrázek 6) využívá ve vozidlech značky Volvo, BMW a automobilky koncernu GM. Stejně jako u ostatních systémů spíše pomáhá řídit chování řidiče. (10) Systém obsahuje následující funkce:

- varování při neúmyslném a náhlém opuštění jízdního pruhu.
- varování před kolizí s vozidlem vpředu
- sledování délkového odstupu vozidel
- detekce chodců
- asistent ovládání dálkových světel
- rozpoznání svislého dopravního značení

Obrázek 6 - Mobileye (10)



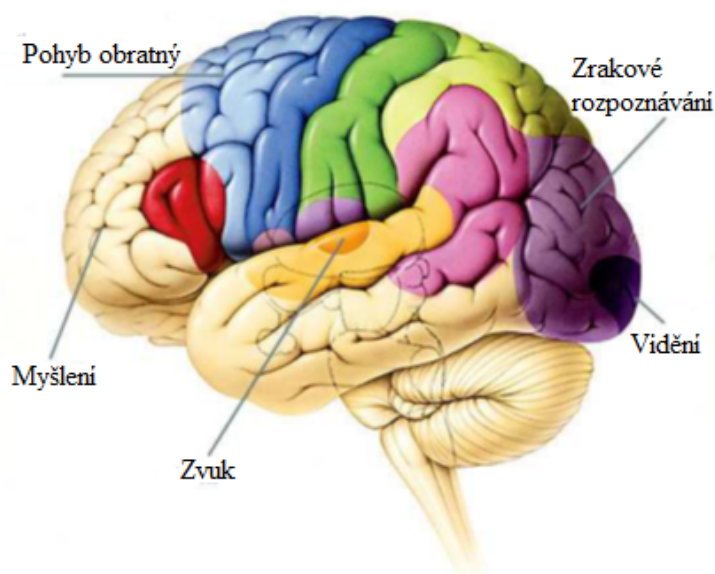
## 4.3 Reakceschopnost

Reakceschopnost zahrnuje smyslový proces, tedy cestu od podnětu, který je zaznamenán různým smyslovým orgánem, jeho zpracování v mozku, až po motorickou reakci organismu. Rychlost tohoto procesu může být ovlivněna mnoha faktory, jako je například fyzický a psychický stav jedince, nebo situace ve které má reagovat.

### 4.3.1 Smyslový proces

Mozek jako hlavní nervová centrála reaguje na podráždění jednotlivých smyslových orgánů. Na podráždění zrakového nervu reaguje zrakové centrum v mozku, zpracovávající vidění. Pokud je v úkonu zahrnuta i část nutná rozeznat zobrazený objekt, tak se do procesu zapojí i část mozku zrakového rozpoznávání spolu s myšlením. Další možností je zaznamenání zvukového podnětu, který zpracovává sluchové centrum v mozku. Tato centra vyznačená na obrázku 7 zpracují informace na základě podnětu a oblast mozku určená pro vykonávání obratných pohybů vydá příkaz, jehož výsledkem je reakce, například smrštění svalu na prstu ruky. (11)

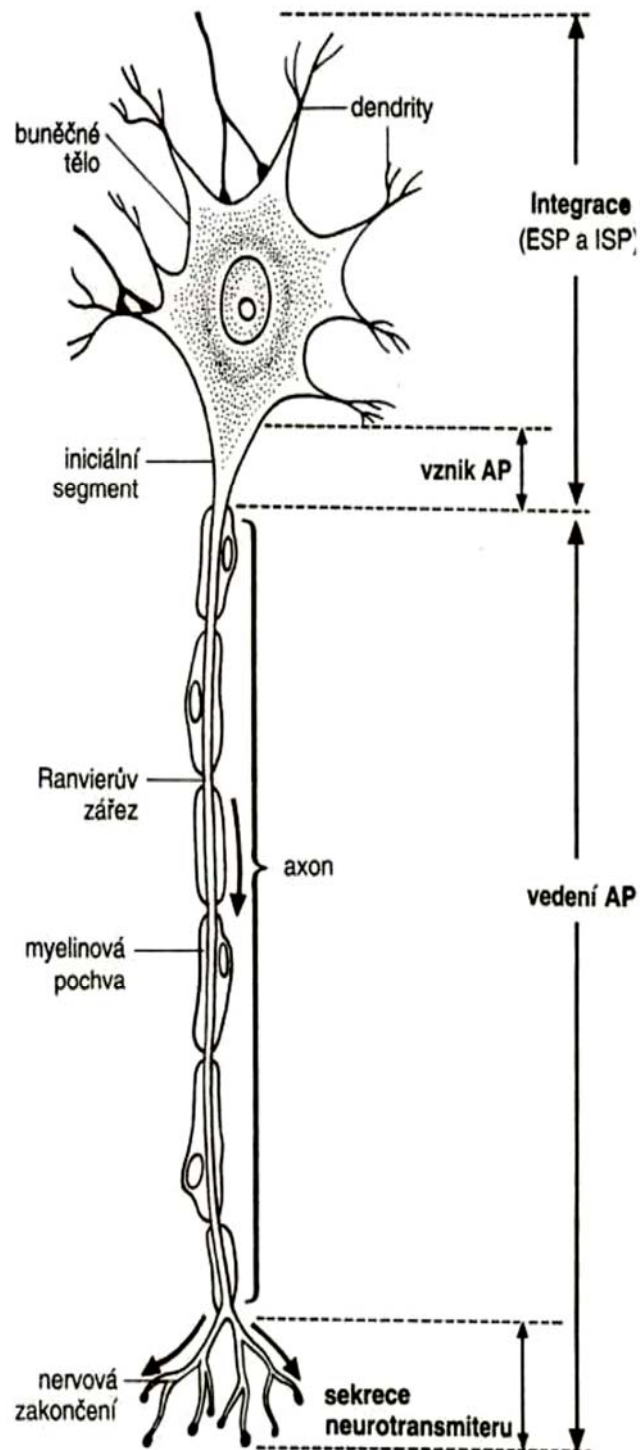
Obrázek 7 - Mozková centra (12)



Mozek je nejsložitějším orgánem lidského těla. Je to hlavní prvek centrální nervové soustavy řídící všechny ostatní orgány, a pomocí míchy i pohyby a reakce. I denní doba má vliv na to, jak náš mozek pracuje. Například ráno, kolem 9. hodiny, funguje nejlépe krátkodobá paměť. Je to tedy nejvhodnější doba pro učení. Po poledni tato schopnost klesá. Při počátku tohoto útlumu vzrůstá schopnost udržet pozornost a řešit racionální problémy. Následně klesá přibližně do 18. hodiny, kdy začne růst smyslové vnímání. Všechny tyto schopnosti klesají až do 3. hodiny ráno, kdy je aktivita mozku nejvíce utlumena.

Spojení mezi těmito částmi mozku probíhá skrze neurony (obrázek 8) a jejich synapse, kde za pomoci neurotransmiterů dochází k přenosu nízkomolekulárních látek. To vede k řetězovým událostem a ve výsledku k reakci. Například ke stisknutí tlačítka.

Obrázek 8 - Stavba neuronu (13)



### 4.3.2 Reakční čas

Reakční čas je délka trvání procesu od chvíle, kdy lidský organismus zaznamená podnět pomocí receptoru (hmat, sluch, čich, zrak, bolest) do chvíle, kdy nastane odpověď ve formě reakce. Reakční čas se tedy skládá ze složky senzoričké a motorické. (14)

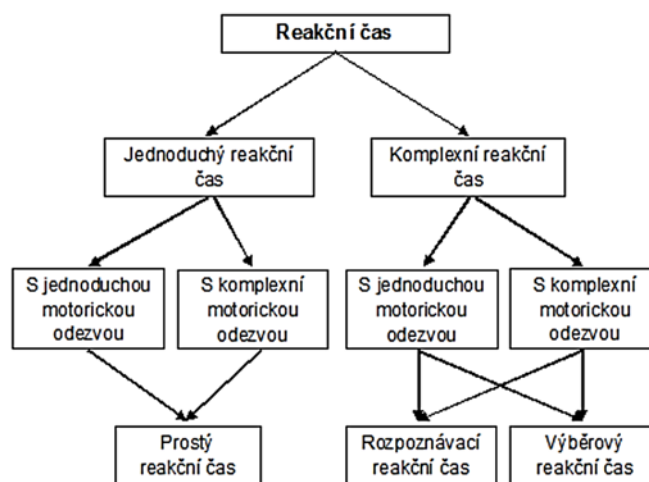
Délka reakce závisí hlavně na typu podnětu, které rozlišujeme na:

- podněty taktilní (dotykové)
  - nejkratší doba vedení vzruchu je u taktilních podnětů (150–140 ms)
- podněty audiální (zvukové)
  - dosahují středních hodnot pro vedení vzruchu (160–150 ms)
- podněty vizuální (zrakové)
  - dosahují nejdelší doby pro vedení vzruchu (210–190 ms)

U těchto hodnot se mohou objevovat velké individuální rozdíly, které může způsobit zdravotní stav nebo trénovanost jedince. Pro zajímavost, fyziologickou hranicí vedení sluchového vzruchu je 100 ms. To je hodnota, na kterou jsou nastavené kontrolní zátěžové vložky na startech sprinterských disciplín.

Významnou roli na reakční čas může mít i prodleva způsobená přístrojem. (obrázek 9) Pokud člověk vykonává jakoukoliv odezvu pomocí přístroje, tak tvoří dohromady jeden systém. Tím pádem časovou hodnotu nelze brát jako relevantní dobu reakce člověka. Jako nejčastější příklad může být uváděný například o dopravní prostředek. Základem tedy je objasnění podstaty toho, co vlastně vnímání je, protože vnímání je počátečním procesem při konání reakce, nebo činu na jakýkoliv stimul. (15)

Obrázek 9 - Rozdělení reakčního času (15)



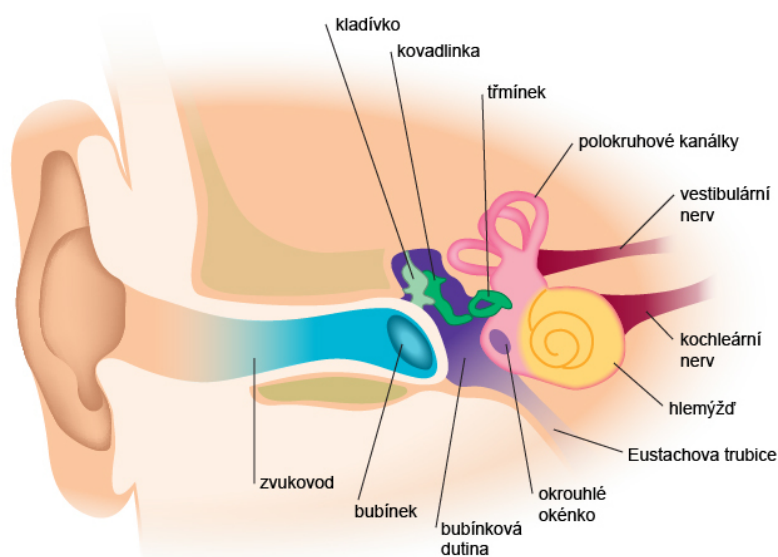
### 4.3.2.1 Sluchové vnímání

Umožňuje člověku získat informace, které by jen pomocí zraku bylo složité, nebo dokonce nemožné zaznamenat. Oproti optickým jsou zvukové informace vnímány podvědomě a nelze je zcela úmyslně potlačit.

Sluchový orgán se skládá z vnitřního, středního a zevního ucha. Zevní ucho slouží k zachycení zvuku pomocí ušního boltce. Zvuk se pak dále vede zvukovodem na ušní bubínek.

Vysoké tóny vnímáme s největší intenzitou, když přicházejí ze strany, ovšem hluboké tóny (do 0,2 kHz) vnímáme se stejnou intenzitou hlasitosti ze všech stran. Střední ucho se skládá ze tří sluchových kůstek, které přenášejí a zesilují chvění z ušního bubínku na oválné okénko, které je součástí vnitřního ucha (obrázek 10). Když přijde do sluchového orgánu zvuk o vysoké intenzitě, tak se bubínek a oválné okénko reflexně stáhnou, což má za následek snížení přenosu. Tento děj nastává při intenzitě 65–85 dB a má za úkol chránit před poškozením sluchového ústrojí. Při vystavení se hluku o vysoké intenzitě po delší dobu nastává adaptace, díky které pak můžeme hluk vnímat v menší hlasitosti, ovšem s tím je spjatá i sluchová únava. (15)

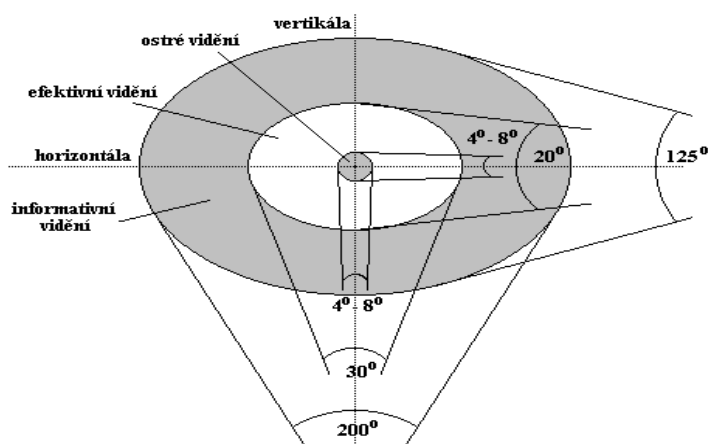
Obrázek 10 - Stavba sluchového ústrojí (16)



### 4.3.2.2 Zrakové vnímání

Zrakové vnímání je nejdůležitější, protože díky němu získáváme základní informaci o dění kolem nás a na základě kterého se pak dál rozhodujeme. Lidské oko rozlišuje objekty na základě toho, v jaké oblasti se právě nacházejí (obrázek 11). Tím je myšleno centrální a periferní vidění. Frontální (centrální) vidění zahrnuje pouze malý rozsah v nejvyšší ostrosti, a to v řádech několika stupňů zorného úhlu (4°-8°). Abychom tuto funkci optimálně využili, je zapotřebí stále měnit směr pohledu. Naopak periferní vidění zachycuje zbytkovou plochu mimo centrální vidění. (15)

Obrázek 11 - Zorné pole lidského oka (17)



### 4.3.3 Reakční doba řidičů

Dané časové úseky reakční doby řidiče jsou definovány jeho optickou reakcí. To je doba, kterou řidič potřebuje na zpozorování objektu, který je v kritickém okamžiku mimo jeho pozorovanou oblast (postřehnutí daného objektu v zorném poli řidiče a následně jeho optické zafixování). V případě, že řidič daný objekt přímo sledoval, pak čas optické a psychické reakce odpadá (tabulka 3). Psychickou reakcí označujeme dobu od optického zafixování kritického objektu do zahájení svalové reakce, kterou je počátek přesunu nohy z pedálu akcelerace na brzdový pedál. Svalová reakce je doba od ukončení psychické reakce do počátku dotyku a stlačení brzdového pedálu. Po svalové reakční době následuje odezva samotných brzd vozidla. Uvedené řazení vychází z rozhodnutí řidiče uchylujícího se k brzdění. (18)

Tabulka 3 - Doba reakce u řidiče (19)

		Doba trvání [s]		
		Spodní mez (2%)	Průměr	Horní mez (98%)
<b>Optická reakce (varianty)</b>				
-řidič předem přímo pozoruje kritický objekt	a)	0,00	0,00	0,00
-řidič sledoval jiný objekt				
v rozsahu do 5°	b)	0,32	0,48	0,55
v rozsahu nad 5°	c)	0,41	0,61	0,70
Psychická reakce (rozhodování)		0,22	0,45	0,58
Svalová reakce (přesun nohy z pedálu na pedál)		0,15	0,19	0,21
<b>Odezva vozidla</b>				
-prodleva brzd (od dotyku pedálu po první dotyk třecích ploch brzd)		0,03	0,05	0,06
-náběh brzdného účinku (od prvního dotyku třecích ploch brzd po začátek zablokování kol)		0,07	0,15	0,49
<b>Odezva celkem</b>		0,10	0,20	0,55
<b>Celkem - varianta</b>	a)	0,47	0,84	1,34
	b)	0,79	1,32	1,89
	c)	0,88	1,45	2,04



## 5 Praktická část práce

Byl řešen vliv podpůrných látek na reakceschopnost osob. Jednotlivé stimulanty byly vybrány z níže popsaných důvodů. Bylo provedeno měření změny rychlosti reakce před a po podání jednotlivých stimulantů. Jejich vliv na změnu srdeční činnosti byl zjišťován pomocí měření systolického tlaku, diastolického tlaku a tepové frekvence.

### 5.1 Testované stimulanty

K měření byly zvolené stimulanty, které jsou snadno a volně dostupné v obchodech nebo na čerpacích stanicích, a nijak neomezují schopnost řídit motorové vozidlo. K následujícímu měření reakceschopnosti bylo vybráno těchto 9 stimulantů:

#### **Káva**

- 9 g mleté kávy Brasil Mogiana + 2 dl vody na jednu dávku

#### **Čaj**

- 5 g sypaného čaje China Gunpowder + 2 dl vody na jednu dávku

#### **Maté**

- 5 g sypaného Maté Rancho + 2 dl vody na jednu dávku

#### **Kyslíková voda**

- kojenecká voda sycená kyslíkem, 2 dl na jednu dávku

#### **Guarana – tinktura**

- Paulinie nápojná (Guarana); 20 kapek (odpovídá 925 mg čerstvých plodů) bezalkoholové tinktury z plodů

#### **Guarana – prášek**

- 1 lžička drcených semen Paulinie nápojná (Guarana)

#### **Energetický nápoj**

- 0,5 l energetického nápoje Monster Energy

#### **Éterický olej**

- kapek éterického oleje Litsea Cubeba inhalovaného pomocí difuzéru

#### **Citronový nápoj**

- 2 cl citronové šťávy, 3 ks kostkového cukru + 2 dl vody na jednu dávku



### 5.1.1 Káva

Káva obsahuje kofein, který zmenšuje svalovou únavu a vyvolává schopnost vyššího výkonu. Už poměrně malé množství kofeinu 3 mg/kg tělesné hmotnosti (100 mg kofeinu je asi jeden šálek kávy) příznivě působí při cvičení. Kofein podporuje uvolňování tělesného tuku jako paliva pro procvičování svalů, takže mohou pracovat delší dobu než se unaví. Kofein také podporuje rychlejší a jasnější myšlení a lepší tělesnou koordinaci. (20) (21)

Chemické složení kávy závisí na druhu a původu, ale i na způsobu pražení. Mezi nejdůležitější látky obsažené v kávě patří:

- kofein (0,5–2,6 %)
- kyselina chlorogenová (4-6 %)
- tuky a vosky (0,1-0,8 %)
- minerální látky (4 %)
- kyseliny kávová a chinová (10 %)
- polysacharidy (25-30 %)
- proteiny (13 %)
- voda (10-13 %)

Kofein patří mezi dusíkaté heterocyklické sloučeniny, který se nachází nejen v kávě, ale i v dalších rostlinných produktech jako jsou například čajové lístky. Samotný čistý kofein je buď ve formě bílého hebkého prášku, nebo tvoří lesklé jehličky hořké chuti. Množství kofeinu v jedné dávce kávy (50 až 150 ml) se může pohybovat od 50 mg do 200 mg v závislosti na přípravě. (20)

### 5.1.2 Energetický nápoj

Energetické nápoje patří mezi nealkoholické nápoje, stimuluje organismus a potlačuje pocit únavy. Některé studie dokazují výrazné zlepšení duševních a kognitivních výkonů, stejně tak jako zlepšení subjektivní bdělosti. Energetické nápoje obvykle nemají za úkol dodávat energii díky kalorické hodnotě cukrů, které obsahují, ale díky kombinovanému účinku kofeinu, karnitinu, taurinu, vitaminů a dalších přírodních rostlinných složek. Mezi hlavní složku, kterou obsahuje většina energetických nápojů je kofein, stejný stimulant, který můžeme nalézt v kávě, nebo čaji. Ve většině těchto nápojů je obsah kofeinu mezi 70 až 200 mg, který stimuluje centrální nervovou soustavu a dává člověku pocit bdělosti. To však může zvýšit frekvenci srdečního tepu a krevního tlaku za současné dehydratace organismu. (22)

Energetické nápoje obsahují řadu chemických látek, jejichž konzumace nemusí být vždy bezpečná a pro konzumenta jednoznačně užitečná. Z těch nejvýznamnějších to jsou zejména:

- kofein (5 %)
- taurin
- inozitol
- karnitin
- glukuronolakton

V určitých situacích mohou být rizikovými látkami také cukry či umělá sladidla, barviva a konzervanty a některé rostlinné extrakty. Přísadami jsou například taurin, L-karnitin, inozitol, glukuronolakton, vitaminy a různé formy přírodních antioxidantů ve formě bylinných extraktů, jako jsou guarana, ženšen nebo ginkgo biloba.

Kreatin se podílí na tvorbě kreatinfosfátu, který obnovuje hladinu ATP (adenosintrifosfát) a tím umožňuje zvyšovat energetický výkon svalů, proto je součástí energetických nápojů.

Ženšen je bylinou, která zvyšuje energii. Obsahuje některé látky, které působí proti únavě a také údajně zmírňují stres a zlepšují paměť. Energetickým nápojům a jejich komponentám jsou přičítány četné fyziologické a psychologické účinky.

Fruktóza, také známý jako ovocný cukr, nap je monosacharid, který se nachází v mnoha potravinách, zvláště v ovoci, některé zelenině a v medu. Je sladší než cukr a vyrábí se z řepného cukru nebo ze škrobu. Fruktóza se často využívá k přislazování nápojů, ale řada výzkumů naznačuje, že u konzumentů existuje riziko kardiometabolických poruch počítaje dyslipidémii, inzulinovou rezistenci, cukrovku a obezitu. U části populace se může vyskytovat vrozená nesnášenlivost na fruktózu.

Taurin, je derivát aminokyseliny cysteinu ovlivňující přenos nervových vzruchů. Za určitých podmínek, jako je například vysoké psychické napětí nebo fyzická námaha, tak se z těla vylučuje zvýšené množství taurinu, které nedokáže tělo v dostatečném množství nahradit. V kombinaci s kofeinem a cukrem dokáže stimulovat svalové kontrakce. Taurin je bílá, krystalická látka bez chuti, která je izolována z býčí žluči (latinsky taurus býk), odtud pochází jeho název taurin. (22)

### **5.1.3 Guarana**

Guarana je stimulantem centrální nervové soustavy a působí jako tonikum. (23) Použití rostlinné guarany souvisí s přesvědčením, že guarana má silnější stimulační účinky než káva.

Guarana (Paulinie nápojná) je keř nebo menší strom původem z Venezuely a severní Brazílie. Semena této rostliny obsahují:

- kofein (4-8 %)
- theobromin
- theofylin
- xanthinové alkaloidy
- malé množství oleje a vody

#### **5.1.4 Éterický olej**

Éterické oleje mají mnoho vlastností. Jsou, těkavé, čiré nebo lehce barevné, rozpustné v tucích a vyznačují se intenzivním aroma. Éterické oleje mají antibakteriální, antivirové, antimykotické, antiparazitní, antitoxigenní, antioxidační, antikarcinogenní, sedativní a insekticidní účinky. Také ovlivňují jak fyzický, tak duševní stav jedince. (24)

Složení éterického oleje se může lišit v závislosti na metodě použité k jeho extrakci a mnoha dalších faktorech. Pokud je silice získána metodou destilace, tak závisí především na složení destilované látky, teplotě a délce destilačního procesu. Také kolikrát byla silice destilována. Éterické oleje se skládají z terpenů, alkoholů, fenolů, aldehydů, esterů, ketonů a éterů (24)

#### **5.1.5 Maté Yerba**

Maté Yerba podporuje mozkovou činnost a duševní aktivitu. Uvolňuje periferní krevní cévy, čímž může snížit krevní tlak. Na rozdíl od kávy potlačuje nutkání spánku, má tendenci upravovat spánkové cykly. (25) (26)

Cesmína paraguayská je strom, ze kterého se dále zpracovávají listy pro přípravu nápoje maté. Sušené listy obsahují purinové alkaloidy:

- kofein (1,6 %)
- theobromin (0,3 %)

Dále obsahují fenolické látky, triterpenové saponiny a stopové množství nitrilového glykosidu. Listy jsou bohaté i na minerální látky, jako je draslík, mangan, lithium, a také na vitaminy (kyselina askorbová, thiamin, riboflavin). (25)

### 5.1.6 Kyslíková voda

Voda syčená kyslíkem zvyšuje pozornost a zbavuje únavy. Má také vliv na kognitivní funkce mozku. (27) Pro přípravu kyslíkové vody byla použita kojenecká voda nasycená kyslíkem s výsledným průměrným obsahem O<sub>2</sub> na 70 mg/l.

### 5.1.7 China Gunpowder

China Gunpowder patří mezi čaje Sencha, které obsahují nemalé množství teinu, který zvyšuje schopnost koncentrace a bdělosti. Také napomáhá při hubnutí, a to díky stimulaci organismu a jeho diuretickému účinku. (28) (29)

Na rozdíl od černého čaje zelený neprochází procesem fermentace. Zpracovává se jen sušením, tudíž u něj nedochází ke změnám složení a zachovávají se minerály a vitamíny v maximální možné míře. Čaj obsahuje organické kyseliny, minerální látky (selen, mangan, sodík a hlavně fosfor), vitamíny skupiny B, vitamíny C, E, K a pektin. Ovšem hlavními složkami je:

- tein (2–4 %)
- theobromin
- theofylin
- třísloviny

## 5.2 Možnosti předávkování

U některých funkčních látek obsažených v testovaných stimulantech hrozí možnost předávkování. Hodnoty obsahu jednotlivých funkčních látek a jejich poměry se stimulantů mohou lišit.

### 5.2.1 Kofein

Toxikologie kofeinu je téměř nezávadná, ovšem za smrtelnou dávku se už považuje dávka kofeinu kolem 10 000 mg, to odpovídá množství v 100 až 200 šálků kávy, nebo 60 až 70 energetických nápojů. Kritické množství tedy závisí na tom, kolik mg kofeinu daná potravina obsahuje (tabulka 4). Dlouhodobá vysoká konzumace kofeinu může způsobit dehydrataci, nespavost, podrážděnost, neklid, nervozitu, psychomotorický neklid, nepravidelnou srdeční činnost apod. Akutní otrava se často projevuje pocitem úzkosti, zrychlením srdečního pulsu, neklidem, bolestmi hlavy a závratěmi. Mohou se též objevit halucinace, nebo nucené trvalé močení. U přecitlivělých osob se mohou tyto poruchy projevit dříve, a to už při dávce 250 mg kofeinu, což odpovídá 2 až 4 šálkům kávy, nebo 2 energetickým nápojům. U osob zvyklých na kofein se tyto příznaky mohou projevit už od dávky 1000 mg kofeinu, což odpovídá 8 až 16 šálkům kávy, nebo 6 až 7 energetickým nápojům.

Otázkou tedy je, zda může vzniknout psychická, nebo fyzická závislost na kofeinu, protože při náhlém přerušení konzumace nápojů, potravin obsahující větší množství kofeinu u osob zvyklých na vysoký přísun kofeinu může vést k abstinenčním příznakům. Například k podrážděnosti, neklidu, třesu silným bolestem hlavy, nebo únavě.

Kofein působí přímo na krevní oběh a srdce. Z tohoto důvodu bývá dáván do souvislosti s onemocněními cév a srdce. Ovšem tyto obavy mohou být však neopodstatněné, jelikož řady studií ukázaly, že mírná konzumace kofeinových nápojů, nebo potravin nemá žádný vliv na krevní oběh a ani srdeční činnost se dlouhodobě nemění. Avšak u osob, které na příjem kofeinu nejsou zvyklé, může docházet ke krátkodobému zvýšení krevního tlaku, který se pohybuje v rámci normálního denního kolísání a odeznívá odbouráváním kofeinu v organismu. U osob zvyklých na vyšší příjem kofeinu nemusí docházet ke změně krevního tlaku vůbec. Dokonce i při mírné konzumaci kofeinu u osob se srdečními chorobami zůstává srdeční činnost nezměněna. Při silné denní konzumaci kofeinových nápojů (například více než 6 šálků kávy) a potravin se musí v závislosti na individuální citlivosti počítat s mírnými poruchami srdečního rytmu. (20)

Mezi další negativní projevy předávkování kofeinem patří problémy s ledvinami, protože se jedná o diuretikum, nebo bolest žaludku z důvodu jeho překyselení. Dále kofein zvyšuje odbourávání kalcia v těle. Při akutních projevech intoxikace kofeinem je nutné zajistit postiženého ve stabilizované poloze a vyvolat zvracení. (21)

Tabulka 4 - Obsahy kofeinu (21)

Věc	Množství	Kofein [mg]
Energetický nápoj	500 ml	160
Extrakt z guarany	1 tableta	150
Káva espresso nebo cappuccino	200 ml	120
Filtrovaná káva	180 ml	103
Čaje, pětiminutové louhování	300 ml	80
Panadol Extra	1 tableta	65
Instantní káva	180 ml	57
Yerba Maté	200 ml	50
Horká čokoláda	100 g	43
Čaj, minutu louhovaný	300 ml	40
Pepsi-Cola	360 ml	32
Pepsi-Cola bez cukru	360 ml	30
Coca-Cola	360 ml	30
Mléčná čokoláda	100 g	15
Bílá čokoláda	100 g	0

### 5.2.2 Kyslík

Kyslík se běžně používá při léčbě plicních i mimoplicních chorob ve formě oxygenoterapie či hyperbarické oxygenoterapie (tlak > 1 atmosféra), ale měl by mít i pozitivní vliv na pozornost člověka a snížení pocitu únavy. Při nedostatku kyslíku mohou lidé trpět ztrátou koncentrace, závratěmi, nebo ztrátou vědomí. Kyslík můžeme přijímat například inhalací z kyslíkového koncentrátoru, tlakové lahve, nebo perorálně kyslíkovou vodou. Při nadbytku příjmu kyslíku může nastat hyperoxie, což je nadbytek kyslíku (rozpuštěného v krvi) v organismu, nebo ve tkáních, zpravidla způsobený dýcháním čistého kyslíku. Při lehké hyperoxii osoba pociťuje závratě, má pocit lehkosti v hlavě, nebo otupělost a brnění končetin. Vědomí je zastřené a může nastat jeho ztráta. Často se může vyvinout i strnulost tváří, rtů a zvýšená dráždivost motorických nervů. Při akutní otravě kyslíkem můžou nastat 1 až 2minutové záchvaty křečí, až bezvědomí. Křeče začínají záškuby jemného mimického svalstva a postupně se šíří. Klesá srdeční puls a dýchání se zastavuje při nádechu (apnoe při inspiru). Při přerušení přísunu kyslíku by křeče měly ustát a postižený se vzpamatuje bez zjevných následků. (27) (29)

### 5.2.3 Fruktóza

Celosvětový vzrůst spotřeby sacharidů představuje závažný problém v pandemii obezity, rozvoje metabolického syndromu a kardiovaskulárních onemocnění. Zvýšená spotřeba sacharidů souvisí úzce se změnou stravovacích návyků lidstva. Fruktóza je přijímána nejčastěji ve formě sacharózy nebo vysoko-fruktózového kukuřičného sirupu v potravinách a nápojích. (30) Metabolickými zvláštnostmi, popsány v souvislosti s požíváním fruktózy jsou:

- zhoršená glukózová tolerance
- rozvoj inzulinové rezistence

Jedním z několika pozorovaných jevů byla dysfunkce endotelu. Fruktóza hraje roli při rozvoji hypertenze, na jejímž rozvoji se podílí:

- zvýšenou koncentraci kyseliny močové
- stimulací sympatického nervového systému
- zvýšeným vstřebáváním sodíku ze střeva
- sníženým vylučováním sodíku ledvinami

Při nadměrné konzumaci fruktózy bylo popsáno onemocnění ledvin a jater (hypertrofie ledvin doprovázená nevratnými změnami / nealkoholická steatóza jater). Studie stanovily orientační množství fruktózy, které lze považovat při denní konzumaci za bezpečné na 74 g/den. Sacharidy jako takové nelze zavrhnout, neboť umírněná konzumace nenese žádná zdravotní rizika. (30) Fruktóza je přírodní sacharid, mezi jehož předností patří:

- vyšší sladivost v porovnání s glukózou
- rychlé dodání energie
- nízký glykemický index

#### 5.2.4 Éterický olej

Riziko u éterického oleje může nastat v případě alergické reakce. Toxické projevy se mohou projevit při inhalaci či po požití 100% silice a při nesprávné aplikaci hrozí poleptání sliznic. Při otravě dochází k letargii a špatné koordinaci pohybů, případně až ke ztrátě vědomí. Tyto projevy otravy jsou však ojedinělé a dochází k nim především u dětí. (24)

### 5.3 Měření

Následující kapitola obsahuje popis všech prováděných měření a metodiku jejich provádění, veškeré měření bylo realizováno v prostorách improvizované laboratoře. Testované osoby byly s průběhem měření předem seznámeny.

#### 5.3.1 Metody měření reakcí

Většina specializovaných pracovišť, zaměřujících se na provádění psychologických vyšetření, většinou disponuje jen jednoúčelovými měřicími zařízeními, které slouží k zjištění reakčních časů, ať už na jednoduché (optický, zvukový, nebo taktilní), nebo kombinované podněty. Tyto podněty bývají prováděny v náhodném časovém intervalu a zkoumaná osoba na ně musí reagovat, například stisknutím tlačítka. Optické měření může být zaměřeno na centrální nebo periferní vidění. Příkladem měřicího stanoviště rychlostí reakce periferního vidění je na obrázku číslo 12. Nevýhodou těchto laboratorních měření je to, že zkoumaná osoba čeká, že bude reagovat na předem definovaný podnět, tím pádem se tyto naměřené hodnoty mohou zcela diametrálně lišit od hodnot za reálných podmínek. (19)

Obrázek 12 - Měřicí stanoviště (19)



### 5.3.2 Volba metody

Vzhledem k podmínkám a prostředí, kde měření mohlo probíhat, bylo nutné zvolit nejnáze proveditelnou metodu s nejmenší pravděpodobností chybovosti zkoumaných osob. Dalším ovlivňujícím faktorem byla i samotná mobilita měřicího zařízení. Proto byla zvolena metoda na principu jednoduchého optického podnětu v oblasti centrálního vidění.

### 5.3.3 Postup měření

Měření reakceschopnosti probíhalo následovným způsobem:

- Zajištění stejných laboratorních podmínek
  - Vzhledem k časovým možnostem osob, které se výzkumu účastnily a kritériu měření ve stejnou denní dobu, bylo nutné zajistit mobilitu veškerých měřicích přístrojů. Také bylo nutné zajistit místnost o objemu zhruba 15 m<sup>3</sup> z důvodu měření reakceschopnosti inhalace éterického oleje pomocí difuzéru, čímž se zajistila stejná koncentrace vonné esence.
- Přivedení zkoumaného jedince na měřicí stanoviště
  - Aby bylo možné co nejvíce eliminovat zkreslení měření systolického tlaku, diastolického tlaku a tepové frekvence, bylo nutné provést minimálně pětiminutovou pauzu na ustálení stavu zkoumaného subjektu.
- Vstupní kontrola
  - Dále bylo nutné zajistit, aby všechny zkoumané osoby byly v dobrém fyzickém i psychickém stavu, bez známých kognitivních poruch, nebo jakýchkoliv jiných potíží. Byla provedena kontrola dodržení zákazu požívání potravin, nebo nápojů se stejnými účinnými látkami jako ve zkoumaných stimulantech. Následovalo měření systolického tlaku, diastolického tlaku a srdečního pulsu pomocí tlakoměru Hartmann Veroval (obrázek 13).

Obrázek 13 - Tlakoměr Hartmann Veroval (31)





- Seznámení s měřícím programem
  - Samotné měření reakceschopnosti bylo prováděno na základě zrakového podnětu pomocí počítačové aplikace (obrázek 14), ve které lze provést náhodný počet, nekonečný počet, nebo určitý počet měření. Po zadání jména a příjmení zkoumané osoby bylo možné zahájit měření pomocí stisknutí tlačítka „Start“.

Obrázek 14 - Program na měření rychlosti reakce



Jméno	Příjmení	Opakování	Čas	Typ testu
Karel	Novák	1	0:21	Určený poč
Karel	Novák	2	0:21	Určený poč
Karel	Novák	3	0:19	Určený poč
Karel	Novák	4	0:21	Určený poč
Karel	Novák	5	0:19	Určený poč
Karel	Novák	6	0:19	Určený poč
Karel	Novák	7	0:21	Určený poč
Karel	Novák	8	0:18	Určený poč
Karel	Novák	9	0:23	Určený poč
Karel	Novák	10	0:24	Určený poč

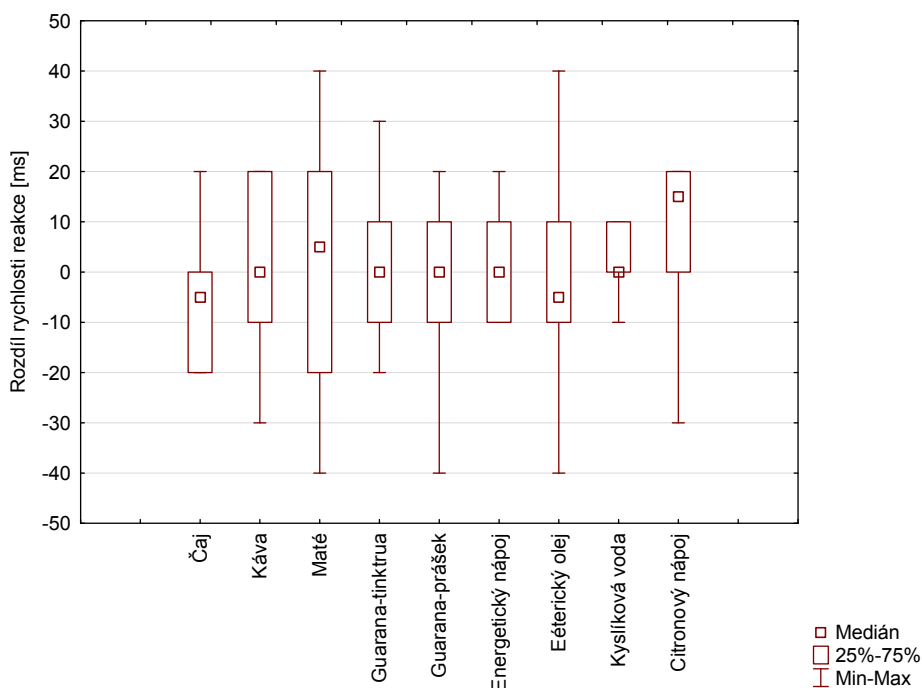
- Měření reakcí
  - Po stisknutí tlačítka „Start“ se v levé polovině okna objevil červený kruh, který měl za úkol odvést pozornost zkoumaného subjektu a spustil náhodné čekání v intervalu od 3 s do 10 s, kdy mohl změnit barvu na modrou (obrázek 14). V momentě, kdy kruh změnil barvu na modrou, spustil se časový odpočet a bylo nutné stisknout tlačítko „Reakce akce“ do 5 s od změny barvy, jinak byl pokus neplatný a bylo nutné měření anulovat. Toto měření bylo nutné provést v 10 opakováních.
  
- Podání látky
  - Po naměření referenčních hodnot byla podána zkoumanému subjektu jedna z 9 stimulačních látek, kterými byly: káva, čaj, maté, guarana tinktura, guarana prášek, energetický nápoj, kyslíková voda, éterický olej a citronový nápoj. Aby bylo možné co nejvíce eliminovat faktory ovlivňující výsledky měření, tak mezi měřeními jednotlivých stimulantů byl minimálně 24 hodinový rozestup, který měl zajistit odbourání účinných látek v těle zkoumaných subjektů.
  
- Měření reakcí
  - Po podání stimulační látky se opět měřila rychlost reakcí. Měření probíhalo v časovém rozestupu 5 minut, 15 minut, 30 minut a 50 minut od podání stimulantu za stejného postupu, jako tomu bylo při měření u referenčních hodnot.
  
- Výstupní kontrola
  - Závěrečným úkonem bylo změření systolického tlaku, diastolického tlaku srdečního tepu a případné zaznamenání subjektivních pocitů zkoumaného objektu po podání stimulantu.

## 6 Výsledky měření a jejich hodnocení

Celkem bylo naměřeno 4506 hodnot ze kterých bylo následně možné zpracovat tato hodnocení.

Graf na obrázku 15 znázorňuje rozdíl rychlostí reakce před podáním a 50 minut po podání stimulantu. Rozdíly ukázaly, že se reakční doba v průměru buď snížila o 5 ms, nebo zvýšila o 15 ms v závislosti na podaném stimulantu (tabulka 5). Z toho vyplývá, že rozdíly jsou minimální, takže žádné.

Obrázek 15 - Krabicový graf rozdílu rychlostí reakce před podáním a po podání stimulantu

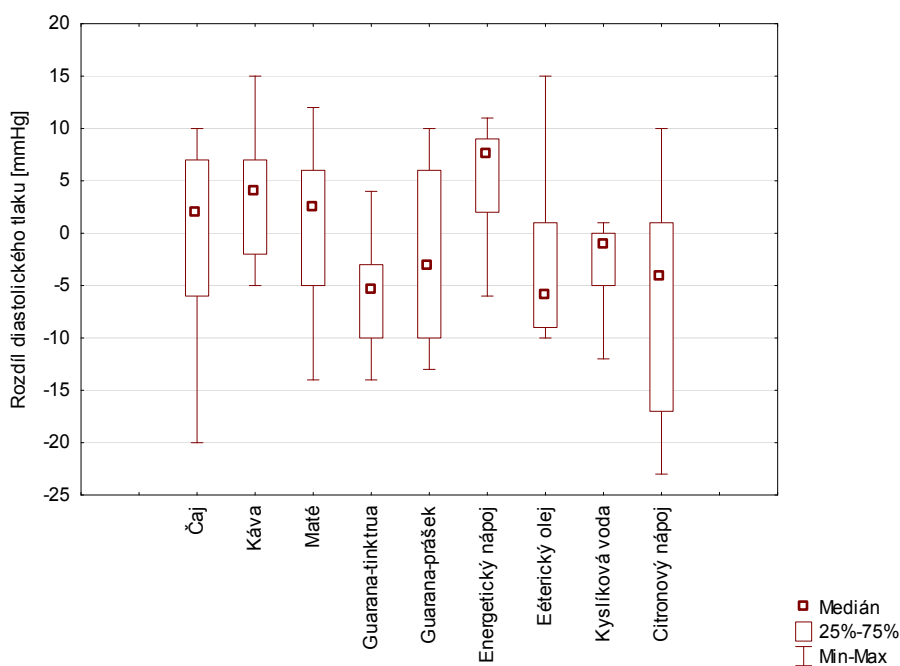


Tabulka 5 - Výsledky rozdílu rychlostí reakce před podání a po podání stimulantu

Stimulant	Rychlost reakce	
	Vliv	Změna [ms]
Čaj	zrychlení	4
Káva	bez vlivu	-
Maté	zpomalení	5
Guarana-tinktura	bez vlivu	-
Guarana-prášek	bez vlivu	-
Energetický nápoj	bez vlivu	-
Éterický olej	zrychlení	5
Kyslíková voda	bez vlivu	-
Citronový nápoj	zpomalení	15

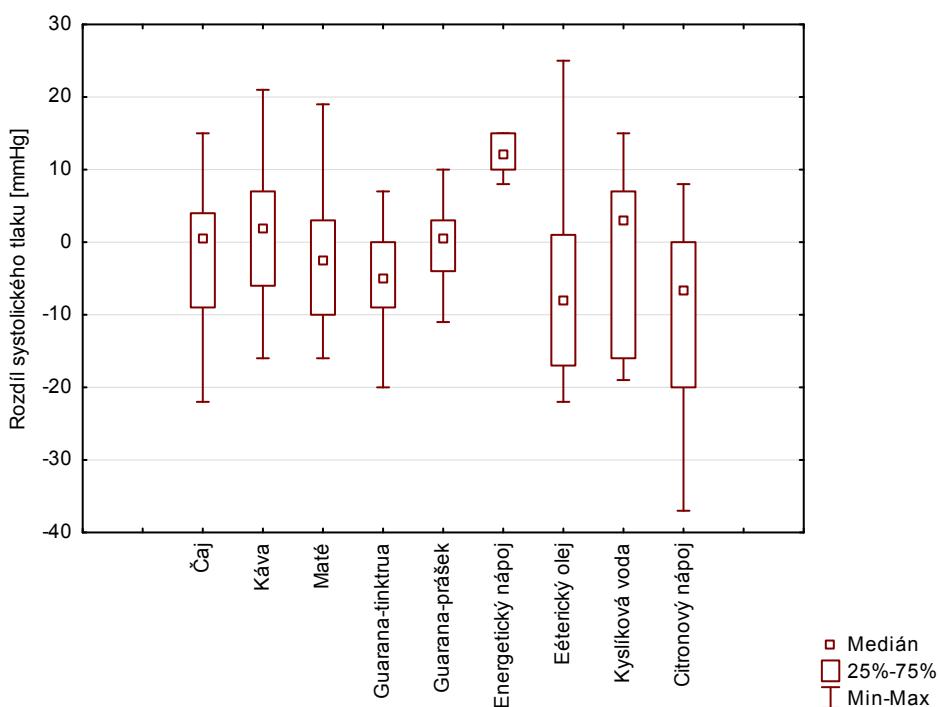
Z následujících grafů na obrázcích 16 až 18 je patrné že některé stimulanty měly vliv na srdeční činnost. Průměrná hodnota diastolického (spodního) krevního tlaku se snížila o 6 mmHg, nebo zvýšila o 7 mmHg v závislosti na stimulantu. Tyto hodnoty už nejsou zanedbatelné, jelikož u osob citlivých na změnu krevního tlaku, nebo trpící hypotenzí, může zvláště snížení způsobit závratě, slabost, poruchu koncentrace, nebo dokonce mohou vést až ke kolapsu.

Obrázek 16 - Krabicový graf rozdílu diastolického tlaku před a 50 min od podání stimulantu



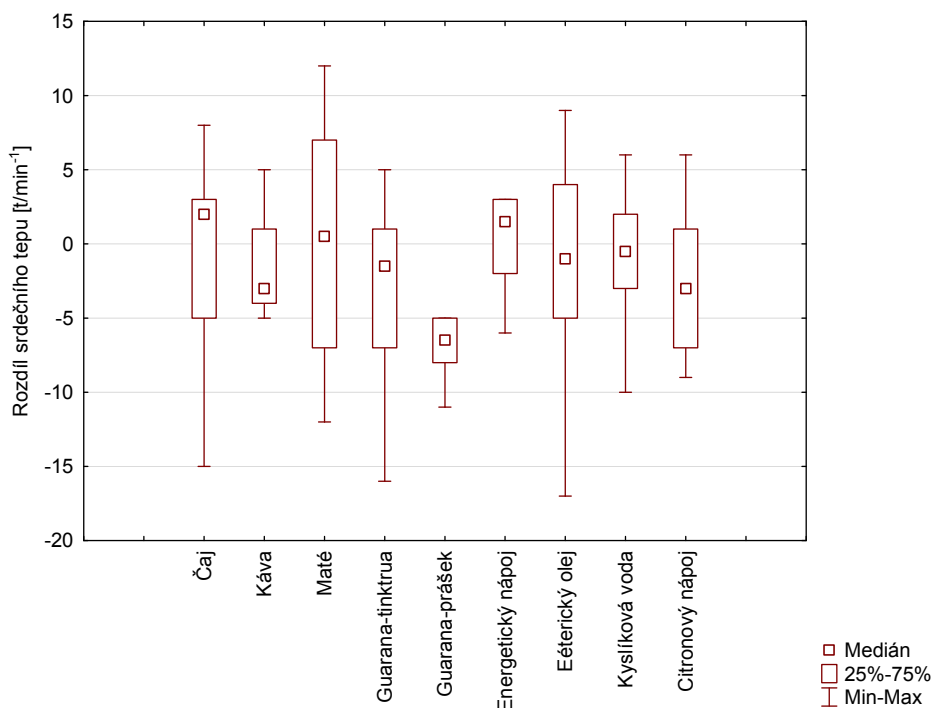
Také je patrné, že průměrná hodnota systolického (horního) krevního tlaku se snížila o 9 mmHg, nebo zvýšila o 12 mmHg opět v závislosti na stimulantu. Tyto hodnoty také nejsou zanedbatelné, ovšem dočasně jsou pro člověka méně nebezpečné, než jako tomu je u diastolického krevního tlaku, kde hrozí i omdlení. A to z toho důvodu, že lidé s hypertenzí většinou užívají léky na snížení krevního tlaku, tudíž na ně stimulanty zvyšující krevní tlak nemusí v tomto ohledu působit. Ovšem u zdravých jedinců, nepožívajících tyto léky, může zvýšení systolického krevního tlaku vyvolat bolest hlavy, bušení srdce, nebo nadměrné pocení.

Obrázek 17 - Krabicový graf rozdílu systolického tlaku před a 50 min od podání stimulantu



Hodnoty u srdečního tepu se změnily minimálně. Buď se srdeční tep zrychlil o 2 úderů za minutu, nebo snížil o 7 úderů za minutu v závislosti na stimulantu. Z toho vyplývá, že stimulanty mají značný vliv na hodnoty systolického a diastolického krevního tlaku. Ovšem vliv stimulantů na reakceschopnost a tepovou frekvenci srdce je naprosto minimální, nebo žádný (tabulka 6).

Obrázek 18 - Krabicový graf rozdílu srdečního tepu před a 50 min od podání stimulantu



Tabulka 6 - Změna srdeční aktivity po 50 minutách od podání stimulantů

Stimulant	Systolický krevní tlak		Diastolický krevní tlak		Srdeční tep	
	Vliv	Změna [mmHg]	Vliv	Změna [mmHg]	Vliv	Změna [t/min <sup>-1</sup> ]
Káva	nárůst	3	nárůst	2	zrychlení	4
Čaj	stagnace	-	nárůst	4	zpomalení	2
Maté	snížení	4	nárůst	3	stagnace	-
Guarana-tinktura	snížení	5	snížení	5	zpomalení	2
Guarana-prášek	stagnace	-	snížení	3	zpomalení	7
Energetický nápoj	nárůst	12	nárůst	7	zrychlení	2
Éterický olej	snížení	9	snížení	6	zpomalení	1
Kyslíková voda	nárůst	4	snížení	2	stagnace	-
Citronový nápoj	snížení	7	snížení	4	zpomalení	4

U některých zkoumaných osob byly zaznamenány neobvyklé subjektivní pocity po požití jednotlivých stimulačních látek.

- Energetický nápoj
  - pocit nesoustředěnosti, bušení srdce, zhoršená koncentrace, zrychlená střevní peristaltika, třes rukou
- Kyslíková voda
  - pocit "lehkosti", zbystření mysli, euforie, brnění konečků prstů
- Éterický olej
  - pocit uvolnění, malátnost
- Guarana – prášek
  - pocit bušení srdce, nevolnost, neklid

## 7 Závěr

Hlavním cílem bylo prokázání vlivu podpůrných látek na reakceschopnost osob. Pro experimentální měření byly vybrány produkty běžně dostupné na českém trhu, například na čerpacích stanicích, nebo v maloobchodní síti. Mezi vybranými byla káva Brasil Mogiana, čaj China Gunpowder, Yerba Maté, tinktura a prášek z plodů Paulinie nápojné, energetický nápoj Monster energy, éterický olej z Vavřínu kubébového, kyslíková voda a nápoj z citronové šťávy s cukrem. Měření probíhalo na testované skupině 10 lidí, 7 mužích a 3 ženách. Věkové rozmezí účastníků výzkumu bylo od 22 do 53 let. Jejich zdravotní stav byl po psychické i fyzické stránce bez patologie, bez známých kognitivních poruch, nebo jakýchkoliv jiných potíží, což bylo prokázáno vyšetřením, zahrnujícím měření systolického tlaku, diastolického tlaku a srdečního pulsu. Všechny testované osoby byly předem podrobně seznámeny s průběhem celého procesu měření.

Rychlost reakce byla měřena na základě optického podnětu v centrální oblasti vidění za pomoci počítačové aplikace. Zkoumané osoby reagovaly stiskem tlačítka na změnu barvy vzorce. Výsledkem testu byly reakční časy. Vedle reakčních časů se měřily i hodnoty systolického tlaku, diastolického tlaku a tepové frekvence srdce.

Měření rychlostí reakcí před podáním jednotlivých stimulantů a následně v jasně daných intervalech po podání ukázalo, že:

- rozdíly před podáním a 50 minut po podání jsou v řádu 10 ms. Tento rozdíl je naprosto nepodstatný vzhledem k tomu, že průměrná naměřená reakční doba je 235 ms.

Závěrečným vyhodnocením naměřených dat se také zjistilo, že podání stimulantů má vliv na srdeční činnost, a to konkrétně na změnu systolického a diastolického krevního tlaku. Tyto změny se nejspíše projeví na subjektivních pocitech testovaných osob po požití jednotlivých stimulantů.

- Největší vliv na změnu diastolického krevního tlaku měl energetický nápoj a éterický olej. To koresponduje i se subjektivními pocity testovaných osob.
  - Nárůst o 12 mmHg u energetického nápoje
  - Pokles o 9 mmHg u éterického oleje
- Na systolický krevní tlak měl největší vliv opět energetický nápoj a éterický olej.
  - Nárůst o 7 mmHg u energetického nápoje
  - Pokles o 6 mmHg u éterického oleje
- V hodnotách tepové frekvence docházelo k naprosto minimálním změnám, tudíž lze soudit, že podání stimulantů na ni má naprosto bezvýznamný vliv.

## 8 Seznam použité literatury

1. LUKEŠOVÁ, Šárka. Jak bojovat s únavou? Interní medicína pro praxi. 2008, 10(11), 536-538. ISSN 1212-7299.
2. KEILOVÁ, Věra. Únava zdravá i nezdravá. Meduňka. 2017, 2017(9), 10-12. ISSN 1214-4932.
3. VRANOVÁ, Vilma. Možnosti samoléčby při zvýšené únavě – co může poradit lékárník. Praktické lékárenství. 2018, 14(3), 135-139. ISSN 1801-2434. Dostupné také z: <http://www.praktickelekarenstvi.cz/>.
4. STEJSKAL, Pavel. Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity. Medicina sportiva bohemia & slovaca. 2011, 20(1), 59-62. ISSN 1210-5481.
5. ŠMOTEK, Michal, Jana KOPŘIVOVÁ a Peter ŠÓŠ. Vliv modrého světla na cirkadiánní systém, spánek a kognitivní výkonnost. Psychiatrie. 2016, 20(1), 29-34. ISSN 1211-7579. Dostupné také z: <http://www.tigis.cz/casopisy/>.
6. Podpora společnosti Volvo. Volvo Cars [online]. Copyright © 2020 Volvo Car Corporation [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <https://www.volvocars.com/cz/support/manuals/s60/2018/podpora-ridice/system-driver-alert/lane-departure-warning-ldw>.
7. Euro NCAP. Ford Driver Alert System [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <https://preview.thenewsmarket.com/Previews/NCAP/DocumentAssets/220990.pdf>.
8. Volkswagen Driver Alert System [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <http://www.volkswagen.co.uk/>.
9. Daimler Communications. Mercedes-Benz Driver Alert System [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <http://media.daimler.com/>.
10. Mobileye [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <http://mobileye.hale.cz/>.
11. ROKYTA, Richard, Dana MAREŠOVÁ a Zuzana TURKOVÁ. Somatologie I. a II: učebnice. Vyd. 3. Praha: Eurolex Bohemia, 2006. Učebnice pro SZŠ a VZŠ. ISBN 80-86861-59-7.
12. Putování mozkem [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: <http://mladazena.maminka.cz/scripts/detail.php?id=420637>.
13. [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: [mladazena.maminka.cz/.../zdravi/zdravi/22b\\_6.jpg](http://mladazena.maminka.cz/.../zdravi/zdravi/22b_6.jpg).



14. MALÝ, Stanislav, KRÁL, Miroslav a HANÁKOVÁ, Eva. ABC ergonomie. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. 386 s. ISBN 978-80-7431-027-0.
15. STRAUS, Jaroslav, Prodloužení reakční doby v závislosti na hladině alkoholu, Praha: Policejní akademie ČR v Praze, Katedra kriminalistiky, 2010. 20s.
16. Sluchový systém [online]. [cit. 2020-03-30]. Dostupné z: [http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a/kapitola\\_21\\_\\_sluchov\\_systm.html](http://www.khshk.cz/e-learning/kurs2a/kapitola_21__sluchov_systm.html).
17. REICHL, Jaroslav.\*\*\*Zorné pole :: MEF. Fyzika :: MEF [online]. Copyright © 2006 [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/488-zorne-pole>. [Online]
18. HAVLÍK, Karel. Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-542-3.
19. KAPLÁNEK, A.: Analýza reakcí řidičů na složené podněty. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2010.90 s. Vedoucí Disertační práce Prof. Ing, Zdeněk Kolíbal, CSc.
20. PETRIKOVÁ, Veronika a Jiří PATOČKA. Káva očima toxikologa. Vojenské zdravotnické listy. 2006, 75(3-4), 120-125. ISSN 0372-7025.
21. PAULEOVÁ, Alena. Droga zvaná kofeín. Zdravie. 1999, 55(3), 50-51. ISSN 0044-1953.
22. BROMOVÁ, Martina, Andrea DALIHODOVÁ, Petra HOLINKOVÁ, et al. Zdravotní rizika energetických nápojů. Prevence úrazů, otrav a násilí. 2010, 6(2), 205-224. ISSN 1801-0261. Dostupné také z: <http://casopis-zsfju.zsf.jcu.cz/prevence-urazu-otrav-a-nasili/>.
23. TEPLÍKOVÁ, Jarmila. Guarana. Meduňka. 2006, (10), 22. ISSN 1214-4932.
24. JADRNÁ, Simona Jadrná. Esenciální oleje v aromaterapii. Pardubice, 2017. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Pardubice, fakultachemicko-technologická, katedra biologických a biochemických věd, 2017-07-09.
25. Liečivé rastliny: =Léčivé rostliny. Bratislava: Herba, 1998-. ISSN 1335-9878. Dostupné také z: <http://herba.sk/index.php?page=liecive>.
26. Moje zdraví: čtení z vaší lékárny. Praha: Angel media, 2003-. ISSN 1214-3871.
27. SUCHÝ, Jiří. Využití hypoxie a hyperoxie ve sportovním tréninku. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2016-9.
28. <https://herbar.milota.com/rostlina/listovy-zeleny-caj-gunpowder-40g-20x2g>, China Gunpowder green 40g(20x2g) LEAF. Herbář Milota [online]. Copyright © 2017 Milota s.r.o. [cit. 18.04.2020].

29. Téma: Toxické vlivy kyslíku, hyperoxie, e-learningové prostředí pro integraci výuky preklinických a klinických předmětů na LF a FZV UP Olomouc. [online]. Dostupné z: <http://pfyziolklin.upol.cz/?p=861>.
30. PAPEŽOVÁ, Klára, Veronika MLČOCHOVÁ a Halina MATĚJOVÁ. Zdravotní rizika nadměrného příjmu fruktózy. Praktický lékař. 2011, 91(7), 385-388. ISSN 0032-6739. Dostupné také z: <http://www.prolekare.cz/prakticky-lekar-archiv-cisel>.
31. <https://veroval.info/cs-cz/produkty/ekg>, Veroval | domácí vyšetření | EKG . Veroval [online]. Copyright © 2020 PAUL HARTMANN AG [cit. 18.04.2020]. Dostupné z: [Online]
32. ŠIDLO, Jozef, Viera OČKOVÁ, A. KOVÁCS, Ľuboš NIŽNANSKÝ a Ján ŠIKUTA. Kofeín – nový samovražedný prostriedok. Alkoholizmus a drogové závislosti. 2016, 51(4), 219-226.
33. STRNADELOVÁ, Vladimíra a Jan ZERZÁN. Únava zdravá i nezdravá. Meduňka. 2017, 2017(9), 16-17. ISSN 1214-4932.
34. PORADA, V. a kol.: Silniční dopravní nehoda v teorii a praxi. Praha: Linde, 2000, s. 86.
35. HYCL, Josef. Změny zorného pole po jednorázovém požití alkoholu. Československá oftalmologie. 1994, 50(6), 377-379. ISSN 0009-059X.
36. BRADÁČ, A., KREJČÍŘ, P., LUKAŠÍK, L., OŠLEJŠEK, J., PLCH, J.: Soudní inženýrství. Akademické nakladatelství CERM Brno 1997.

## 9 Seznam obrázků, tabulek a příloh

Obrázek 1 - Glykogenové zásoby v těle (4).....	7
Obrázek 2 - Volvo Driver Alert Control (6).....	8
Obrázek 3 - Ford DriverAlert (7).....	9
Obrázek 4 - Volkswagen Driver Alert (8).....	9
Obrázek 5 - Mercedes Benz Attention Assist (9).....	10
Obrázek 6 - Mobileye (10).....	10
Obrázek 7 - Mozková centra (12).....	11
Obrázek 8 - Stavba neuronu (13).....	12
Obrázek 9 - Rozdělení reakčního času (15).....	13
Obrázek 10 - Stavba sluchového ústrojí (16).....	14
Obrázek 11 - Zorné pole lidského oka.....	15
Obrázek 12 - Měřicí stanoviště (18).....	23
Obrázek 13 - Tlakoměr Hartmann Veroval.....	24
Obrázek 14 - Program na měření rychlosti reakce.....	25
Obrázek 15 - Krabicový graf rozdílu rychlostí reakce před podáním a po podání stimulantu.....	27
Obrázek 16 - Krabicový graf rozdílu diastolického tlaku před a 50 min od podání stimulantu.....	28
Obrázek 17 - Krabicový graf rozdílu systolického tlaku před a 50 min od podání stimulantu.....	29
Obrázek 18 - Krabicový graf rozdílu srdečního tepu před a 50 min od podání stimulantu.....	29

### Seznam tabulek

Tabulka 1 - Možné příčiny únavy (3).....	5
Tabulka 2 - Možnosti odpočinku (1).....	7
Tabulka 3 - Doba reakce u řidiče (18).....	15
Tabulka 4 - Obsahy kofeinu (20).....	21
Tabulka 5 - Výsledky rozdílu rychlostí reakce před podání a po podání stimulantu.....	27
Tabulka 6 - Změna srdeční aktivity po 50 minutách od podání stimulantů.....	30

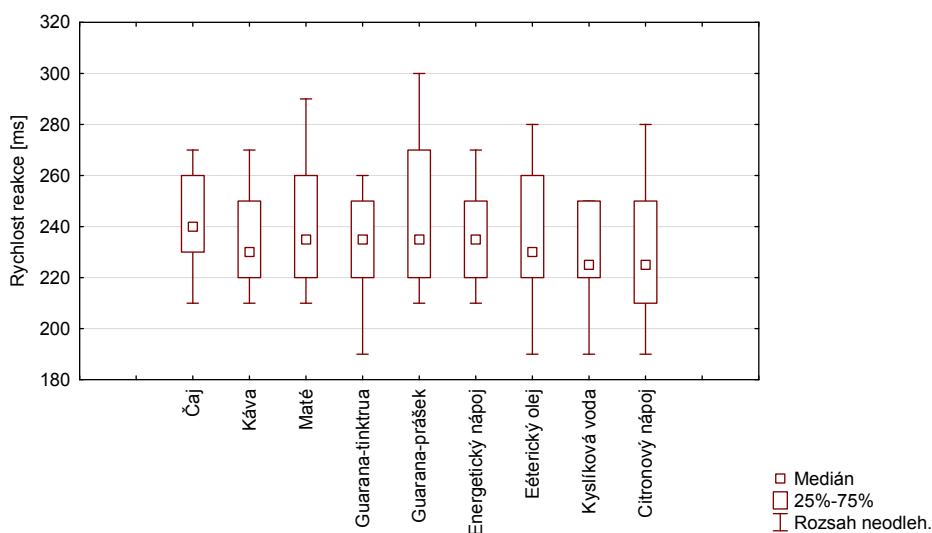
### Seznam příloh

<b>Příloha 1</b>	<b>Rychlosti reakce před a po podání stimulantu</b>	<b>1</b>
------------------	---	----------

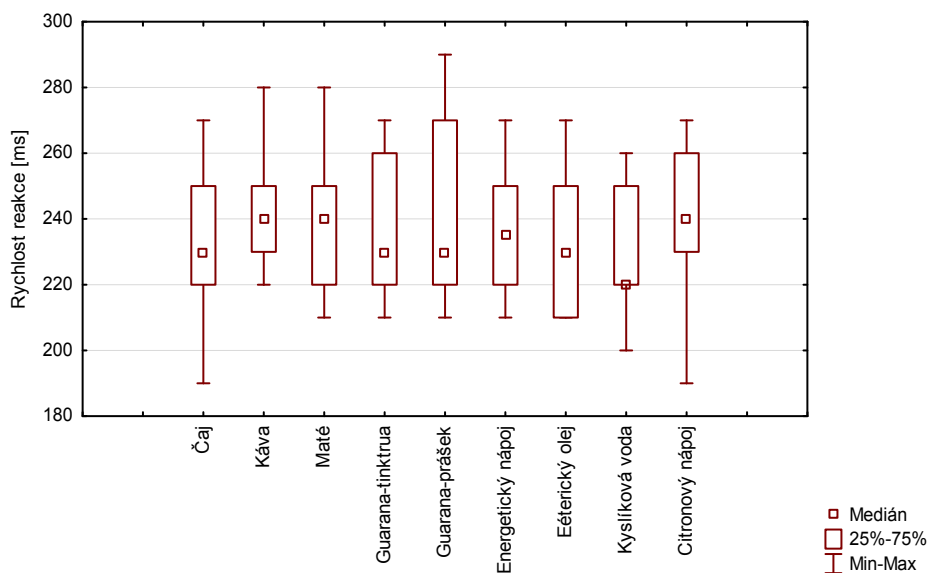
# Přílohy

## Příloha 1

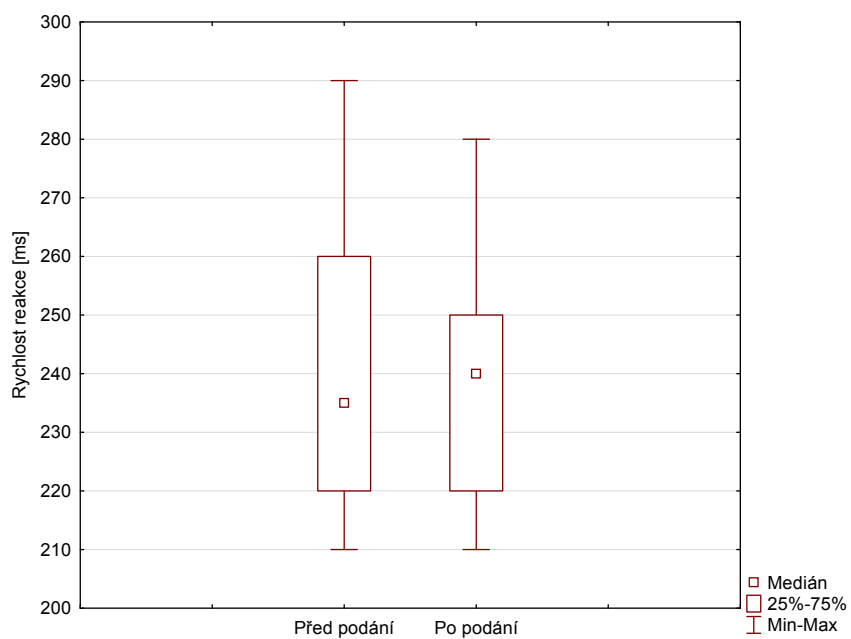
Na tomto krabicovém grafu nalezneme rychlosti reakcí před podáním jednotlivých stimulantů. Naměřená celková průměrná hodnota je 235 ms. Celosvětová průměrná reakční doba by měla být okolo 250 ms.



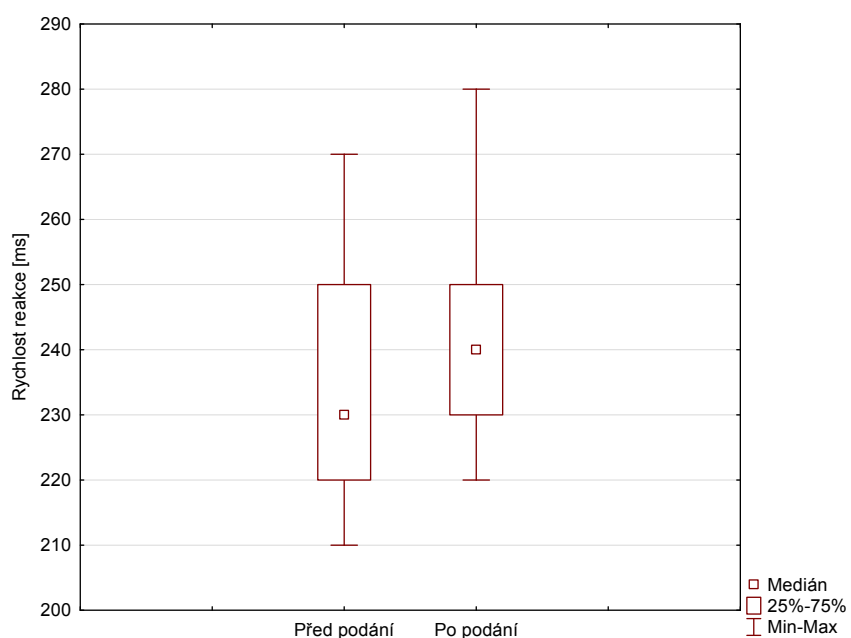
Na tomto krabicovém grafu nalezneme rychlosti reakcí po 50 minutách od podání jednotlivých stimulantů.



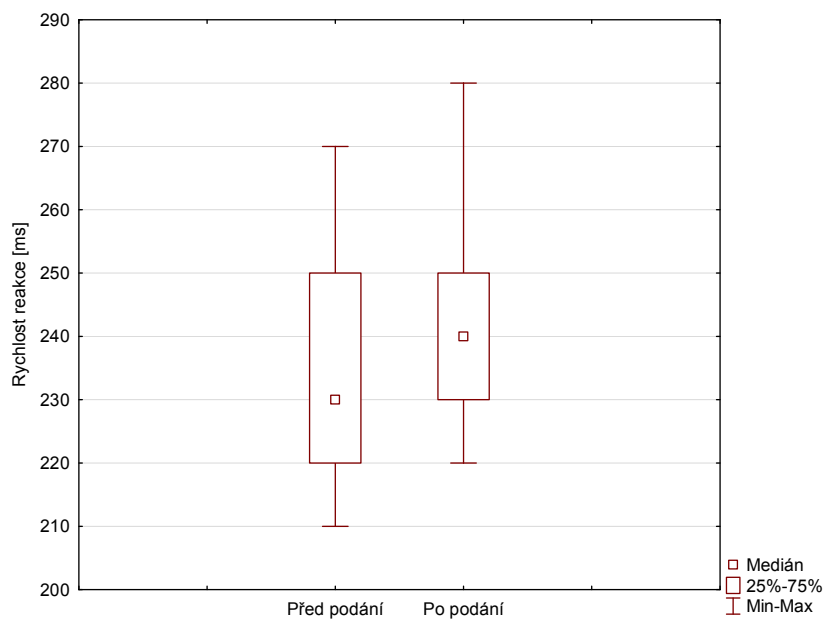
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu Yerba Maté.



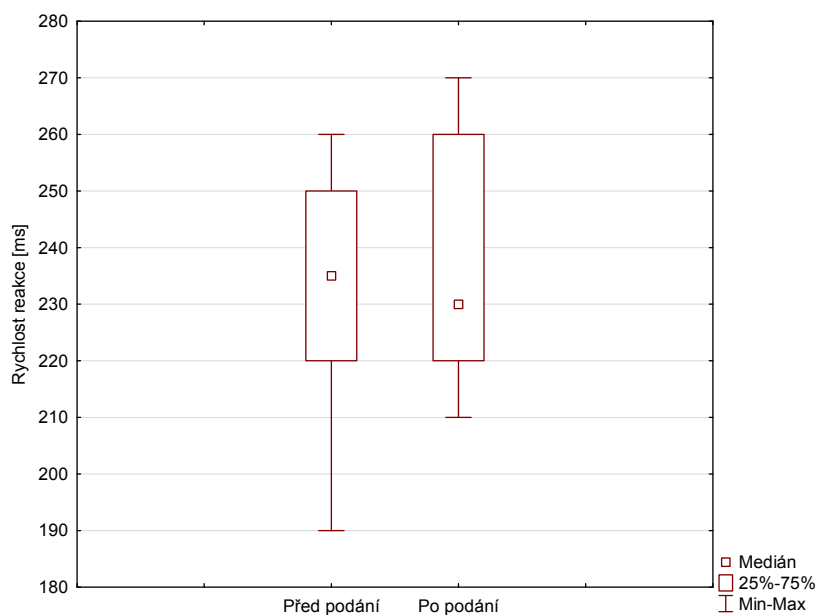
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu kyslíková voda.



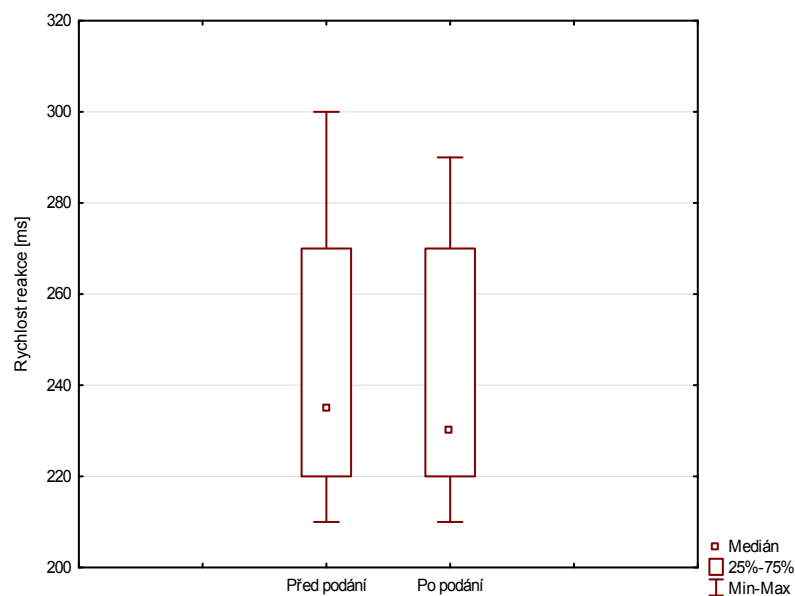
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu káva Brasil Mogiana.



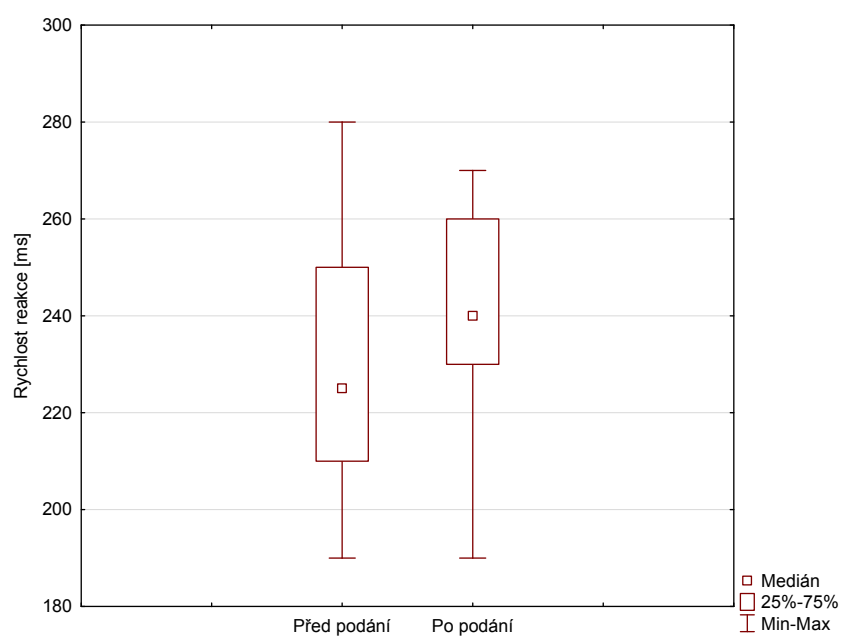
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu guarana - tinktura



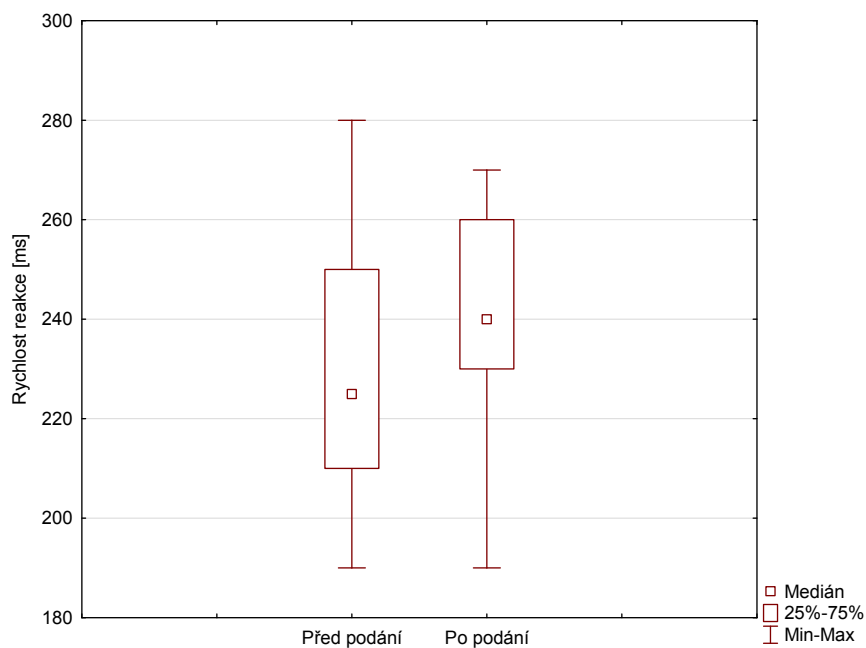
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu guarana – prášek.



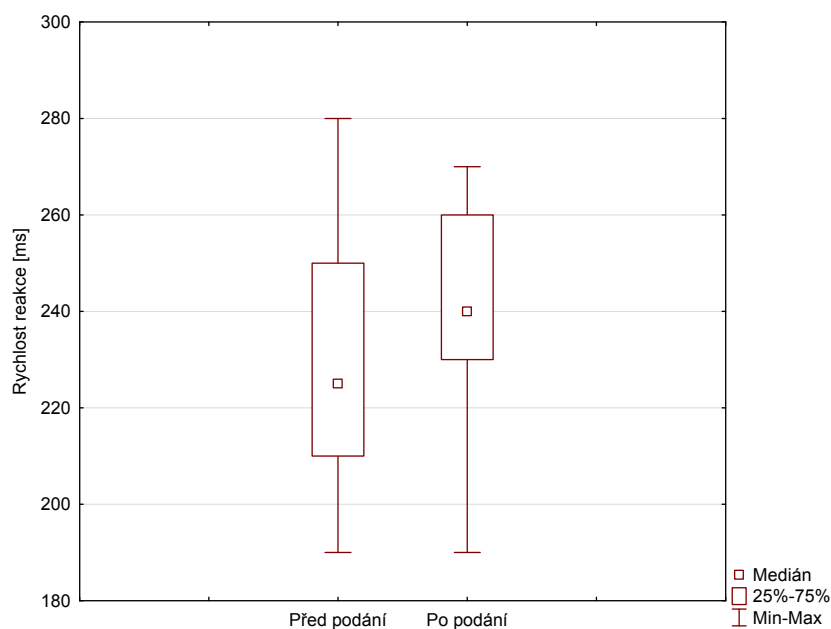
Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu éterický olej Litsea Cubeba



Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu energetický nápoj Monster Energy.



Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu citronový nápoj.





Na tomto krabicovém grafu nalezneme srovnání rychlosti reakcí před podáním a 50 minut po podání stimulantu čaje China Gunpowder

