

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ  
Katedra přírodovědných oborů**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Květen 2017**

**Štěpánka Bezděková**



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta biomedicínského inženýrství  
Katedra přírodovědných oborů**

**Vliv únavy na zrakové funkce**

**The impact of fatigue on visual function**

Bakalářská práce

Studijní program: Biomedicínská a klinická technika

Studijní obor: Optika a optometrie

**Autor bakalářské práce: Štěpánka Bezděková**

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jana Urzová

## Z a d á n í   b a k a l á ř s k é   p r á c e

Student:                   **Štěpánka Bezděková**  
Obor:                      Optika a optometrie  
Téma:                      **Vliv únavy na zrakové funkce**  
Téma anglicky:         The impact of fatigue on visual function

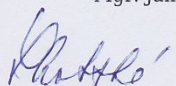
### Zásady pro vypracování:


Student se seznámí s publikovanými poznatky na dané téma (posuzování zrakových funkcí, únava a její vlivy na organismus) a zpracuje rešerši jako teoretickou část svojí práce. Student na základě získaným poznatků vysloví hypotézy týkající se praxe optometristy. Student provede experiment, který by prokázal vliv únavy na zrakové funkce. Jako experimentální skupinu osoby bez refrakční vady a s ní a obě skupiny porovná z hlediska vlivu únavy. Sledované osoby změní několikrát v průběhu téhož dne a dále pak po delší době bez spánku a odpočinku (probudí noc). Výsledky vhodnou formou statisticky zpracuje.

### Seznam odborné literatury:

- [1] KUCHYNKA, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Praha: Grada Publishing, 2007, 812 s., ISBN 978-80-247-1163-8
- [2] POLÁŠEK, J. a kol., Technický sborník oční optiky, ed. 1, Oční optika n. p., Praha, 1997, ISBN SIP-41304/03112-301-05-2
- [3] ROZSÍVAL, P. a kol., Oční lékařství, ed. 1, Galén, Karolínium, 2006, ISBN 80-7262-404-0

Zadání platné do:   11.09.2018  
Vedoucí:             Mgr. Jana Urzová

  
.....  
vedoucí katedry / pracoviště



.....  
děkan

V Kladně dne 20.02.2017

## **Název bakalářské práce: Vliv únavy na zrakové funkce**

### **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce se zabývá vlivem únavy na zrakové funkce. Práce se nejdříve soustředí na vliv únavy na celý organismus a také na symptomy únavy. Dále se věnuje problematice astenopie a únavě akomodace v souvislosti s vlivem na zrakové funkce. Soustředí se i na vliv únavy na zrak řidičů motorových vozidel a pilotů letadel. V neposlední řadě se zabývá únavou, která je spojenou s prací na digitálních zařízeních a popisuje vliv ergonomie a pracovního prostředí na vizuální komfort. K dosažení cílů bakalářské práce bylo provedeno měření na 34 subjektech. Výsledky jsou popsány v experimentální části.

### **Klíčová slova:**

Únava, zrak, zraková únava, zrakové funkce

## **Bachelor's Thesis title: The impact of fatigue on visual function**

### **Abstract:**

The purpose of this study is to investigate the effects of fatigue on visual function. In the first part, the project is focused on human organism and symptoms of fatigue. Secondly, this thesis examines asthenopia and the fatigue of accommodation and its impact on visual function. In a third stage the impacts of visual fatigue on drivers and pilots are investigated. Important part of this project is the visual fatigue associated with digital screens usage and the ergonomics of workplace. Thirty-four subjects participated in the practical part of the project. The results are described in the experimental part of the study.

### **Key words:**

Fatigue, vision, fatigue of vision, visual function

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce za podněty a všem subjektům, které jsem mohla pro svoji práci změřit.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Vliv únavy na zrakové funkce“ vypracovala samostatně a použila k tomu úplný výčet citací použitých pramenů, které uvádím v seznamu přiloženém k práci.

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

V ..... dne .....

.....

podpis

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Únava.....	2
2.1	Tělesná únava .....	2
2.2	Psychická únava.....	2
2.3	Fyziologická únava .....	2
2.4	Patologická únava .....	3
2.4.1	Chronický únavový syndrom .....	3
2.4.2	Deprese .....	4
2.5	Symptomy únavy .....	4
2.6	Vnitřní hodiny.....	5
2.7	Diagnóza únavy .....	5
2.8	Svalová únava .....	5
2.8.1	Zraková únava .....	6
2.9	Astenopie .....	8
2.10	Heteroforie .....	9
2.10.1	Kompenzovaná forie.....	9
2.10.2	Dekompenzovaná forie.....	9
3	Akomodace.....	10
3.1	Pseudoakomodace .....	12
3.2	Poruchy akomodace.....	12
3.2.1	Exces akomodace .....	12
3.2.2	Spasmus akomodace.....	12
3.2.3	Insuficience akomodace .....	13
3.2.4	Obrna akomodace .....	13
3.2.5	Únava akomodace.....	13
4	Zrak řidičů .....	17
5	Syndrom počítačového vidění .....	19
5.1	CVS a modré světlo .....	20
5.1.1	CVS a bolesti hlavy .....	21
5.1.2	CVS a syndrom suchého oka.....	21
5.1.3	Pseudomyopie.....	23

5.1.4	Osvětlení .....	23
5.1.5	Bolesti zad a šíje .....	23
5.1.6	Přenosná digitální zařízení .....	24
5.1.7	Vliv astigmatismu při práci na digitálních zařízeních .....	24
6	Experimentální část .....	26
6.1	Hypotézy .....	26
6.2	Průběh měření .....	26
6.2.1	Měření nepresbyopických subjektů .....	27
6.2.1	Měření presbyopických subjektů .....	34
6.2.2	Měření subjektů po spánkové deprivaci .....	38
6.3	Výsledky měření .....	40
	Diskuze .....	44
	Závěr .....	46
	Seznam použitých zkratk .....	47
	Seznam použité literatury .....	48
	Seznam obrázků .....	51
	Seznam příloh .....	52



# 1 Úvod

V současné době jsou kladeny stále větší nároky na výkon a přesnost. Většina práce se vykonává na digitálních přístrojích a stejně tak i volný čas je velmi často tráven právě u těchto přístrojů. V důsledku toho je vyvíjen tlak na mentální schopnosti člověka a také na udržení pozornosti. Všechny tyto faktory přispívají k celkové únavě organismu, a protože tělo funguje jako celek, tato únava se projevuje i na zrakovém systému.

Zrak je nejdůležitějším lidským smyslem, protože nám umožňuje přijímat až 80 % informací o okolním prostředí. Díky zraku se orientujeme v prostoru, vnímáme světlo, barvy i odstíny a tvary. Je proto velmi důležité o svůj zrak pečovat a jedním z kroků je i předcházet zrakové únavě a diskomfortu.

V této bakalářské práci se chci věnovat vlivu únavy a vyčerpání na zrakové funkce a jejich kvalitu. Stručně se budu věnovat únavě řidičů motorových vozidel a pilotů. Dále se chci zabývat vlivem práce na digitálních zařízeních na celkový stav zrakových funkcí a kvalitu vidění.

Vliv únavy na zrakové funkce má vliv i na praxi optometristy. Jak fyzická, tak psychická únava ovlivňuje reakce, odpovědi a celkovou soustředěnost klienta. Pro správnou refrakci je důležité, aby se klient cítil komfortně a jeho odpovědi byly jednoznačné. Z těchto důvodů je vhodné neprovádět optometristické vyšetření v pozdních odpoledních hodinách. V praktické části chci provést měření, které mi pomůže vyhodnotit vliv únavy na zrakovou ostrost a také míru závažnosti tohoto jevu. Mým cílem je zjistit, jaký vliv má únava na zrakové funkce a v jaké míře se tento vliv projeví u klientů v závislosti na jejich věku.

## 2 Únava

Únavu lidského organismu lze definovat jako pocit vyčerpání, které se projeví poklesem výkonu. Tento pocit vyčerpání může vyústit z fyzické i mentální činnosti a podle toho únavu dělíme na tělesnou a psychickou. [1, 2]

Únava je spojená se změnou aktivit mozkových funkcí, očních pohybů, pohybů hlavy a tonu svalů. Unavený člověk má nižší tělesnou teplotu, nižší krevní tlak a snižuje se jeho činnost srdce i produkce dopaminu. Může se objevit mikrospánek, který trvá 4-5 sekund. [1, 2, 3]

### 2.1 Tělesná únava

Tělesnou únavu lze blíže rozlišit na místní a celkovou. Místní únava se projevuje bolestí svalu a poklesem svalové síly a výkonu. Svalová únava kosterního svalstva je vyvolaná dlouhou nebo opakovanou svalovou kontrakcí. To se projeví změnou prokrvení a snížením pH ve tkáni, snížením zásob glykogenu a zvýšením hladiny kyseliny mléčné, dále dochází ke zvýšení teploty a hypoxii daného svalu. Zvýšení odolnosti kosterního svalstva vůči námaze lze dosáhnout pravidelným tréninkem. [3, 4, 7]

Celková tělesná únava je důsledkem vyčerpání energetických zásob. Má vliv na činnost svalstva, endokrinních žláz a centrální nervové soustavy. Projevuje se prodloužením reakčního času, omezením koordinace a rozsahu pohybu. [4]

### 2.2 Psychická únava

Psychická únava se objevuje při dlouhodobé mentální činnosti a je způsobena vyčerpáním mediátorů na nervových synapsích. Projevuje se především pocitem vyčerpání, ztrátou koncentrace, zhoršením paměti, útlumem myšlení a zhoršenou schopností rozhodování, pocit únavy také charakterizuje nedostatek motivace a dále může docházet k výkyvům emocí. [1, 5, 6, 10]

### 2.3 Fyziologická únava

Je únava, se kterou se setkává každý jedinec v průběhu dne a vzniká přirozeně během fyzické aktivity. Fyziologická únava odpovídá intenzitě předcházející činnosti. Jedná se o obranný mechanismus těla, který pomáhá udržet fyziologickou rovnováhu. Souvisí s poklesem funkcí v důsledku nahromadění metabolických odpadních produktů. Fyzická únava se projevuje omezením možnosti koordinace jemných pohybů, ztrátou rychlosti, poklesem svalové síly. Psychická únava se projevuje pocitem naprostého vyčerpání, ospalostí,

nemožností se koncentrovat a zhoršením paměti. Tyto stavy únavy jsou reverzibilní a odezní po odpočinku. [2, 3, 11]

## **2.4 Patologická únava**

Je taková únava, která neodpovídá předchozí intenzitě činnosti a neodezní po odpočinku. Může vzniknout také jako následek nepřiměřené aktivity bez adekvátní doby na odpočinek nebo opakovaným přehlížením fyziologické únavy a je pak reakcí organismu na přetížení. Patologická únava bývá obvykle doprovázena somatickým nebo psychickým onemocněním a může vyústit v chronický únavový syndrom (CFS). Při akutní patologické únavě se objevují křeče, zrychlený tep i dech, nauzea, bledost, někdy i proteinurie. Při chronické patologické únavě pozorujeme dlouhodobý pokles výkonnosti. Pacient je neklidný a podrážděný, objevuje se nechutenství, poruchy trávicího systému, úbytek hmotnosti, poruchy spánku, apatie a snížení imunity. [10, 11]

Únava je spojen také s řadou psychiatrických onemocnění, kdy je zvýšena potřeba spánku a odpočinku, zejména se to projevuje u neurózy a deprese. „Patofyziologie vzniku únavy je velmi komplexní, liší se podle příčiny únavy a v mnoha případech není dosud uspokojivě popsána.“ [10, 11]

### **2.4.1 Chronický únavový syndrom**

Chronický únavový syndrom (CFS) se projevuje stálou únavou, která neustupuje a výrazně zasahuje do každodenních činností a omezuje život pacienta. Příznaky trvají déle než 6 měsíců a patří mezi ně bolesti hlavy, svalů, poruchy spánku, deprese, úzkost, bolesti šlach, problémy s koncentrací, pamětí a zvýšenou citlivostí lymfatických uzlin. [13]

U pacientů, kterým byl diagnostikován chronický únavový syndrom byly zjištěny odchylky na spánkovém EEG a také snížený počet lymfocytů, ale příznaky jsou velmi nespecifické a normální laboratorní nálezy neprokazují organické onemocnění. Přesná příčina nebyla dosud objasněna, literatura hovoří o virové infekci nebo imunologické odchylce, stresu a minerálové dysbalanci. Statisticky postihuje 1 člověka ze 100 a častěji ženy než muže. [9, 10, 13]

Léčba chronického únavového syndromu je velmi komplikovaná. Je to zčásti způsobeno tím, že dosud není plně objasněna jeho příčina. Celková léčba farmaky musí být doplněna psychoterapií a fyzioterapií. U některých pacientů má dobrý efekt imunomodulační léčba, které posiluje imunitu pacienta. Uplatňuje se látka zvaná ampfligen, jejíž podání by mělo mít vliv na

imunitní systém a působit proti virům. Zkouší se také podávat malé množství glukokortikoidů, které mají vliv na poruchy os hypotalamus-hypofýza-nadledviny a využívají se i tricyklická antidepresiva. [6, 9, 10]

### **2.4.2 Deprese**

Slovo deprese znamená pokles, stísněnost, krizi, stagnaci, sklíčenost. Tato dlouhotrvající psychická porucha se projevuje smutkem, úzkostí, pocity prázdnoty, nepřiměřenými obavami, problémy s rozhodováním, poklesem motivace k činnosti a neschopností koncentrace. Deprese úzce souvisí s únavou, protože hlavními tělesnými příznaky deprese jsou únava, ztráta energie, nechutenství, poruchy spánku a pokles motivace k činnosti. Také neschopnost začít novou činnost je významným příznakem psychické únavy. [5]

Byl prokázán vztah mezi depresí a únavou u zdravých i onkologicky nemocných pacientů, proto je pro zmírnění únavy důležité léčit depresi. Podle Bowera onkologičtí pacienti, kteří se cítili velmi unavení zároveň mnohem častěji trpěli klinickou depresí. [6]

Byl proveden experiment, který prokázal, že pacienti trpící depresí mají mnohem nižší vnímání kontrastu a citlivosti na světlo. Němečtí vědci využili metodu PERG pro měření impulsů ze sítnice do zrakových center mozku. Experimentu se zúčastnilo 80 subjektů, přičemž 40 z nich mělo diagnostikovanou depresivní poruchu a z toho 20 bylo léčeno medikamenty, zbylých 40 subjektů nemělo diagnostikovanou depresivní poruchu. Obě skupiny pacientů s depresí měly výrazně nižší schopnost vnímání kontrastu. Zároveň byl zjištěn vztah mezi mírou deprese a reakcí na podněty. Čím hlubší depresi pacient prožíval, tím méně reagoval na podněty. [8]

## **2.5 Symptomy únavy**

- Fyzické: slabost, ochablost, nedostatek energie, vyčerpání, ospalost, zvýšená činnost srdce, bolesti po celém těle – zejména hlavy a očí
- Psychické: znuďenost, nedostatek motivace, deprese
- Kognitivní: neschopnost koncentrace, zhoršená paměť, ztráta pozornosti, prodloužení reakční doby [10]

## 2.6 Vnitřní hodiny

Únava úzce souvisí s denním rytmem těla. Cirkadiánní rytmus neboli biologické hodiny řídí fyziologické priority denních aktivit včetně spánku, tělesné teploty, trávení a výkonnosti. Z těchto důvodů má únava přímý vliv na pozornost, náladu, motivaci a výkon. Mozek a tělo se řídí těmito vnitřními cykly, které jsou v konfliktu s vnějšími nastavenými požadavky, například pracovním harmonogramem. [38]

Během 24hodinového cyklu má lidské tělo v určitých časech větší potřebu spánku než v jiné době – je to přibližně od půlnoci do čtvrté ranní hodiny a pak od druhé do čtvrté hodiny odpoledne. Proto je přirozené v těchto časových intervalech pociťovat výkonnostní útlum. [38]

## 2.7 Diagnóza únavy

Diagnostika únavy je velmi obtížná, protože se jedná především o subjektivní příznak. Před stanovením diagnózy chronického únavového syndromu je pacient podroben řadě vyšetření. Je třeba provést krevní testy, jaterní testy, vyšetřit moč. [10]

Progrese únavy byla zkoumána na testu bdělosti. Při tomto testu se vyšetřovaný soustředí a musí reagovat na nastalé události, například monitorování bezpečnostní kamery. Výzkum prokázal, že období normální funkce se střídá s obdobím krátkého výpadku - kdy nedojde k reakci na signál, nebo je reakce velmi pomalá. Únava je tedy výsledkem interakce deaktivčních a kompenzačních procesů. Z toho vyplývá, že člověk, který si všimne počínající únavy ji může kompenzovat zvýšeným duševním a fyzickým úsilím. Tato snaha vede k neustálému kolísání výkonu. [38]

## 2.8 Svalová únava

Svalová únava je obranným mechanismem organismu před vyčerpáním a poškozením svalové tkáně. Impulsy z neurosvalové ploténky pošlou signál o přetížení svalu, aby se předešlo nevratnému poškození tkáně. Únava se projeví zmenšením až úplným vymizením svalových kontrakcí. Příčinou svalové únavy je nahromadění metabolitů ve svalech, vyčerpání zdrojů energie, hlavně ATP. Při dlouhodobé práci svalu dochází dále k poklesu glykemie a svalového glykogenu. [12]

### 2.8.1 Zraková únava

Únava zraku se projevuje především subjektivními pocity a je těžko měřitelná. Mezi typické příznaky patří bolesti a točení hlavy, které může vyústit do migrény, bolesti nitrooční oblasti, bolesti retrobulbární oblasti, nadměrné slzení, pálení, řezání, štípání, rozmazané vidění, diplopie, celková únava a slabost, podrážděnost. Tyto pocity obvykle nastávají po dlouhodobé zrakové námaze. Doba, za kterou se objeví, se liší individuálně. Rychlejší nástup mívají zpravidla při špatné korekci a také při odchylce zrakových os a binokulárních anomáliích. [15, 16, 17, 18]

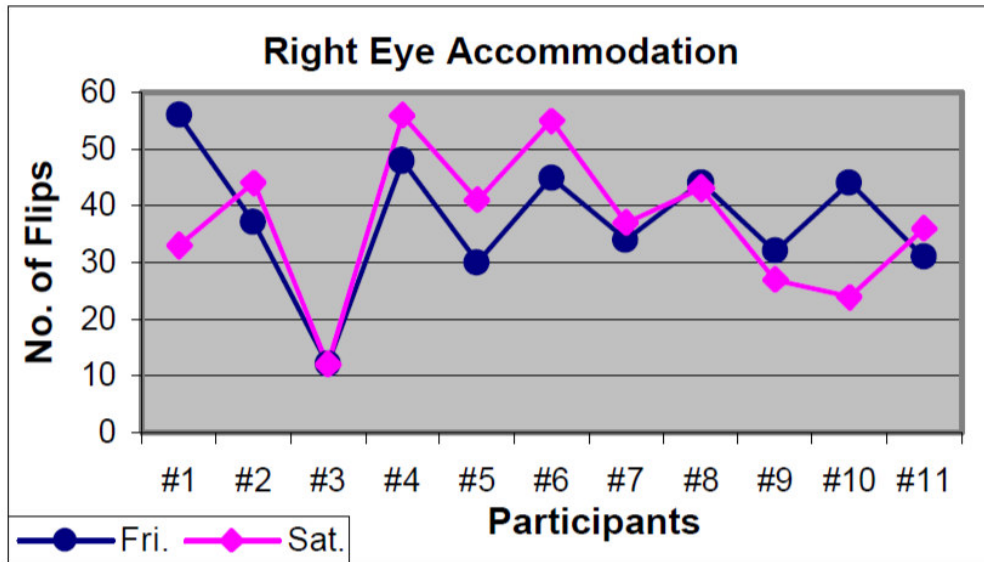
Rozeznáváme šest extraokulárních svalů a tři intraokulární. Mezi extraokulární patří m. rectus medialis, m. rectus lateralis, m. rectus superior, m. rectus inferior, m. obliquus superior a m. obliquus inferior. Tyto svaly se řadí ke kosterní svalovině, která podléhá únavě. Intraokulární svaly jsou m. sphincter pupillae, m. dilatator pupillae a m. ciliaris. M. sphincter pupillae a m. dilatator pupillae se řadí mezi hladkou svalovinu, která nepodléhá únavě a m. ciliaris se řadí k přechodné formě svaloviny. Z toho vyplývá, že nejvíce únavě podléhají okohybné svaly, částečně ciliární sval a žádnou únavu nepozorujeme u svalů duhovky. [15, 16, 17]

Na univerzitě v Quebecku byl proveden experiment vlivu různého typu tělesné aktivity na zrakové funkce. Experimentu se účastnilo 31 atletů, jejichž průměrný věk byl 23 let. Po dobu experimentu byli atleti podrobováni krevním testům a byla měřena jejich tepová a dechová frekvence. Atleti prováděli tři typy cvičení, a to – běh na běžícím páse, aerobní cvičení a aerobní cvičení se zátěží. Tento experiment byl prováděn v průběhu jednoho týdne během tří dnů. Výsledkem tohoto experimentu bylo, že tělesná námaha neovlivnila percepce zúčastněných. Z těchto výsledků vyplývá, že mladí a zdraví jedinci dokážou únavu velmi dobře zvládat a že trénovaní atleti mají vyšší toleranci pro nahromadění kyseliny mléčné ve svalech. [19]

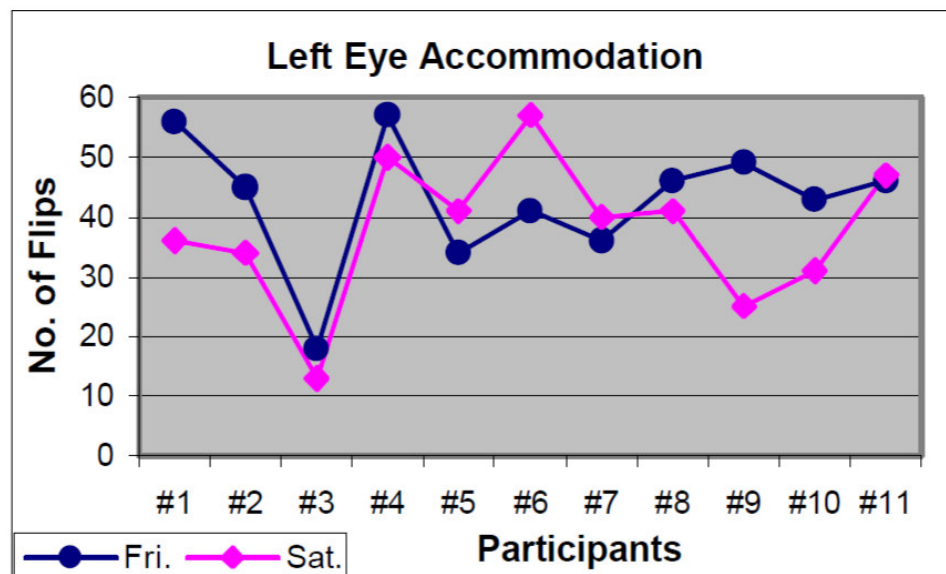
Saldanha provedl experiment, ve kterém nezaznamenal změnu zrakové ostrosti subjektů před a po měření, ale únava se projevila na rostoucím množství chyb, které vykonávali při zrakově náročném úkolu. [20]

Vliv spánkové deprivace na zrakové funkce byl měřen na 11 subjektech, kteří nespali 24 hodin. Vybraní subjekti byli studenti ve věku 19 až 23 let. Studenti nesměli konzumovat alkohol, kofeinové nápoje, ani hrát počítačové hry. Experiment se soustředil na měřenívergence a akomodace. Byl proveden test blízkého bodu konvergence a test akomodační facility, který probíhal za pomoci fliprů se střídavým předsazováním -2/+2 dpt. Výsledky testů

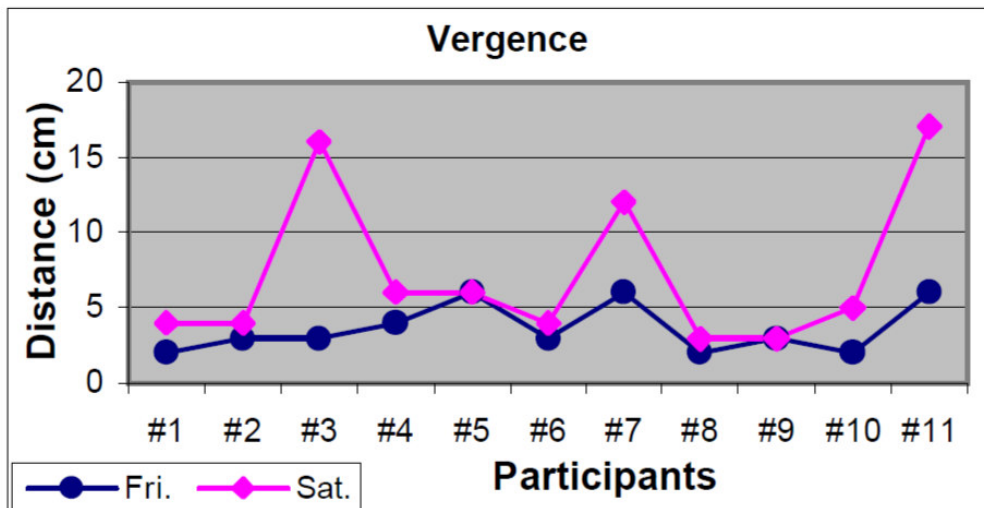
jsou zaznamenány v následujícím grafu. Prokázalo se, že únava má větší vliv na vergenci, která je zprostředkovávána kosterní svalovinou než na akomodaci. Vzdálenost blízkého bodu konvergence se až zdvojnásobila. [21]



Graf 1: Měření akomodace pravého oka. Modrá křivka znázorňuje počet cyklů, kterých měřené osoby dosáhly první den měření a fialová křivka zaznamenává výsledky po 24 hodinách bez spánku. [21]



Graf 2: Měření akomodace levého oka. Modrá křivka znázorňuje počet cyklů, kterých měřené osoby dosáhly první den měření a fialová křivka zaznamenává výsledky po 24 hodinách bez spánku. [21]



Graf 3: Měření vergence. Modrá křivka představuje blízký bod konvergence daného subjektu před spánkovou deprivací a fialová křivka značí blízký bod konvergence stejného subjektu po 24 hodinách bez spánku. [21]

Za akutní spánkovou deprivaci je považován stav, kdy je dotyčný 17 a více hodin bez spánku. Studie, která porovnávala výsledky testu pozornosti řidičů po spánkové deprivaci vůči řidičům s 0,5 % alkoholu v krvi, odhalila, že jejich výsledky jsou velmi podobné. Nedostatek spánku výrazně narušuje pozornost, ovlivňuje rychlost reakční doby a přesnost pohybů podobně jako alkohol. [34]

## 2.9 Astenopie

Astenopické obtíže se projevují celkovým zrakovým nepohodlím, objevují se bolesti hlavy, bolesti v oblasti nadočnicových oblouků, pálení a řezání, oteklé oči, zarudnutí očí, neostré vidění. Příčinou je nesprávná korekce a také nedostatečné mrkání, které vede ke ztenčení slzného filmu. Dále tyto obtíže souvisí s dlouhodobou prací na jednu vzdálenost, jednostranným namáháním svalů a strnulým držením těla, psychickou námahou bez potřebného odpočinku. [14]

Okohybné svaly se řadí mezi kosterní svalovinu, která podléhá únavě. Proto při dlouhodobé námaze okohybných svalů se projevuje únava konvergence. Ciliární sval tvoří přechodnou formu mezi hladkou a kosterní svalovinou, proto podléhá únavě částečně. Únava ciliárního svalu se projeví jako únava akomodace. [10, 15]



Při práci na blízko u digitálních zařízení hraje důležitou roli také oslnění, kontrast, zrcadlení, třes obrazu. K předcházení astenopických obtíží je důležité zajistit správnou korekci očních vad, optimální pracovní podmínky a dostatečné přestávky na regeneraci svalů. Literatura ideálně doporučuje dělat přestávky typu 20/20/20, což znamená vyhradit si čas na odpočinek očí po 20 minutách práce na blízko, zadívat se na 20 sekund na objekt vzdálený 20 stop (6m). [15, 16]

## **2.10 Heteroforie**

Heteroforie neboli skryté šilhání je porucha binokulární fixace, která se projevuje změnou vzájemného postavení očí při narušení fúze. Je způsobena poruchou okoohybných funkcí a má výrazný vliv na zrakové pohodlí a zrakovou únavu. Okoohybné svaly se snaží neustálou námahou navodit přirozené postavení očí neboli ortoforii, která se vyznačuje paralelním postavením os obou očí při pohledu do dálky a bezchybnou konvergencí při pohledu do blízka. [40, 41, 42]

### **2.10.1 Kompenzovaná forie**

Šilhání osoby trpící heteroforií není zjevné, protože je kompenzováno zvýšenou činností okoohybných svalů. Vergenční systém zvládne heteroforii kompenzovat sám a pacient netrpí žádnými symptomy. [40, 41, 42]

### **2.10.2 Dekompenzovaná forie**

Okoohybné svaly již nejsou schopny kompenzovat heteroforii. Nadměrná námaha vergenčního systému vyvolává astenopické obtíže a rychlou únavu zraku. Při nadměrné námaze zrakového systému, který již není schopen vadu kompenzovat dochází k dvojitému vidění, problémům s prostorovým vnímáním a astenopickým obtížím. [40, 41, 42]

### 3 Akomodace

Akomodace je nepodmíněný reflex, který zajišťuje ostré vidění předmětů, které se nachází v různé vzdálenosti před okem díky změnám mohutnosti optického systému oka. Je řízena vegetativním nervstvem, sympatikem a parasympatikem. Akomodace se účastní ciliární sval řasnatého tělíska, závěsný aparát čočky a čočka. Parasympatické nervy zajišťují kontrakci ciliárního svalu. Parasympatické nervy dále aktivují funkce m. sphincter pupillae a slzné žlázy. Sympatické svaly navozují relaxaci ciliárního svalu a aktivují funkci m. dilatator pupillae. Mechanismus akomodace se u jednotlivých živočichů liší. U lidí je akomodace zajišťována změnou zakřivení oční čočky. Při pozorování blízkých předmětů je míra akomodace větší a oční čočka má větší zakřivení. Maximální zakřivení oční čočky je při pozorování předmětu ve vzdálenosti asi 15 cm od oka = blízký bod akomodace. Akomodační reflex má latenci 0,37 sekundy. [15, 16, 17]

Akomodační schopnosti klesají s věkem. Vlivem stárnutí se snižuje elasticita oční čočky, která má vliv na úbytek akomodačních schopností. Akomodační šíře vyjadřuje rozdíl vzdáleností mezi blízkým a dalekým bodem v dioptriích. Největší akomodační šíře je v dětství, kdy činí 16 dioptrií. Přibližně kolem třicátého roku klesá na 6 dioptrií a v šedesáti letech je to pouze 1 dioptrie. [16]

Přesná fyziologie akomodace zatím nebyla zcela objasněna. Nejznámější teorie akomodace jsou:

- teorie Helmholtzova
- teorie podle Schachara a Tscherninga
- teorie Colemanova
- teorie Goldberogova

#### **Helmholtzova teorie**

Tuto teorii formuloval Hermann von Helmholtz (1821-1894) a vysvětlil, že při procesu akomodace se ciliární sval kontrahuje (pohybuje se dopředu a dovnitř) povolí se napětí zonulárních vláken. Čočka se následně díky elasticitě pouzdra vyklene a tím změní svoji optickou mohutnost. Proces akomodace tedy znamená kontrakci, která přispěje ke zmenšení

ciliárního svalu a uvolnění závěsného aparátu čočky. Po skončení akomodace se ciliární sval uvolní a zaujme svoji původní velikost, napětí zonulárních vláken se zvýší a čočka nabyde svého relativně plochého stavu. Tato teorie však nevysvětlovala vyklenutí pouze přední plochy čočky. To vysvětlil Finchman v roce 1973. Čočka se vyklene v centrální části, protože zde je tenká. Periferní části pouzdra jsou tlustší, proto zde čočka zůstává pevnější a nemění svůj tvar. Nejtenčí a nejslabší je čočka v oblasti zadního pólu, ale zde se nemůže vyklenout, protože je zde již maximálně vyklenuta před akomodací.

Čím je pouzdro tlustší, tím méně se vyklene. Při akomodaci se projevuje vliv parasymptiku, který zajišťuje kontrakci ciliárního svalu. Proto, aby předmět, který se přibližuje k oku zůstal zaostřený, je potřeba častějších parasymptických impulsů. [15]

### **Teorie podle Schachara a Tscherninga**

Schachar svoji teorii formuloval v roce 1993 a na rozdíl od Helmholtze předpokládal aktivní spolupráci mezi ciliárním svalem a závěsným aparátem. Schachar předpokládá přibližní ekvátoru čočky ke sklěře. (Helmholtz předpokládá pasivní uvolnění závěsného aparátu a oddálení ekvátoru čočky od skléry.) Tscherning předpokládal ještě větší účast sklivce. [15]

### **Teorie podle Colemana**

Coleman ve své teorii v roce 1986 předpokládal, že závěsný aparát čočky a přední část sklivce tvoří diafragmu mezi přední komorou a sklivcovým prostorem. [15]

### **Teorie podle Goldberga**

Teorie doktora Goldberga byla publikována v roce 2011. Ve své teorii zahrnuje reciprokou zonulární činnost, kdy při akomodaci dochází ke kontrakci ciliárního a zároveň uvolnění předních zonulárních vláken a napnutí zadních zonulárních vláken. To má za následek zvýšení lomivosti oční čočky. Při relaxaci ciliárního svalu se uvolní zadní zonulární vlákna a napnou se přední zonulární vlákna. Čočka se oploští silou přední zonuly. [22]

### **3.1 Pseudoakomodace**

Pseudoakomodace není dynamický proces, ale naopak statický stav, nepodílí se na ní ciliární sval. Podílí se na ní myopie, astigmatismus a úzká zornice. [15]

### **3.2 Poruchy akomodace**

Fyziologické poruchy akomodace jsou takové, které vznikají vlivem stárnutí. Fyziologický úbytek akomodace se nazývá presbyopie a objevuje se kolem 40 let. Mezi patologické poruchy akomodace patří akomodační exces, akomodační spasmus, insuficience akomodace, obrna akomodace. [23]

#### **3.2.1 Exces akomodace**

Exces akomodace neboli nadměrná akomodace vzniká především u lidí mladšího věku při dlouhé námaze očních svalů, například při čtení nebo jemné práci na blízko. Podíl na vzniku akomodačního excesu má také nevhodné osvětlení a nesprávná korekce refrakční vady. [15, 23, 24]

Exces akomodace vede k nadměrné konvergenci a arteficiální myopii, kterou doprovází astenopické obtíže. Akomodační exces lze vyřešit správnou korekcí, vhodnou úpravou pracovního prostředí a dále se užívají cykloplegika. [23, 24]

#### **3.2.2 Spasmus akomodace**

Spasmus akomodace se projevuje myopizací a makropsií, vzniká v důsledku nekorigované nebo podkorigované hypermetropie nebo presbyopie a také při lokální infekci, iridocyklitidě, intoxikaci morfinem či při užívání neurotik. Je výsledkem dlouhodobého přetížení akomodace. Ciliární sval je v křeči a není schopen se uvolnit. Spasmus nejčastěji vymizí spontánně, v opačném případě se řeší cykloplegií atropinem a správnou korekcí. [23, 24]

### **3.2.3 Insuficience akomodace**

Týká se nejčastěji myopických pacientů nebo emetropů před 40. rokem, kteří trpí předčasnou presbyopií. Ta je zapříčiněna patologickými změnami čočky nebo ciliárního svalu. Při insuficienci akomodace dochází ke snížení akomodační amplitudy o 2 a více dioptrií než odpovídá věku pacienta. Řešení nabízí presbyopická korekce a aktivní cvičením akomodace. [23, 24]

### **3.2.4 Obrna akomodace**

Obrna akomodace vede ke zhoršení visu do blízka. Presbyopičtí a myopičtí pacienti poruchu vidění do blízka nezaznamenají. Příčinou bývá úraz oka, užití cykloplegik, vaskulární léze, alkoholismus, diabetes, trauma CNS, infekce. Při léčbě je důležité léčit příčinu. Předepisuje se také presbyopická korekce. [23]

### **3.2.5 Únava akomodace**

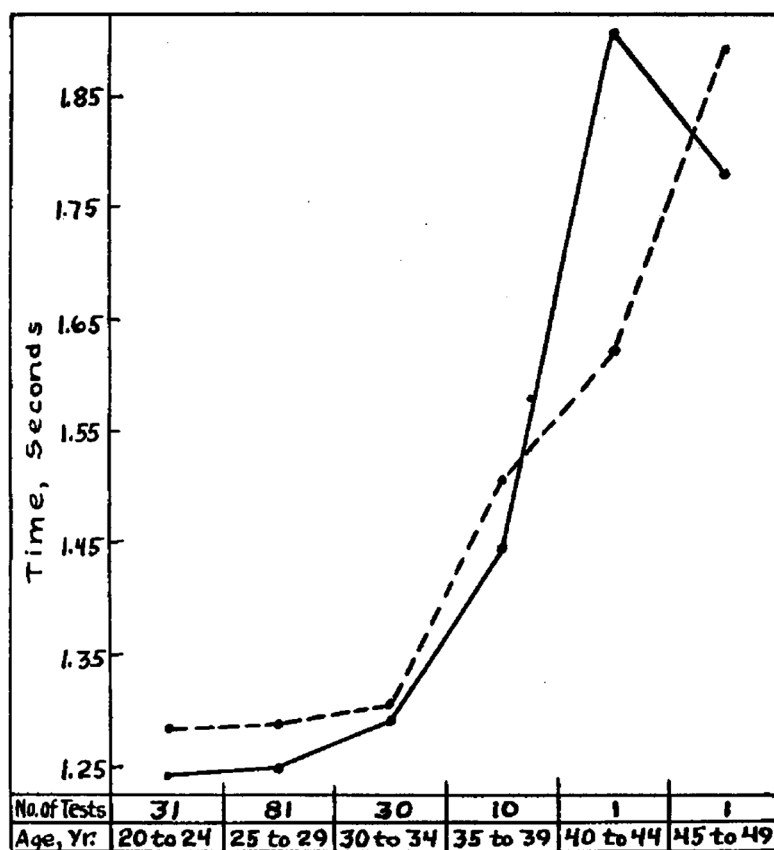
Únava akomodace souvisí s dlouhodobou námahou ciliárního svalu. Ciliární sval představuje přechodnou formu svalu, proto jsou jeho funkce částečně unavitelné. Vysoké nároky na akomodaci jsou kladeny při dlouhodobé práci do blízka. Mezi faktory, které ovlivňují akomodaci, patří také správná korekce – nadměrnou námahu vyvolává nedokorigovaná hypermetropie nebo překorigovaná myopie a nekorigovaná presbyopie. Hypermetropické oko je neustále nuceno využívat ciliární sval pro zaostřování. V důsledku neustálé kontrakce ciliárního svalu se objevují bolesti a astenopické obtíže. Myopické oko není nuceno využívat ciliární sval, proto k jeho únavě nedochází. Může se ale vyskytnout únava orbitookulárního svalu a diskomfort z námahy při mhouření víček pro zostření dalekých předmětů. U překorigované myopie nastávají stejné obtíže jako u nedokorigované myopie. Akomodační amplituda nabývá normálních hodnot, ale akomodační odpověď je zpožděná. [15, 17]

V roce 1976 Cameron ve svém experimentu prokázal, že nekorigovaná presbyopie není významným činitelem způsobující oční diskomfort a bolesti hlavy na 50 presbyopických pacientech. Jen 6 subjektů si stěžovalo na nekomfort a bolesti spojené s větší zrakovou námahou při práci na blízko. [15, 17, 18]

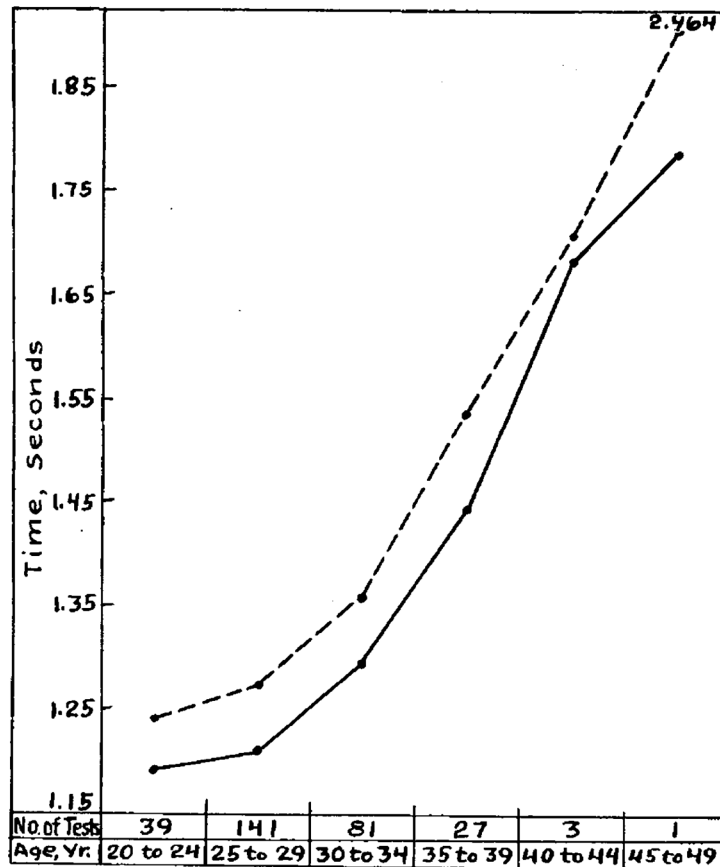
Dále byly zkoumány faktory jako je intenzita osvětlení a teplota okolního prostředí. Byla prokázána souvislost mezi intenzitou osvětlení a zrakovou únavou, a to tak, že se zvyšující

se intenzitou osvětlení se zmenšuje zraková únava. Při nepřiměřené úrovni osvětlení je vyvíjen tlak na oční svaly. Následkem trvalého tlaku a akomodačního úsilí je zraková únava a bolesti hlavy, které mají vliv na kvalitu spánku. Vztah mezi zrakovou únavou a kvalitou spánku je reverzní, čím menší je zraková únava, tím kvalitnější je spánek. Hygienické požadavky na osvětlení pracovišť jsou popsány v nařízení vlády ČR č. 361/2007 Sb. [29]

C. J. Robertson provedl experiment na pilotech, které rozdělil do pěti skupin podle věku a testoval rychlost jejich akomodační odpovědi za normálního stavu a po jedné až čtyřech hodinách letu. Dle jeho výsledků má vliv na rychlost akomodační odpovědi věk, refrakční vady a únava. Jeho výsledky jsou znázorněny v následujících grafech. Se zvyšujícím se věkem je vliv únavy na rychlost akomodační odpovědi výraznější. [30]



Graf 4: Rychlost akomodační odpovědi – normální stav (nepřerušovaná křivka) a po jedné hodině letu (přerušovaná křivka) [46]



Graf 5: Rychlost akomodační odpovědi – normální stav (nepřerušovaná křivka) a po pěti hodinách letu (přerušovaná křivka) [46]

V následující tabulce je zaznamenána rychlost akomodační reakce při změně pohledu z blízka do dálky. Výsledky vpravo od linie jsou považovány za patologické. Patologické stavy byly způsobeny: akomodační nedostatečností, heteroforií, nižší zrakovou ostrostí než 20/20 a astigmatismem. [30]

Tab. 1: Rychlost akomodační odpovědi pilotů při změně pohledu z blízka do dálky [46]

Age, Years	Time, Seconds										Num- ber of Tests	Average Time for Age Group, Seconds
	0.30 to 0.39	0.40 to 0.49	0.50 to 0.59	0.60 to 0.69	0.70 to 0.79	0.80 to 0.89	0.90 to 0.99	1.0 to 1.09	1.1 to 1.19	1.2 On		
20 to 24	..	..	6	33	33	14	4	..	..	..	90	0.713
25 to 29	..	..	19	96	125	45	14	4	2	..	305	0.739
30 to 34	..	..	2	36	55	40	15	6	3	..	157	0.783
35 to 39	..	..	1	6	19	15	10	3	2	1	57	0.817
40 to 44	..	..	..	1	3	3	3	3	1	..	14	0.897
45 to 49	..	..	..	..	..	2	..	..	2	1	5	1.135
<b>Total</b>	..	..	28	172	235	119	46	16	16	2	628	
<b>Average time for all age groups, seconds.....</b>												0.846



## 4 Zrak řidičů

Zrak je nejdůležitějším smyslem při řízení, protože zprostředkovává řidiči nejvíce informací o okolním prostředí. Nejdůležitější zrakové funkce pro řidiče jsou zraková ostrost pro rozlišení pohyblivých i nepohyblivých předmětů, dále akomodace, motilita očí, kontrastní citlivost, adaptace na světlo, barvocit, zorné pole a binokulární funkce. [25, 26]

Se zvyšující se intenzitou provozu a také se zdokonalováním technologií v interiérech vozidel jsou na řidiče kladeny stále vyšší nároky na zpracovávání vizuálních informací. Inteligentní systémy v automobilech vyžadují soustředění a mohou vést k rychlejší duševní únavě. Únava zrakových funkcí řidičů souvisí s celkovou fyzickou únavou, která se přirozeně vyskytuje podle literatury u profesionálních řidičů po čtyřech hodinách jízdy, u amatérských řidičů asi po dvou hodinách jízdy. Na zraku se únava při řízení projeví pálením očí, nemožností změnit úhel pohledu, ztrátou okrajového vidění, rozmazaným viděním. Únava se rychleji projeví při řízení za šera a tmy. Vidění za dne je zprostředkováváno pomocí čípků. Toto vidění se nazývá fopické a je ostré, barevné a sítnice je nejcitlivější na podněty. Za šera se vidění účastní tyčinky a čípků a nazýváme ho mezopické. Za tmy jsou využívány pouze tyčinky, proto je vidění nebarevné, neostré a s centrálním skotomem, ale citlivé na vnímání světelných rozdílů. Zpracování vizuálního podnětu tyčinkami je pomalejší. [25, 26, 27]

Zrak je velmi důležitý také u profesionálních pilotů. Zrakovou únavou u pilotů blíže popsal Novacek. Únava zrakových funkcí se projeví u pilotů selháním barevného vidění a tunelovým viděním. Příčinou je zvýšená pozornost pilota při turbulencích, nepřiměřená intenzita osvětlení, dlouhé noční lety, vibrace, hluk a teplota, špatně designovaná avionika a šum z elektronických zařízení. [28]



Obr.1. Pohled pilota na palubní desku za optimálních podmínek [43]



Obr.2. Pohled unaveného pilota na palubní desku [43]



Obr.3. Pohled unaveného pilota s tunelovým viděním na palubní desku [43]

## 5 Syndrom počítačového vidění

Syndrom počítačového vidění (CVS) je spojovaný s prací na počítačích, tabletech, mobilních telefonech a sledováním televize či čtením e-knih. Podle American Optometry Association tráví průměrný Američan u obrazovky počítače sedm hodin denně.

Podle Českého statistického úřadu v roce 2015 využívalo Internet 77 % české populace starší 16 let. V roce 2004 to bylo 31,4 %. Z těchto údajů vyplývá, že vliv digitálních zařízení na zrakovou únavu je velmi aktuální.

Mezi symptomy CVS patří: bolesti hlavy, rozmazané vidění, bolesti krční páteře, pocit suchého oka, diplopie, astenopické obtíže.

Dle Rosenfielda některé z těchto symptomů zaznamenalo 64-90 % uživatelů počítače. Tyto symptomy výrazně vzrůstají u lidí, kteří pracují na počítači 4 a více hodin denně. Z průzkumu, který byl proveden v Itálii na 212 pracovnících banky vyplynulo, že 31,9 % trpělo astenopickými obtížemi. V mexické studii na operátorech to bylo dokonce 63,4 % z dotazovaných. Toto číslo ale kleslo na 25,2 %, když byly optimalizovány pracovní podmínky. Je prokázáno, že důležitou roli ve snaze předcházet CVS hraje úhel pohledu na monitor, vzdálenost monitoru, odlesky, osvětlení, pracovní prostředí, kvalita displeje. [32]

Je důležité rozlišit, zda jsou symptomy specifické pro práci na digitálních zařízeních, nebo se objevují při každé práci do blízka. Podle výsledků studií porovnávající počet chyb při odpovídání na otázky v papírové formě a na digitálních zařízeních byly výsledky jednoznačné. Méně chyb a rychlejší odpovědi byly u klasických papírových dotazníků. [32, 35]

Většina klientů stěžujících si na problémy spojené s prací na počítači má obtíže, které pramení z poruchy akomodace a heteroforie. Proto je při vyšetření důležité provést testy, které odhalí akomodační problémy a testy binokulárního vidění.

Rozmazané vidění jako jeden z příznaků CVS může vyústit z nedostatečné akomodační odpovědi nebo nedostatku relaxace akomodace. Nejčastějším pozorovaným symptomem při dlouhé práci na počítači je akomodační nedostatečnost (infacilita). Wick a Morse využili infračervený optometr pro měření akomodační odpovědi na pěti emetropických subjektech, kterým byl předložen stejný text vytištěný na papíře a zobrazený digitálně. U čtyřech z nich byla prokázána zpožděná odpověď akomodace při čtení digitálního textu. V jiné studii bylo potvrzeno, že u uživatelů digitálních zařízení se již po 1 hodině práce zmenšuje akomodační amplituda, přibližuje se blízký bod akomodace a narůstá exoforie do blízka. Zvýšené akomodační úsilí přispívá ke zrakové únavě. [32, 33, 35]



Obr.4 : Správné držení těla při práci na počítači [44]

## 5.1 CVS a modré světlo

Digitální zařízení imitují modré světlo, které proniká hlouběji do oka než UV záření a je potenciálně škodlivé pro buňky sítnice. Za nejvíce škodlivé pro oční buňky se považuje záření v rozmezí 415-455 nm, přičemž digitální zařízení emitují modré světlo, které má vlnovou délku od 400 nm. [36, 39]

Dlouhodobá expozice modrým světlem má vliv na vznik věkem podmíněné makulární degenerace a katarakty. [36]

V souvislosti se zrakovou únavou je důležité vzít v úvahu narušení spánkových vzorců v důsledku snížení produkce melatoninu. Z tohoto důvodu se doporučuje nepoužívat digitální zařízení minimálně hodinu před usnutím. [39]

### 5.1.1 CVS a bolesti hlavy

Bolesti hlavy patří mezi příznaky astenopických obtíží a je velmi těžké zjistit jejich přesnou příčinu i účinnou léčbu. Na bolest hlavy minimálně jednou za měsíc si stěžuje 76 % žen a 57 % mužů. Pro bolesti hlavy související se zrakem je typických několik společných rysů – objevují se obvykle na frontální části hlavy nebo v oblasti spánků, mohou se na jedné straně objevovat více než na druhé straně hlavy, začínají uprostřed nebo ke konci dne, ne však ráno po probuzení, nezpůsobují světelné defekty. Lidé, kteří pracují na počítači často, trpí pocitem pnutí při bolestech hlavy. Tento typ bolesti se vyznačuje lehkou až střední intenzitou, nezhoršuje se konáním fyzické aktivity a odeznívá po spánku nebo odpočinku. Pro minimalizování bolestí hlavy je opět důležité správné držení těla při práci na počítači, pravidelné přestávky, dodržování pitného režimu a možnost zapojení fyzických aktivit během dne. [33]

### 5.1.2 CVS a syndrom suchého oka

Suché oko je jedním z faktorů, který nejvíce přispívá k CVS. Uchino zaznamenal syndrom suchého oka u 10,1 % mužů a 21,5 % žen, kteří pracují s počítačem v Japonsku. [32]

#### Faktory, které přispívají ke vzniku suchého oka:

1. **Vliv okolního prostředí** – nízká vlhkost, klimatizované prostředí, nadbytek statické elektřiny a nečistot. [32]
2. **Snížená frekvence mrkání** – mrkání patří k nejrychlejším reflexům našeho těla. Frekvence mrkání se zvyšuje, když jsme aktivní a snižuje pokud jsme v klidu nebo se soustředíme na úkol. Některé výzkumy ukazují, že během používání počítače se snižuje frekvence mrkání. Tsubota a Nakomori porovnávali frekvenci mrkání na 104 respondentech, když byli odpočatí, při čtení knihy a při práci na počítači. Průměrná frekvence mrkání byla 22 mrknutí za minutu v relaxovaném stavu, 10 při čtení knihy a pouze 7 při práci na počítači. Byl pozorován také vztah mezi stabilitou slzného filmu a frekvencí mrkání. Schlote zjistil, že při práci na počítači dochází k menšímu počtu mrknutí za minutu a také ke specifickému vzorci mrkání. Pozoroval pacienty trpící syndromem suchého oka při práci na počítači, kteří vykazovali specifické vzorce mrkání – střídavě s dlouhými a krátkými periodami. Podle autorů tohoto pozorování dochází ke kognitivní adaptaci v návaznosti na práci na počítači. Frekvenci mrkání ovlivňuje také velikost písma a kontrast. Čím jsou písmena menší a kontrast menší, tím menší je také

frekvence mrkání. Dále soustředěný pohled, při kterém dochází až k mhouření víček, má výrazný vliv na sníženou frekvenci mrkání. [32, 33]

3. **Nedostatečné mrkání** - dalším problémem, který se týká mrkání je jeho neúplnost, kdy horní víčko nepřejede po celé rohovce během mrknutí – víčko „nedomrkne“. Toto neúplné mrkání může být výhodné z hlediska soustředění se na práci na počítači, protože není přerušen vizuální kontakt jako při úplném mrknutí. Portello a Rosenfield zjistili, že vědomá snaha o mrkání při práci na počítači snižuje schopnost úspěšného konání úkolů. [32]
4. **Zvýšená expozice rohovky** - stolní počítače jsou obvykle umístěny v pozici přímo proti očím, zatímco při čtení tištěného textu jsou oči v depresi. Takový úhel pohledu na počítač zvyšuje expozici rohovky a tím může ovlivnit míru odpařování slz. Úhel pohledu se ale mění v závislosti na typu digitálního zařízení. U přenosných počítačů je pohled obvykle směřovaný podobně jako u tištěného textu. Tsubota a Nakamori měřili exponovaný povrch oka při různých činnostech - v relaxovaném stavu 2,2 cm<sup>2</sup>, při čtení knihy umístěné na stole 1,2 cm<sup>2</sup>, při práci na počítači 2,3 cm<sup>2</sup>. Při práci na počítači jsou oči více otevřené a dochází k odpařování slz ve větší míře. Doporučení je proto umístit monitor počítače mezi 15° a 20° pod pohledovou osu. [32, 33]
5. **Věk a pohlaví** - výskyt syndromu suchého oka narůstá s věkem a více jsou ohroženy ženy než muži. Například v USA se týká 7,8 % žen nad 50 let a 4,3 % mužů nad 50 let. [32]
6. **Systémová onemocnění a léky** - Moss popsál, že vyšší výskyt syndromu suchého oka je u pacientů trpící artritidou, alergiemi, onemocněním štítné žlázy. Dále u pacientů, kteří užívají steroidy, antihistaminika, léky proti úzkosti, antidepresiva. [32]
7. **Nošení kontaktních čoček** - kontaktní čočka je umístěna přímo na rohovku, dostává se do kontaktu se slzným filmem, proto může ovlivňovat jeho kvalitu a kvantitu. Byl prokázán vliv přítomnosti kontaktní čočky na rychlost mrkání, což může vyústit v podráždění a nestabilitu slzného filmu. U nositelů kontaktních čoček je pětikrát vyšší pravděpodobnost vzniku CVS než u klientů, kteří nosí brýle. [32]

### **5.1.3 Pseudomyopie**

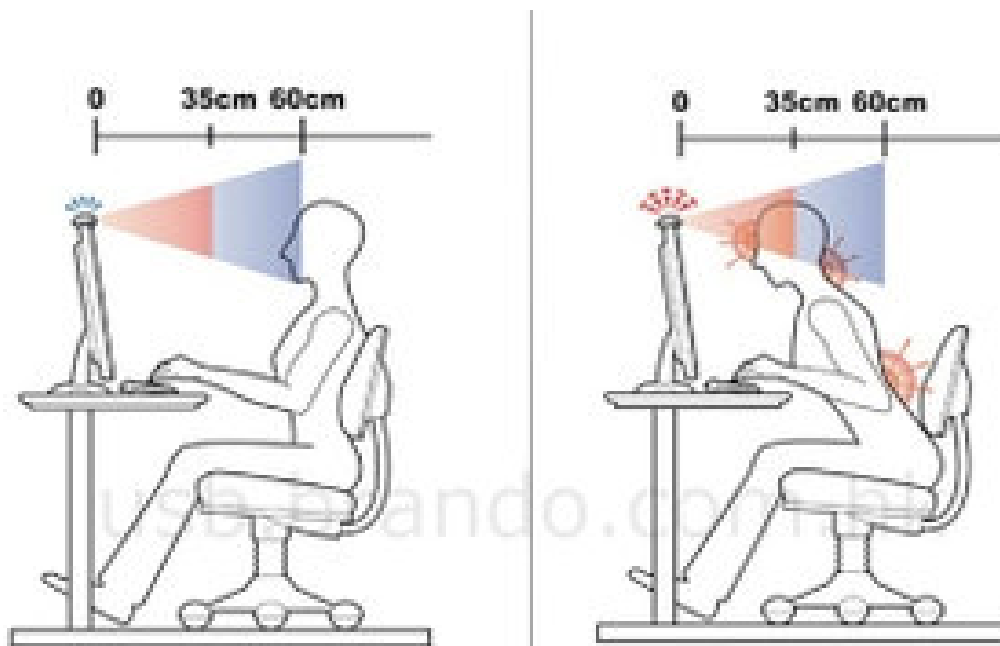
Tento přechodný stav myopie byl zjištěn u 20 % lidí, kteří pracují na počítači. Pseudomyopie se prokázala vždy jen na konci pracovní doby. Watten a Lie provedli studii, kde 30 subjektů mělo tendenci k pseudomyopii již po dvou hodinách práce na počítači. Je nutné zmínit, že byla provedena také studie Rosenfeldem a Ciuffredem, která vykazovala stejnou tendenci k myopii při práci do blízka s tištěným textem. Ve všech studiích byl ale testován pouze malý počet subjektů. Pseudomyopie nastane pokud se ciliární sval stáhne a není schopen se uvolnit - dostane se do křeče. Čočka má tvar jako při akomodaci do blízka a nastává míóza duhovky. To vede k rozmazanému vidění a deformaci obrazu. Průměrná hodnota myopie vyvolaná dlouhodobou prací do blízka se pohybuje v rozmezí od 0,12 dpt do 1,3 dpt. Teorie o trvalé myopizaci vlivem práce do blízka zatím nebyla zcela potvrzena. [32, 35]

### **5.1.4 Osvětlení**

Osvětlení má přímý vliv na komfort při práci s digitálními zařízeními. Vysoké hodnoty jasu negativně ovlivňují akomodační amplitudu a reakční čas. Bílé a modré světlo je z hlediska zrakové únavy vhodnější než červené a zelené. Pro vizuální komfort musí být jas obrazovky vyvážený vzhledem k osvětlení okolního prostředí. Intenzita osvětlení by se měla pohybovat v rozmezí 200-700 luxů. Lidé nad 50 let potřebují pro pohodlnou práci s počítačem až dvojnásobnou intenzitu osvětlení oproti mladším kolegům. [35, 37]

### **5.1.5 Bolesti zad a šíje**

Galinski zjistil, že klienti vykazují větší subjektivní pocit únavy při vizuální námaze než audio námaze. Lie a Watten prokázali, že práce na počítači po dobu více než tři hodin nezpůsobuje pouze únavu zrakových funkcí, ale také bolesti v oblasti zad a šíje. Je to způsobeno špatným pracovním prostředím, vadným držením těla a také dlouhodobou jednostrannou námahou. [32, 33]



Obr.5: 1. Správné držení těla při práci na počítači 2. Špatné držení těla při práci na počítači, které má vliv na bolesti zad a šíje [45]

### 5.1.6 Přenosná digitální zařízení

Mnoho přenosných zařízení, které jsou běžně využívány, jako mobilní telefony, čtečky, tablety, má malé obrazovky a malou velikost písma, takže je nutné zmenšit pracovní vzdálenost. To zvyšuje požadavky na akomodaci a vergenci. [32]

Obvyklá vzdálenost při práci na mobilních telefonech je 30 cm, u stolního počítače 60 cm a při sledování televize 3 metry. [32]

Při zkoumání 129 subjektů bylo zjištěno, že 75 % z nich pracuje s mobilním zařízením ve vzdálenosti 36,2 cm, zatímco při práci s tištěným textem je pracovní vzdálenost obvykle 40 cm. Tento rozdíl v pracovní vzdálenosti může vést ke zhoršení symptomů CVS. [32]

### 5.1.7 Vliv astigmatismu při práci na digitálních zařízeních

Wiggins a Daum provedli experiment na osmi osobách ve věku 25 až 35 let. Experiment byl zaměřen na zrakové nepohodlí a únavu způsobené astigmatismem při práci na digitálních zařízeních. Všichni pacienti měli se svojí nejlepší korekcí visus 20/20. Během experimentu jim byla přes jejich korekci předloženy čočky +0,5 dpt ax 90°. Visus se nezměnil, ale pacienti si stěžovali na mnohem vyšší nepohodlí při práci, než při předložení čočky +0,12 dpt. Obdobný experiment byl proveden u nositelů kontaktních čoček. Nízké hodnoty astigmatismu se u nositelů kontaktních čoček běžně nekorigují. Experiment byl proveden na pacientech, kteří



nosili kontaktní čočky minimálně jeden rok a jejich visus nebyl menší než 20/25. Hodnoty nekorigovaného astigmatismu byly do 1,00 dpt. Při práci na počítači dostali pacienti přes svoji korekci čočky se zbytkovými hodnotami astigmatismu a pak opět placebo brýle s hodnotami +0,12 dpt. Výsledek byl stejný jako u předchozího experimentu. Větší zrakové pohodlí měli pacienti s plně vykorigovaným astigmatismem. Z těchto experimentů vyplývá, že je důležité brát v úvahu i malé hodnoty astigmatismu, které pacientovi nezmění visus, ale mohou se výrazně podílet na zrakovém pohodlí při práci, důležité je proto znát anamnézu a požadavky klienta. [31]

## 6 Experimentální část

V praktické části projektu jsem se věnovala měření zraku osob v průběhu celého dne. Měření jsem prováděla minimálně třikrát za den. Při každém měření jsem nejprve provedla objektivní měření zraku na autorefraktometru a pak následně subjektivní měření na Snellenových optotypech. K měření jsem využila také testy pro zjištění heteroforie, a to Schoberův test, K-test a Maddoxův test.

Všechna měření byla provedena jedním autorefraktometrem Essilor AKR 400 a na stejném vyšetřovacím místě za využití optotypu Essilor CS pola 600.

### 6.1 Hypotézy

1. Celková únava organismu má vliv na zrakové funkce a kvalitu vidění. Tato únava se projeví zhoršeným visem.
2. Vlivem únavy dojde ke zhoršení projevů symptomatické heteroforie.
3. Únava má větší vliv na presbyopické osoby než na osoby mladšího věku.

### 6.2 Průběh měření

Měření jsem prováděla celkem na 34 osobách ve věku 20 až 75 let. Měření bylo velmi časově náročné, protože probíhalo od dopoledne až do večerních hodin. Měřené osoby v průběhu dne prováděly své vlastní činnosti a plnily si své každodenní povinnosti tak, abych zachytila změnu jejich refrakce během reálného dne. Výsledky jsem zaznamenala do tabulek a data zpracovala do grafů. Ukázka z měření je v následujících tabulkách, ostatní tabulky jsou přiloženy v příloze.

## 6.2.1 Měření nepresbyopických subjektů

Tab. 2: Měření subjektu 1

VN : OP: 1.5 - 2 OL: 1,5 B: 1,5

Čas měření	9:50	11:50	13:50	17:35
<b>Objektivní refrakce</b>	+3,00 -0,50x15° +2,75	+3,50 -0,50x17° +3,25	+3,25-0,50x22° +3,00	+3,25 -0,50x15° +3,25
<b>Subjektivní refrakce</b>	+3,25 -0,50x20° +2,75	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Visus</b>	1,5 2,0 - 2 2,0	Beze změny	1,5 1,5 1,5	1,5 1,5 2,0 – 2
<b>Heteroforie</b>	6pdpt BO 2pdpt BD	6pdpt BO 1pdpt BD	8pdpt BO 2pdpt BD	12pdpt BO 1pdpt BD

Tab. 3: Měření subjektu 2

VN: OP: 0,15 OL: 0,15 B: 0,2

Čas měření	9:35	11:10	14:00	16:45
<b>Objektivní refrakce</b>	-1,50 -1,75 -0,5x28°	-1,50 -2,25 -0,50x5°	-1,75-0,50x6° -1,75	-1,50 -2,00 -0,50x25°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-1,50 -2,50	-2,00 -2,50	-2,00 -0,25x40° -2,50	-2,00 -2,50
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5 - 1	1,2 1,2 1,2	1,2 1,2 1,5 - 1	1,2 - 1 1,2 1,5 – 1
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 4: Měření subjektu 3

VN: OP: 0, 05 OL: 0,1 B: 0,1

Čas měření	9:00	11:40	15:40	18:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-6,00 -1,75x11° -3,75 -1,00x4°	-5,50 -1,25x10° -3,00 -1,00x2°	-5,75 -1,75x15° -3,50 -0,75x6°	-5,75 -1,50x12° -2,75 -0,75x4°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-5,50 -1,25x20° -2,25	Beze změny -2,50	-5,75 -1,25x20° -2,25 -0,50x10°	-6,00 -1,25x20° -2,50 -0,50x10°
<b>Visus</b>	0,7 1,0 1,2	0,7 - 1 1,5 - 1 1,5	0,6 1,2 1,2	0,6 1,5 1,5
<b>Heteroforie</b>	18 pdpt BO	Beze změny	Beze změny	Nemožné doměřit dvojité vidění

Tab. 5: Měření subjektu 4

VN: OP: 0,1 OL: 0,1 B: 0,2

Čas měření	8:50	12:50	14:40	16:40
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,75 -0,25x160° -2,50 -0,25x155°	-2,50 -0,25x161° -2,75 -0,25x151°	-2,50 -2,50 -0,25x174°	-2,50 -0,25x165° -2,50 -0,75x175°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,00 -1,75	-2,00 -2,00	-2,25 -2,00	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 6: Měření subjektu 5

VN: OP: 0,8 OL: 0,8 B: 0,8

Čas měření	10:00	12:50	14:40	16:30
<b>Objektivní refrakce</b>	+2,00 -2,00x168° +2,00 -1,25x179°	+2,75 -1,50x178° +2,25 -0,50x179°	+3,00 -1,50x1° +3,00 -1,25x1°	+3,25 -1,50x180° +2,25 -1,00x180°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+2,25 -2,00x180° +3,25 -1,25x2°	+2,50 -1,50x178° +3,25 -1,50x2°	+2,50 -1,75x180° +3,25 -1,25x2°	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	1,0 1,2 1,2	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 7: Měření subjektu 6

VN: OP: 0,05 OL: 0,05 B: 0,15

Čas měření	9:45	12:00	14:00	17:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-1,50 -1,75x10° -2,50 -1,25x177°	-1,50 -1,75x11° -2,50 -1,25x176°	-1,50 -2,00x10° -2,50 -1,25x179°	-1,50 -2,00x12° -2,25 -1,25x173°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,00 -1,50x15° -2,25 -0,75x160°	-2,25 -1,50x15° -2,25 -0,75x160°	-2,00 -1,75x15° -2,50 -1,00x160°	-2,00 -1,75x15° -2,50 -1,00x160°
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	1,2 1,2 1,5 - 2	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 8.: Měření subjektu 7

VN: OP: 0,15 OL: 0,15 B: 0,2

Čas měření	9:30	12:00	14:00	17:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,25 -2,25 -0,25x174°	-2,00 -0,25x174° -2,00 -0,50x163°	-1,75 -1,75 -0,75x9°	-2,00 -0,25x180° -1,75
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,00 -2,00	Beze změny	-2,25 -2,00	-2,25 -2,25
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 9: Měření subjektu 8

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 B: 1,5

Čas měření	11:30	13:45	15:40	17:15
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,25 -0,25x69° -2,50 -0,25x3°	+0,25 -0,50x119° -0,25 -0,25x3°	-0,25 -0,25x134° -0,25 -0,50x13°	+0,25 -0,25x127° +0,25 -0,50x171°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 0,00 -0,25x170°	Beze změny	0,00 0,00	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	1,5 1,5 2,0	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 10: Měření subjektu 9

VN: OP: 0,2 OL: 0,2 B: 0,3

Čas měření	9:15	12:15	15:50	18:10
<b>Objektivní refrakce</b>	-1,25 -0,25x163° -1,25 -0,75x10°	-1,25 -0,50x170° -1,25 -0,75x12°	-1,50 -0,50x168° -1,50 -0,50x16°	-1,25 -0,25x163° -1,25 -0,75x10°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-1,50 -1,50	Beze změny	-1,50 -1,75	-1,50 -1,50
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	5 pdpt BI	3 pdpt BI	Bez nálezu	5 pdpt BI 1 pdpt BU

Tab. 11: Měření subjektu 10

VN: OP: 0,3 OL: 0,8 B: 0,9

Čas měření	9:15	12:15	15:50	18:10
<b>Objektivní refrakce</b>	-1,50 -0,50x152° -0,75 -0,75x41°	-0,75 -1,25x132° -0,50 -0,50x63°	-0,50 -1,25x138° -0,75 -0,75x49°	-1,50 -0,50x152° -0,75 -0,75x41°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-0,75 -1,25x132° -0,50 -0,50x60°	Beze změny	Beze změny	-1,00 -1,25x132° -0,50 -0,50x60°
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	1,2 1,2 1,2
<b>Heteroforie</b>	10 pdpt BI 7 pdpt BU	10 pdpt BI 10 pdpt BU	Beze změny	Dvojité vidění velmi nepříjemné

Tab. 12: Měření subjektu 11

VN: OP: 1,0 OL: 0,9 B: 1,2 -2

Čas měření	9:45	12:00	15:35	17:15
<b>Objektivní refrakce</b>	+2,50 -0,50x5° +3,25	+2,00 -0,25x35° +4,00 -0,25x22°	+2,00 -0,50x9° +2,25 -0,25x43°	+2,00 -0,50x180° +4,25 -0,50x67°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+1,25 -0,25x5° +1,00	+2,25 -0,25x10° +2,00	Beze změny	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,2	Beze změny	Beze změny	1,2 1,0 1,2
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu

Tab. 13: Měření subjektu 12

VN: OP: 0,6 OL: 0,7 B: 0,7

Čas měření	9:10	12:00	16:15	18:30
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,25 -1,75x4° +0,75 -1,25x13°	0,00 -1,75x5° +1,00 -1,25x10°	0,00 -1,50x1° +1,25 -1,50x9°	+0,25 -1,50x180° +1,25 -1,50x6°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-0,25 -1,25x170° 0,00 -1,00x180°	-0,25 -1,75x180° 0,00 -1,25x180°	-0,25 -1,75x180° 0,00 -1,00x180°	Beze změny
<b>Visus</b>	1,0 1,0 1,0	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	1 pdpt BI	Bez nálezu



Tab. 14: Měření subjektu 13

VN: OP:0,15 OL: 0,2 B: 0,3

Čas měření	8:40	12:50	16:35	18:45
<b>Objektivní refrakce</b>	-1,75 -1,25x149° -1,50 -1,25x25°	-2,00 -1,25x151° -1,50 -1,50x24°	-1,75 -1,25x156° -1,50 -1,50x20°	-1,75 -1,25x152° -1,25 -1,50x27°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-1,75 -0,75x149° -1,50 -0,75x25°	Beze změny	Beze změny	-2,00 -0,75x149° -1,50 -0,75x25°
<b>Visus</b>	0,7 1,0 1,0	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	1 pdpt BI	Beze změny	Beze změny	Bez nálezu

## 6.2.1 Měření presbyopických subjektů

Tab. 15: Měření subjektu 14

VN: OP: 0,6 OL: 0,4 B: 0,6

Čas měření	9:00	12:00	17:45
<b>Objektivní refrakce</b>	+1,25 -0,50x29° +1,50 -0,50x152°	+1,00 -1,75x43° +2,50 -0,75x99°	+1,75 -1,00x16° +1,75 -0,50x134°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+1,00 -0,25x55° +2,25	+1,75 -0,75x70° +2,25 -0,25x144°	Beze změny
<b>Visus</b>	0,9 1,0 1,2	0,8 1,0 1,0	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>Adice</b>	+2,25	+2,25	+2,25

Tab. 16: Měření subjektu 15

VN: OP: 0,05 OL: 0,05 B: 0,05

Čas měření	9:30	13:45	17:45
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,50 -0,25x146° -3,25 -0,50x166°	-2,50 -0,50x147° -3,00 -0,50x144°	-2,75 -0,75x157° -3,00 -0,75x141°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,75 -3,00	-2,75 -3,00 -0,75x135°	Beze změny
<b>Visus</b>	1,0 0,7 1,0	1,0 0,8 1,0	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>Adice</b>	+1,50	+1,75	+1,50

Tab. 17: Měření subjektu 16

VN: OP: 0,3 OL: 0,2 B: 0,6

Čas měření	8:40	11:30	14:00	17:45
<b>Objektivní refrakce</b>	+2,25 +2,75 -0,75x91°	+2,25 -0,75x110° +2,50 -1,00x38°	+2,50 -1,75x138° +2,00 -1,25x72°	+2,75 -1,50x110° +2,75 -1,75x39°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+2,00 +2,00 -0,25x35°	+2,25 -0,75x105° +2,25 -0,50x90°	Beze změny	+2,25 -0,75x105° +2,50 -0,50x90°
<b>Visus</b>	0,8 0,9 1,0	1,0 1,0 1,0	Beze změny	0,9 0,9 1,0
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>Adice</b>	+2,25	+2,25	+2,25	+2,50

Tab. 18: Měření subjektu 17

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 B: 1,5

Čas měření	9:30	12:30	16:00	18:10
<b>Objektivní refrakce</b>	+0,25 -0,50x78° 0,00 -0,50x171°	0,00 -0,25x58° 0,00 -0,50x179°	0,00 -0,25x49° 0,00 -0,50x175°	+0,25 -0,50x78° 0,00 -0,50x171°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 0,00	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>Adice</b>	+1,00	+0,75	+1,00	+1,25

Tab. 20: Měření subjektu 18

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 B: 1,5

Čas měření	8:45	13:00	15:30	17:50
<b>Objektivní refrakce</b>	0,00 -0,75x1° +0,75 +1,00x11°	0,00 -0,75x8° +0,50 -0,75x5°	0,00 -1,00x8° +0,75 -0,75x7°	+0,25 -0,75x1° +0,75 -0,75x7°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 -0,25x1° +0,25 -0,50x7°	Beze změny	0,00 -0,25x1° 0,00 -0,25x7°	Beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	2 pdpt BO 4 pdpt BO	Beze změny	Beze změny	Beze změny
<b>Adice</b>	+1,25	+1,25	+1,25	+1,50

Tab. 20: Měření subjektu 19

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 B: 1,5

Čas měření	9:30	12:00	15:40	18:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,25 -0,50x12° +0,25 -0,25x168°	-0,25 -0,75x9° +0,00 -0,50x166°	0,00 -0,75x5° +0,00 -0,50x179°	-0,00 -0,75x15° +0,25 -0,5x170°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 -0,25x12° 0,00 -0,25x160°	Beze změny	-0,25 -0,25x12° 0,00 -0,25x160°	0,00 -0,50x12° 0,00 -0,25x169°
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	Beze změny	Beze změny	1,2 1,2 1,5-
<b>Heteroforie</b>	2 pdpt BO 2 pdpt BO	Beze změny	Beze změny	3 pdpt BO 3 pdpt BO
<b>Adice</b>	+1,25	+1,25	+1,50	+1,50

Tab. 21: Měření subjektu 20

VN: OP: 0,9 OL: 1,0 B: 1,2-1

Čas měření	8:10	12:30	16:15
<b>Objektivní refrakce</b>	+2,25 -0,75x33° +0,75 -0,50x16°	+2,50 -0,50x47° +0,75 -1,25x167°	+2,25 -0,75x75° +0,25 -1,25x174°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+1,75 +0,50 -0,50x165°	Beze změny	+1,75 -0,25x75° +0,75 -0,50x165°
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,2	Beze změny	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	2 pdpt BI	Beze změny	Beze změny
<b>Adice</b>	+0,75	+0,75	+0,75

Tab. 22: Měření subjektu 21

VN: OP: 0,5 OL: 1,0 B: 1,2

Čas měření	9:30	13:45	17:45
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,50 -0,25x146° -3,25 -0,50x166°	-2,50 -0,50x147° -3,00 -0,50x144°	-2,75 -0,75x157° -3,00 -0,75x141°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,75 -3,00	-2,75 -3,00 -0,75x135°	Beze změny
<b>Visus</b>	1,0 0,7 1,0	1,0 0,8 1,0	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	2 pdpt BI	Beze změny	Beze změny
<b>Adice</b>	+0,50	+0,50	+0,50

## 6.2.2 Měření subjektů po spánkové deprivaci

Tab. 23: Subjekt 1 před a po spánkové deprivaci

Subjekt 1	Před spánkovou deprivací	Po spánkové deprivaci
<b>Objektivní refrakce</b>	-7,00 -1,00x8° -5,75 -1,50x7°	-7,25 -1,00x11° -5,75 -1,50x8°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-7,00 -5,50 -1,00x3°	-7,75 -6,00 -0,75x3°
<b>Visus</b>	1,0 1,0 1,0	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	1 pdpt BD
<b>Adice</b>	+1,00	+1,75
<b>NPA</b>	20 cm	20 cm

Tab. 24: Subjekt 2 před a po spánkové deprivaci

Subjekt 2	Před spánkovou deprivací	Po spánkové deprivaci
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,75 -3,00	-2,75 -3,25
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,25 -2,75	-2,50 -2,75
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,2	Beze změny
<b>Heteroforie</b>	2 pdpt BO	Beze změny
<b>NPA</b>	6 cm	9 cm

Tab. 25: Subjekt 3 před a po spánkové deprivaci

<b>Subjekt 3</b>	Před spánkovou deprivací	Po spánkové deprivaci
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,75 -0,25x107° -0,25	1,00 -0,25x136° -0,25
<b>Subjektivní refrakce</b>	-0,25 -0,50x100° -0,25	-0,50 -0,50x100° -0,25
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,2	1,0 1,2 1,2
<b>Heteroforie</b>	1 pdpt BI	1 pdpt BI
<b>NPA</b>	9 cm	12 cm

Tab. 26: Subjekt 4 před a po spánkové deprivaci

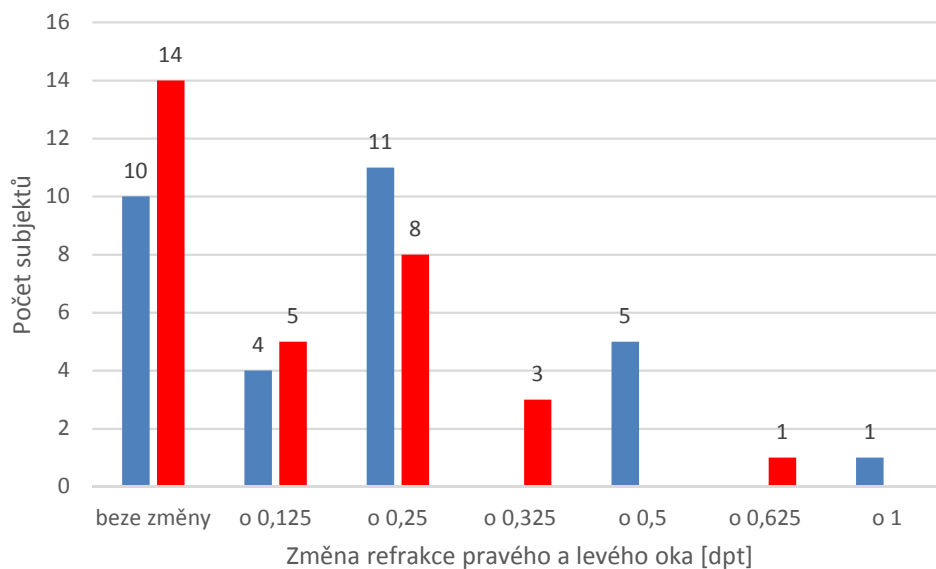
<b>Subjekt 4</b>	Před spánkovou deprivací	Po spánkové deprivaci
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,25 -0,50x175° 0,00 -0,75x10°	-0,25 -0,50x180° -0,25 -1,00x9°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 0,00	-0,25 -0,25x175° 0,00 – 0,25x10°
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5	1,2 1,2 1,2
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>NPA</b>	9 cm	13 cm

Tab. 27: Subjekt 5 před a po spánkové deprivaci

Subjekt 5	Před spánkovou deprivací	Po spánkové deprivaci
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,25 -0,50x1475° -2,75 -0,75x26°	-2,25 -0,50x151° -2,75 - 0,75x3°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,5 -2,75	-2,75 -2,75
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,5	1,0 1,0 1,0
<b>Heteroforie</b>	Bez nálezu	Bez nálezu
<b>NPA</b>	10 cm	11 cm

### 6.3 Výsledky měření

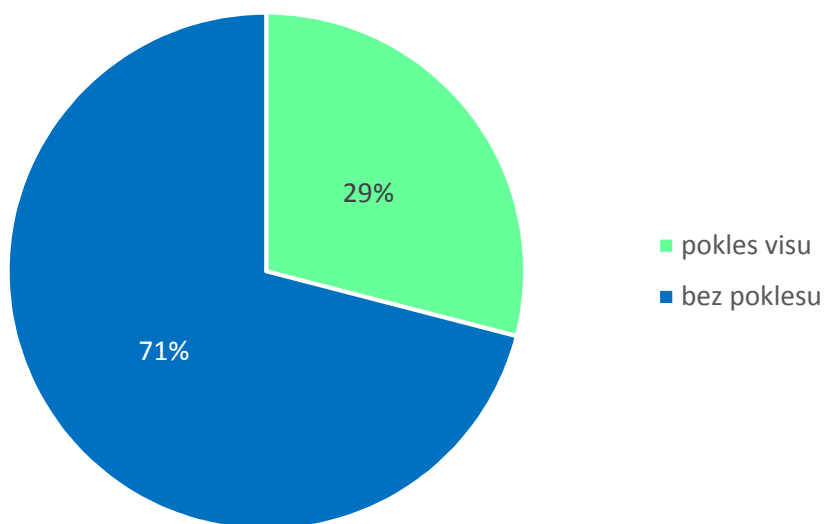
Výsledky měření jsem zpracovala do grafů. Změna refrakce pravého a levého oka byla odlišná, jak lze vidět z následujících grafů. Nejčastější změna byla o 0,25 dpt.



Graf 6: Změna refrakce pravého oka (modrá), změna refrakce levého oka (červená)

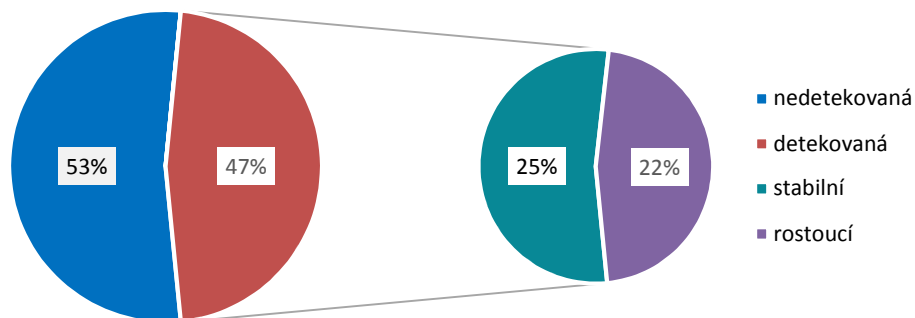


Důležitým faktorem, který je určující pro praxi optometristy je ovšem visus, neboli jak klient s danou korekcí vidí. Zhoršení visu vlivem únavy i přes nejlepší sférocyklindrickou korekci jsem pozorovala u 29 % měřených subjektů.



Graf 7: Binokulární pokles visu

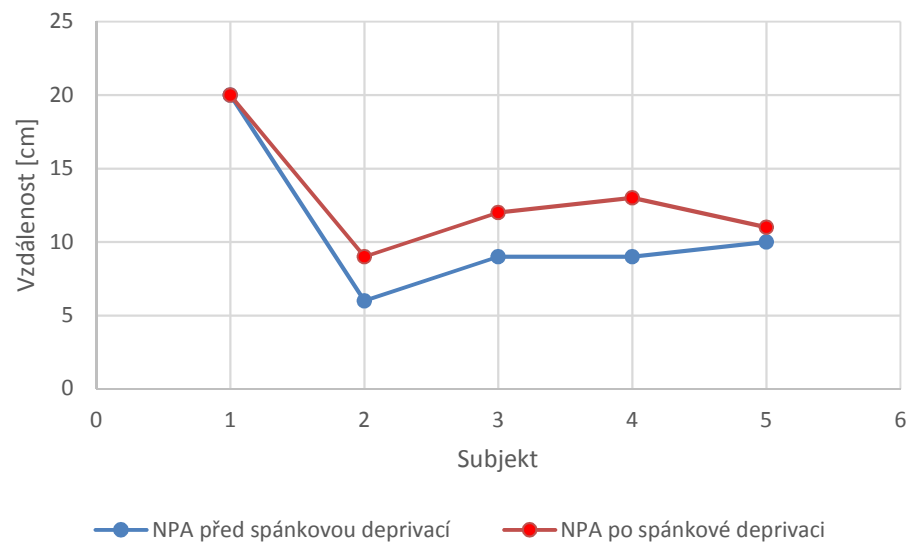
Dále jsem sledovala vliv únavy na heteroforii, pro detekci jsem využila Schoberův test a K-test. Celkem 47 % měřených subjektů reagovalo na testy pozitivně. Z toho u 22 % se hodnota korekčních prizmat v průběhu dne zvyšovala. Největší úskalí jsem zaznamenala u tří subjektů. První z nich trpěl hyperforií a v odpoledních hodinách již nebylo možné korekci doměřit, klient trpěl diplopií a měření bylo velmi nepohodlné a objevily se astenopické obtíže. Také u dvou dalších subjektů nebylo možné provést adekvátní měření pro zjištění korekce heteroforie v důsledku diplopie a bolestí hlavy.



Graf 8: Výskyt heteroforie u měřených subjektů

Pro měření refrakce po spánkové deprivaci se mi podařilo získat pět subjektů. Jednoho presbyopa a čtyři subjekty ve věku 21-30, kteří se nechali změřit po noční smměně. K poklesu visu došlo u 2 měřených subjektů. Změna hodnoty subjektivní refrakce se pohybovala od 0,125 dpt do 0,75 dpt. Nejčastější změna byla opět o 0,25 dpt a také se častěji měnila refrakce na pravém oku. Největší změna refrakce byla u subjektu číslo 1, kdy na pravém oku se korekce zvětšila o 0,75 dpt. Ke změně refrakce levého oko nedošlo celkem třikrát, a to u subjektů číslo 2, 3 a 5.

Vzdálenost blízkého bodu akomodace se změnila u 4 subjektů. Maximální hodnota změny byla o 4 cm. Tato skutečnost odpovídá předpokladu, že akomodace, která je zprostředkovávána ciliárním svalem není zatížena únavou tolik jako okohybné svaly, který zajišťují konvergenci, proto se vzdálenost blízkého bodu konvergence prodlouží vlivem únavy až dvojnásobně.



Graf 9: NPA před spánkovou deprivací (modrá), NPA po spánkové deprivaci (červená)

## Diskuze

Během měření jsem zjistila, že únava daných respondentů je velmi individuální. Experiment prokázal, že únava více ovlivnila celkovou pozornost, soustředěnost a rychlost odpovědi měřeného, než samotnou refrakční vadu a zrakovou ostrost. Nejčastější změna hodnoty refrakce v průběhu dne byla o 0,25 dpt a maximální hodnota změny byla o 1 dpt. Pro praxi optometristy je ovšem důležité, jak klient s danou korekcí vidí. Během svého měření jsem pokles visu v průběhu dne pozorovala u 29 % měřených subjektů. Z měření vyplynulo, že k větším změnám v refrakci dochází u osob, které již nosí korekci celodenně, než u osob bez nutnosti nosit korekční pomůcku. V souvislosti s heteroforií je důležité zmínit, že během mého měření byla heteroforie detekována pouze u 49 % měřených. Literatura ovšem uvádí, že touto odchylkou je postiženo 70 - 80 % populace. Ze 49 % detekovaných heteroforií bylo 22 % symptomatických a zároveň se projevy vlivem únavy zhoršovaly. Nejvýraznější vliv únavy na heteroforii jsem zaznamenala u subjektů 1, 3 a 10. Subjekt číslo 1 trpěl exoforií, prizmatická korekce se v průběhu dne zvětšovala, měření v odpoledních hodinách bylo velmi diskomfortní, objevily se bolesti hlavy a rozmazané vidění. Subjekt číslo 3 trpěl také exoforií a v odpoledních hodinách nebylo možné prizmatickou korekci doměřit, protože obraz již zůstal dvojitý. Maximální naměřená hodnota činila 18 pdpt. Subjekt číslo 10 trpěl hyperforií, v tomto případě velikost odchylky dosáhla 10 pdpt, také podobně jako u subjektu 3 bylo měření v odpoledních hodinách velmi namáhavé a obraz dvojitý. Hypotéza, že vlivem únavy se zhoršují projevy symptomatické heteroforie, byla provedeným experimentem potvrzena.

Ve studii C.J. Robertsona [30] bylo prokázáno, že únava výrazněji ovlivňuje rychlost akomodační odpovědi u starších osob než u osob mladšího věku. Dle této studie jsem předpokládala, že únava výrazněji ovlivní také změnu refrakce starších a presbyopických osob, ale provedený experiment tuto hypotézu nepotvrdil. Je možné, že to bylo v důsledku přizpůsobení denních aktivit probíhajícímu měření u subjektů 17, 18, 19. Naopak u subjektu 31, který se věnoval běžné pracovní náplni spojené s užíváním počítače, se změna refrakce projevila výrazně.

Behne [21] ve své studii ukázal, že vzdálenost blízkého bodu konvergence se vlivem spánkové deprivace až dvakrát prodloužila. Při měření subjektů po spánkové deprivaci jsem měřila blízký bod akomodace. Dle předpokladu, že ciliární sval podléhá únavě méně než okohybné svaly se vzdálenost blízkého bodu akomodace prodloužila maximálně o hodnotu 4 cm. Blízký bod akomodace se nezměnil u jednoho měřeného subjektu. Nejčastější hodnota změny refrakce po spánkové deprivaci se neliší od nejčastější hodnoty změny refrakce při

měření v průběhu dne. V tomto experimentu se tedy vliv spánkové deprivace na změnu refrakce jednoznačně neprokázal.

## Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na celkovou fyzickou i psychickou únavu, její příčiny a symptomy. Pozornost jsem věnovala tomu, jak únava ovlivní zrakové funkce. Nepodařilo se mi zcela potvrdit, že vlivem únavy se zhoršuje visus. Dle mých měření se to prokázalo u 29 % subjektů. Měření probíhala během jednoho dne, alespoň třikrát, s minimálním odstupem dvou hodin. Všechna měření proběhla na fakultě FBMI ČVUT v Kladně. Vliv únavy na vyšetření optometristou rozhodně není zanedbatelný. Někteří klienti, které jsem měřila v odpoledních hodinách měli sice stejný visus, ale jejich odpovědi byly nejisté a nejednoznačné. Většina z nich si po celodenní práci stěžovala na zrakový diskomfort, nesoustředěnost na průběh měření a jeho délka se prodloužila. Největší úskalí bylo vidět při měření hyperforie u subjektu číslo 10. V odpoledních hodinách již nebylo možné zjistit přesnou refrakci, protože vlivem únavy byl vjem dvojitý, vidění nekomfortní a odpovědi nejednoznačné. Také u subjektů 1 a 3 se heteroforie v odpoledních hodinách projevila více než na začátku měření. Z těchto výsledků vyplývá, že zvláště pro měření heteroforie je důležité, aby klient přišel na měření nezatížený fyzickou a psychickou únavou. Vyšetřování těchto klientů by nemělo probíhat po náročném pracovním dni. Hypotéza, že vlivem únavy se zhoršují projevy u symptomatické heteroforie byla potvrzena.

Hypotéza, že únava více ovlivňuje refrakci presbyopických osob nebyla provedeným experimentem potvrzena.

K dosažení cílů bakalářské práce jsem využila dostupnou literaturu a provedla experiment.

## Seznam použitých zkratek

OP: oko pravé

OL: oko levé

VN: visus naturalis

BI: báze in

BO: báze out

BU: báze up

BD: báze down

NPA: blízký bod akomodace

dpt: dioptrie

pdpt: prizmatická dioptrie

## Seznam použité literatury

- [1] PAULÍK, Karel. Psychologie lidské odolnosti. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2017. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5646-2.
- [2] HÁČIK, Lubomír. Lidská výkonnost a omezení. Brno: Cerm, 2006. ISBN 80-7204-471-0.
- [3] NATHAN, J., B.Sc. Some Aspects of Visual Fatigue. The Australian Journal of Optometry. July 1961. Page 332-362.
- [4] PASTUCHA, Dalibor. Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4837-5.
- [5] KŘIVOHLAVÝ, Jaro. Optimismus, pesimismus a prevence deprese. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4007-2.)
- [6] O'CONNOR, Margaret a Sanchia ARANDA. Paliativní péče: pro sestry všech oborů. Vyd. 1. české. Praha: Grada, 2005. Sestra (Grada). ISBN 80-247-1295-4.
- [7] JEPPESEN, Human Performance and Limitations. Frankfurt: Jeppesen,. ISBN 0-8848763-3.
- [8] BUBL, E., KAREN, E., EBERT, D., BACH, M., VAN ELST, L. T. Seeing Gray When Feeling Blue? Depression Can Be Measured in the Eye of the Diseased. Biological Psychiatry, Volume 68, 2010. Issue 2. 205-208.
- [9] ADAM, Zdeněk, VORLÍČEK, Jiří a Yvona POSPÍŠILOVÁ (eds.). Paliativní medicína. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0279-7.
- [10] LUKÁŠ, Karel a Aleš ŽÁK. Chorobné znaky a příznaky: diferenciální diagnostika. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-5067-5.
- [11] LUKEŠOVÁ, MUDr Šárka. JAK BOJOVAT S ÚNAVOU?. Interní medicína pro praxi, 2008, 536-538.
- [12] MACHOVÁ, J. Biologie člověka pro učitele. Praha. Karolinum, 2008. ISBN 978-80-7184-867-7
- [13] LÁTALOVÁ, Klára, Dana KAMARÁDOVÁ a Ján PRAŠKO. Suicidialita u psychických poruch. Praha: Grada, 2015. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4305-9.
- [14] ROZSYPAL, Hanuš. Základy infekčního lékařství. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015. ISBN 978-80-246-2932-2.
- [15] KUČHYNKA, Pavel. Oční lékařství. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.



- [16] ŠIKL, Radovan. Zrakové vnímání. Praha: Grada, 2012. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- [17] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. Fyziologie oka a vidění. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
- [18] WOLFF, Harold G. Headache and other head pain. 2. Ed. New York: Oxford University Press, 1963.
- [19] FLEURY M., BARD CH., JOBIN J., CARRIBRE L., Influence of different types of physical fatigue on visual detection task 1, Perceptual and Motor Skills, 1981, 53, 723-730.
- [20] COLLINS, J.B. Visual Fatigue and its Measurement, Ann. Occup, Hyg. Vol. 1, pp. 228-236. Pergamon Press, London. 1959 Dostupné z: <http://annhyg.oxfordjournals.org/> at Yale University on July 12, 2015
- [21] BEHNE, A. The Effects of Sleep Deprivation on Binocular Convergence and Monocular Accommodation Cantaurus, Vol. 9, 2-4, May 2001
- [22] GOLDBERG, Daniel. Computer-animated model of accommodation and theory of reciprocal zonular action. Clinical Ophthalmology. 2011, 1559-1566. DOI: 10.2147/OPHTH.S25983. ISSN 1177-5483. Dostupné také z: <http://www.dovepress.com/computer-animated-model-of-accommodation-and-theory-of-reciprocal-zonu-peer-reviewed-article-OPHTH>
- [23] KRAUS, Hanuš. Kompendium očního lékařství. Praha: Grada, 1997. ISBN 80-7169-079-1.
- [24] ROZSÍVAL, Pavel. Oční lékařství. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-404-0.
- [25] ŠUCHA, Matúš. Dopravní psychologie pro praxi: výběr, výcvik a rehabilitace řidičů. Praha: Grada, 2013. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-4113-0.
- [26] FAUS, Pavel. Motoškola: [od získání řidičského průkazu k vyšší formě jízdy]. Praha: Grada, c2011. ISBN 978-80-247-3645-7.
- [27] REHNOVÁ, PhDr Vlasta; ČERNOCHOVÁ, Mgr Dana. Pohled dopravního psychologa.
- [28] NOVACEK, P. How Can Avionics Help Reduce Pilot Fatigue? Avionics News. April 2003. 50-54.
- [29] The relationship between thermal comfort and light intensity with sleep quality and eye tiredness by Azmoon, Hiva, Deghan, Abkari, Jafar, More. Journal of environmental and public health, 2013, Volume 2013

- [30] ROBERTSON, C.J. Effect of Fatigue on the Adjustment of the eye to near and far vision, Commander Medical Corps, United States Navy  
Staženo z : <http://archophth.jamanetwork.com/> by a University of Iowa User on 06/04/2015
- [31] WIGGINS N. P., DAUM K. M. Visual discomfort and astigmatic refractive errors in VDT use. *Journal of the American Optometric Association*. September 1991. 680-4
- [32] ROSENFELD, M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. *Ophthalmic and Physiological Optics*. Volume 31, Issue 5. September 2011. Pages 502–515.
- [33] *Visual ergonomics handbook*. Boca Raton FL: CRC/Taylor & Francis, c 2005. ISBN 1566706823
- [34] WILLIAMSON A. M., FEYERB A.-M. Moderate sleep deprivation produces impairments in cognitive and motor performance equivalent to legally prescribed levels of alcohol intoxication. *Occupational and Environmental Medicine* 57/2000. 649-655
- [35] Parihar JKS, et al. Computer & visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTS), *Med J Armed Forces India*. (2016),  
: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mjafi.2016.03.016>
- [36] Photochemistry and Photobiology. “Effects of Light-emitting Diode Radiations on Human Retinal Pigment Epithelial Cells In Vitro.” March 2013.  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1751-1097.2012.01237.x/abstract>
- [37] Werner J, Peterzell D, Scheetz AJ. Light, vision and aging. *Optom Vis Sci*, 67(3):214-229,1990.
- [38] Fatigue, Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Transport and Energy 16/10/2009 dostupné z:  
[https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/sites/roadsafety/files/specialist/knowledge/pdf/fatigue.pdf](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/specialist/knowledge/pdf/fatigue.pdf)
- [39] THE VISION COUNCIL, EYES OVEREXPOSED: THE DIGITAL DEVICE DILEMMA dostupné z  
[http://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/2416\\_VC\\_2016EyeStrain\\_Report\\_WEB.pdf](http://www.thevisioncouncil.org/sites/default/files/2416_VC_2016EyeStrain_Report_WEB.pdf)
- [40] [https://is.muni.cz/th/350408/lf\\_m/Vyskyt\\_heteroforie\\_u\\_ametropu\\_v\\_populaci\\_studentu.pdf](https://is.muni.cz/th/350408/lf_m/Vyskyt_heteroforie_u_ametropu_v_populaci_studentu.pdf)
- [41] [https://is.muni.cz/el/1411/podzim2013/MPOO0741p/um/mereni\\_heteroforie.pdf?lang=cs](https://is.muni.cz/el/1411/podzim2013/MPOO0741p/um/mereni_heteroforie.pdf?lang=cs)
- [42] <https://www.vysetreni-zraku.cz/inpage/zrakove-funkce/>

## Seznam obrázků

- [43] NOVACEK, P. How Can Avonics Help Reduce Pilot Fatigue? Avionics News. April 2003. 50-54. [cit. 8. 5. 2013]  
Dostupné z <http://www.aea.net/AvionicsNews/ANArchives/FatigueApril03.pdf>
- [44] Monitor your ergonomics with a USB device. Publikováno 26 Června, 2007.  
[cit. 4. 5. 2013]  
Dostupné z <http://gigaom.com/2007/07/26/monitor-your-er>
- [45] Computer Vision Syndrome publikováno American Optometric Association  
Staženo z: <http://www.aoa.org/patients-and-public/caring-for-your-vision/protecting-your-vision/computer-vision-syndrome?sso=y>
- [46] ROBERTSON, C.J. Effect of Fatigue on the Adjustment of the eye to near and far vision, Commander Medical Corps, United States Navy  
Staženo z : <http://archopht.jamanetwork.com/> by a University of Iowa User on 06/04/2015

## **Seznam příloh**

**Příloha 1: Tab. 28: Měření subjektu 22**

**Příloha 2: Tab. 29: Měření subjektu 23**

**Příloha 3: Tab. 30: Měření subjektu 24**

**Příloha 4: Tab. 31: Měření subjektu 25**

**Příloha 5: Tab. 32: Měření subjektu 26**

**Příloha 6: Tab. 33: Měření subjektu 27**

**Příloha 7: Tab. 34: Měření subjektu 28**

**Příloha 8: Tab. 35: Měření subjektu 29**

**Příloha 9: Tab. 36: Měření subjektu 30**

**Příloha 10: Tab. 37: Měření subjektu 31**

Příloha 1: Tab. 28: Měření subjektu 22

VN: OP: 0,8 OL: 1,0 B: 1,0

Čas měření	9:50	11:50	13:50	17:05	18:15
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,50 -0,75x176° plan -1,00x10°	-0,25 -0,50x173° plan -0,75x7°	-0,25 -0,50x172° -0,25 -0,50x9°	-0,50 -0,50x170° plan -1,00x3°	-0,50 -0,25x168° +0,25 -1,25x4°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-0,5 -0,25x140° -0,25 -0,50x10°	beze změny	beze změny	-0,75 -0,5 -0,75x5°	-0,75 -0,25x160° -0,25 -0,75x5°
<b>Visus</b>	1,5 1,5 1,5	beze změny	beze změny	1,5 1,5-2 1,5	1,5 - 2 1,5 - 2 1,5 - 1
<b>Heteroforie</b>	0,5 pdpt BU 1,5 pdpt BI	0,5 pdpt BU 1 pdpt BI	beze změny	bez nálezu 1 pdpt BI	0,5 pdpt BU 1 pdpt BI

Příloha 2: Tab. 29: Měření subjektu 23

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 – 1 B: 1,5 - 2

Čas měření	7:35	9:45	12:00	13:50	16:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,25 – 0,50x162° -0,25 -0,50x9°	plan -0,50x3° plan -0,50x2°	plan -0,25x1° +0,50 – 0,50x3°	plan -0,25x6° +0,25 -0,50x100°	-0,25 -0,50x6° +0,50 – 0,50x177°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-0,25 – 0,50x162° -0,25 -0,25x21°	-0,50 beze změny	-0,50 -0,50	-0,50 -0,50 – 0,25x21°	-0,50 -0,50
<b>Visus</b>	1,5 1,5 1,5	1,5 1,5 – 1 1,5	1,5 – 1 1,5 – 1 1,5	1,5 1,5 1,5	1,5 – 2 1,5 – 2 1,5
<b>Heteroforie</b>	5 pdpt BI 0,5 pdpt BU	beze změny beze změny	4 pdpt BI bez nálezu	4 pdpt BI bez nálezu	3 pdpt BI bez nálezu

Příloha 3: Tab. 30: Měření subjektu 24

VN: OP: 1,5 OL: 1,5 B: 1,5

Čas měření	7:50	9:45	12:00	13:50	16:00
<b>Objektivní refrakce</b>	plan -0,50x8° +0,25 -0,25x174°	-0,25 -0,50x170° -0,50 -0,75x10°	plan -0,50x166° -0,25 -0,50x9°	+0,25 -0,50x172° plan -0,75x8°	-0,25 -0,50x170° -0,50 -0,75x10°
<b>Subjektivní refrakce</b>	plan -0,25x171° plan -0,25x7°	beze změny beze změny	beze změny -0,25 -0,25x7°	beze změny beze změny	beze změny beze změny
<b>Visus</b>	1,5 1,5 1,5	beze změny	beze změny	beze změny	beze změny
<b>Heteroforie</b>	1 pdpt BT	beze změny	beze změny	beze změny	beze změny

Příloha 4 Tab. 31: Měření subjektu 25

VN: OP: 0,2 OL: 0,3 B: 0,3

Čas měření	9:30	11:50	14:00	16:15	17:15
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,00 -1,50 -0,75x41°	-2,25 -0,50x156° -2,00 -0,75x31°	-2,00 -1,50 -0,75x29°	-2,00 -1,50 -0,75x27°	-2,00 -1,50 -0,75x28°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-1,75 -1,50	-1,75 -0,50x70° -1,75	beze změny	beze změny	-1,75 -0,50x70° -1,50 -0,50x55°
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,2	beze změny	1,0 1,2 1,2	1,0 1,0 1,0	1,0 1,0 1,0
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu



Příloha 5: Tab. 32: Měření subjektu 26

VN: OP: 1,5 OL: 2,0 B: 2,0

Čas měření	9:30	12:00	14:00	16:00	17:30
<b>Objektivní refrakce</b>	0,00 0,00 0,00 -0,50x6°	0,00 0,00 0,00 -0,25x13°	+0,50 +0,50 -0,25x17°	+0,25 +0,50	+0,50 +0,50 -0,25x15°
<b>Subjektivní refrakce</b>	+0,50 +0,25	beze změny	+0,50 +0,25	+0,50 +0,50	+0,50 +0,25
<b>Visus</b>	1,5 2,0-1 2,0	1,5+ 1,5+ 2,0-1	1,5 1,5 2,0	1,5 2,0 2,0	1,5 1,5 2,0
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu

Příloha 6: Tab. 33: Měření subjektu 27

VN: OP: 0,6 OL: 0,7 B: 0,7

Čas měření	8:50	12:15	14:40	17:00	18:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-0,75 -0,75x173° -0,75 -1,25x20°	-0,75 -1,00x177° -0,75 -1,25x18°	-0,75 -0,75x178° -1,00 -1,25x24°	-1,00 -1,00x176° -0,75 -1,25x25°	-0,50 -0,75x169° -0,75 -1,00x20°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-1,00 -0,50x173° -0,50 -0,75x10°	beze změny	beze změny	-1,25 -0,50x173° -0,75 -0,75x10°	beze změny
<b>Visus</b>	1,0 1,0 1,0	beze změny	beze změny	beze změny	beze změny
<b>Heteroforie</b>	3 pdpt BI 3 pdpt BI	3 pdpt BI 5 pdpt BI	3 pdpt BI 3 pdpt BI	3 pdpt BI 4 pdpt BI	2 pdpt BI 4 pdpt BI

Příloha 7: Tab. 34: Měření subjektu 28

VN: OP: 1,2 OL: 1,2 B: 1,5-

Čas měření	9:30	12:00	13:40	16:00	18:00
<b>Objektivní refrakce</b>	0,00 -0,50x173° 0,00 0,00	+0,25 -0,50x175° +0,75 -0,50x170°	0,00 -0,50x177° +0,50 -0,50x170°	-0,25 -0,50x177° +0,25 -0,50x169°	-0,25 -0,50x177° +0,75 -0,50x169°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 0,00	0,00 +0,25 -0,25x160°	-0,25 +0,25 -0,25x169°	-0,25 plan -0,25x169°	beze změny
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,5-	1,5 1,2 1,5	beze změny	beze změny	beze změny
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu 1 pdpt BI	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu 1 pdpt BI	bez nálezu bez nálezu

Příloha 8 Tab. 35: Měření subjektu 29

VN: OP: 0,7 OL: 0,7 B: 0,8

Čas měření	8:30	12:00	13:15	14:45	17:50
<b>Objektivní refrakce</b>	0,00 -1,00x4° 0,00 -1,00x8°	-0,25 -1,25x4° 0,00 -1,25x4°	0,00 -1,25x1° -0,25 -1,25x7°	-0,50 -1,25x179° -0,75 -1,25x6°	0,00 -1,25x3° 0,00 -1,25x11°
<b>Subjektivní refrakce</b>	0,00 -1,00x4° -0,25 -0,75x8°	beze změny	beze změny	beze změny	-0,25 -1,00x4° -0,25 -1,25x8°
<b>Visus</b>	1,2 1,2 1,2	1,0+ 1,0+ 1,2	1,2 1,2 1,2	beze změny	1,2 1,0 1,2
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu bez nálezu	0,5 pdpt BI bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu	bez nálezu bez nálezu

Příloha 8: : Tab. 35: Měření subjektu 30

VN: OP: 0,8 OL: 0,6 B: 0,8

Čas měření	7:45	9:35	11:35	14:15	17:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-2,75 -0,50x147° -2,75 -0,75x26°	-2,50 -0,50x152° -2,50 -0,50x19°	-2,50 -0,50x150° -2,75 -0,75x27°	-2,50 -0,50x164° -2,50 -0,75x21°	-2,50 -0,75x158° -2,75 -0,75x21°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-2,5 -2,75	beze změny	beze změny	-2,75 -2,75	-2,75 -2,75
<b>Visus</b>	1,0 1,2 1,5	beze změny	1,0 1,0 1,2	beze změny	1,0 1,0 1,2
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu	bez nálezu

Příloha 10: Tab. 37: Měření subjektu 31

VN: OP: <0,0,5 OL: <0,0,5 B: <0,0,5

Čas měření	9:30	11:30	13:40	15:40	18:00
<b>Objektivní refrakce</b>	-7,00 -1,00x8° -5,75 -1,50x7°	-7,00 -1,00x16° -6,00 -1,25x9°	-7,00 -0,75x6° -6,00 -1,50x8°	-7,00 -1,00x16° -6,00 -1,25x9°	-7,00 -1,00x8° -5,75 -1,50x7°
<b>Subjektivní refrakce</b>	-7,00 -5,50 -1,00x3°	-7,5 -5,75 -1,00x160°	-7,5 -5,75 -1,00x160°	-7,50 -0,50x180° -5,75 -1,00x160°	-7,5 -5,75 -1,00x160°
<b>Visus</b>	1,0 1,0 1,0	beze změny	beze změny	beze změny	1,0 – 1 1,0 – 1 1,0
<b>Heteroforie</b>	bez nálezu	1 pdpt BD	1 pdpt BD	bez nálezu	bez nálezu, K TEST nestabilní
<b>Adice</b>	+1,00	+1,00	+1,50	+1,50	+1,75