

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Anna Honzíková**

**Vliv brýlí blokujících modré světlo na  
parametry spánku**

**Bakalářská práce**

Praha 2022

Autor práce: **Anna Honzíková**

Vedoucí práce: **Mgr. et. Bc. Kateřina Levínská**

Oponent práce: **Mgr. Jáchym Kolář**

Datum obhajoby: **23.5.2022**

## **Bibliografický záznam**

HONZÍKOVÁ, Anna. Vliv brýlí blokujících modré světlo na parametry spánku. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2022. 60 s., 3 přílohy. Vedoucí bakalářské práce Mgr. et. Bc. Kateřina Levínská

## **Abstrakt**

V této práci jsme se zabývali vlivem modrého světla na parametry kvality spánku. Sestavili jsme čtyřtýdenní experiment, při kterém měli probandi k dispozici brýle blokující modré světlo. Dále jsme pracovali s hodinkami značky Garmin, spánkovým deníkem sestaveným pro tento experiment a standardizovaným dotazníkem Pittsburgh Sleep Quality index (vyplněný před a po experimentu). Zkoumány byly parametry z hodinek (tepová frekvence, délka spánku, délka fází spánku, počet probuzení za noc, čas usnutí a hodnoty stresu), ze spánkového deníku (teplota ráno a večer, subjektivní kvalita spánku a únava během dne) a také z dotazníku. Experiment byl rozdělen na dvě fáze. Na první fázi bez brýlí, v níž probandi absolvovali svůj běžný spánkový režim, a na druhou s brýlemi, při které si proband vždy alespoň 90 minut před spánkem brýle nasadil a nosil je až do úplného zhasnutí. Obě fáze trvaly dva týdny. Každý den probandi vyplňovali připravený spánkový deník a také do něj vkládali informace z hodinek. Po dokončení byly výsledky obou fází porovnány. Statisticky významné parametry ( $p \leq 0.05$ ) byly průměrná tepová frekvence, tělesná teplota měřena ráno, počet probuzení za noc, subjektivní kvalita spánku, výsledky standardizovaného dotazníku, latence spánku a hodnoty stresu.

## **Klíčová slova**

Spánek, modré světlo, melatonin, červené brýle, cirkadiánní rytmus, průměrná tepová frekvence, tělesná teplota, kvalita spánku

## **Bibliografický záznam**

HONZÍKOVÁ, Anna. Blue light-blocking glasses and their effect on sleep quality parameters. Prague: Charles University, 2<sup>nd</sup> Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2022. 60 p., Supervisor of work: Mgr. et. Bc. Kateřina Levínská.

## **Abstract**

This study focused on sleep and the influence of blue light on sleep quality parameters. The experiment has been set up into a four-week research divided into two phases. Both phases were two weeks long. The first phase was without blue light blocking glasses, and the second phase with the glasses. We also worked with a Garmin smartwatch, sleep diary and standardized Pittsburgh Sleep Index questionnaire (filled out before and after the experiment). Parameters have been collected from a smartwatch (average heart rate, duration of sleep, duration of REM and NREM sleep, time of falling asleep, number of awakenings per night and stress levels), sleep diary (body temperature during night/morning, subjective quality of sleep and tiredness during the) and the Pittsburgh questionnaire. During the phase with glasses, probands had to wear them at least 90 minutes before sleeping. They could take them off only in a room without any artificial light. Every day probands filled up their sleep diary and entered information from their smartwatch. After the experiment, the data from both phases were processed and compared. Statistically significant parameters ( $p \leq 0.05$ ) were average heart rate, body temperature measured in the morning, number of awakenings per night, subjective sleep quality, results of a standardized questionnaire, sleep latency and stress levels.

## **Keywords**

Sleep, blue light, melatonin, blue light blocking glasses, average heart rate, body temperature, quality of sleep

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. et. Bc. Kateřiny Levínské, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 24.4.2022

.....

Anna Honzíkova

## **Poděkování**

Chtěla bych velmi poděkovat své vedoucí práce Mgr. et. Bc. Kateřině Levínské za všechny cenné rady, laskavost a za zodpovězení statisíce mých dotazů. Dále patří velké díky panu Hynku Medřickému za jeho pomoc, rady a za vypůjčení brýlí pro experiment. Také Ing. Janu Rohrbacherovi, který měl tu trpělivost mi vysvětlit vše o zpracování dat v Excelu, ač to jistě nebyl lehký úkol. Dále všem, kteří měli tu sílu a čas si práci přečíst a opravit prvotní chyby a gramatické nešvary. A v neposlední řadě i mému příteli Tomovi, který se mnou v tomto těžším období vše zvládnul i přesto, že ne vždy dobrovolně.

## OBSAH

<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>10</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1 SPÁNEK .....</b>	<b>12</b>
1.1 DEFINICE SPÁNKU .....	12
1.2 ŘÍZENÍ SPÁNKU .....	13
1.3 CIRKADIÁNNÍ RYTMUS .....	13
1.3.1 Zpracování světelného signálu.....	14
1.3.2 Chronotyp .....	15
1.3.3 Tělesná teplota .....	15
1.4 SPÁNKOVÉ CYKLY .....	16
1.4.1 Spánek NREM .....	17
1.4.2 Spánek REM .....	18
1.4.3 Bdění .....	19
1.5 SPÁNKOVÉ HORMONY A SPÁNKOVÝ TLAK.....	19
1.5.1 Melatonin .....	20
1.5.2 Kortizol .....	21
1.5.3 Adenosin .....	22
<b>2 MODRÉ SVĚTLO .....</b>	<b>23</b>
2.1 FYZIKÁLNÍ PODKLAD .....	23
2.1.1 Světlo v jednotkách lux.....	23
2.2 MODRÉ SVĚTLO A JEHO VLIV NA ČLOVĚKA .....	24
2.2.1 Riziko dnešní doby .....	24
2.2.2 Pozitivní vlivy modrého světla .....	25
2.2.3 Blokace modrého světla.....	26
2.2.4 Vlivy modrého světla na fyziologické parametry .....	27
<b>3 SPÁNEK A ZDRAVÍ.....</b>	<b>29</b>
3.1 ZDRAVOTNÍ KOMPLIKACE SPOJENÉ S NEDOSTATKEM SPÁNKU .....	29
3.1.1 Imunitní systém a hojení .....	29
3.1.2 Kardiovaskulární systém.....	30
3.1.3 Endokrinní a metabolický systém.....	31
3.1.4 Vztah spánku a deliria.....	31
3.1.5 Práh bolesti.....	32
3.2 PACIENT A SPÁNEK V NEMOCNICI.....	33
<b>4 CÍLE A HYPOTÉZY .....</b>	<b>35</b>
<b>5 METODIKA.....</b>	<b>36</b>
5.1 SKUPINA VYŠETŘOVANÝCH PROBANDŮ .....	36
5.2 POMŮCKY K MĚŘENÍ .....	36
5.3 MĚŘENÉ PARAMETRY .....	37
5.3.1 Parametry z hodinek Garmin .....	37
5.3.2 Spánkový deník PSQI .....	37
5.4 PRAVIDLA A PRŮBĚH EXPERIMENTU.....	38
5.5 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT .....	38

---

<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>42</b>
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>61</b>
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>62</b>



## SEZNAM ZKRATEK

ACTH	Adrenokortikotropní hormon
CNS	Centrální nervový systém
CTH	kortikoliberin
EEG	Elektroencefalografie
EMG	Elektromyografie
EKG	Elektrokardiografie
EOG	Elektrookulografie
GR	Růstový hormon
Hz	Hertz
ICHS	Ischemická choroba srdeční
IL-6	Interleukin 6
ipRGC	Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells
Lx	Lux
Nm	Nanometry
NREM	Non-rapid eye movement
PMR	Progresivní svalová relaxace
PSG	Polysomnografie
PSQI	Pittsburgh Sleep Quality index
REM	Rapid eye movement
SWS	Slow wave sleep
Tep/min	Tepová frekvence za minutu
TK	Krevní tlak

## ÚVOD

V posledních dvou letech nás zasáhla celosvětová pandemie COVID-19 a její dopady se projeví na mnoha aspektech našeho života. Její vliv se obzvláště projevil na našem zdraví, a to na psychické i fyzické úrovni.

Spousta pracovních pozic začala fungovat z domova a zaměstnanci se usadili za obrazovky počítačů. Některé firmy tuto změnu uvítaly, a i po pandemii pracuje stále mnoho zaměstnanců z domova. Dopady této změny, mezi které lze zařadit nedostatek pohybu a sociálních interakcí, menší expozici přirozeným patogenům, významně vyšší podíl času stráveného u obrazovek apod., však nelze brát za pozitivní. V literatuře je prokázáno, že právě používání moderních technologií má přímý vliv na kvalitu našeho zdraví, zejména spánku.

U obrazovek trávíme dlouhé hodiny, a to převážně ve večerních hodinách, kdy právě vliv počítačů a tabletů ovlivňuje celý náš cyklus spánku a bdění. A s příchodem pandemie COVID-19 se u dětí i dospělých zpravidla zvýšil čas za obrazovkami ať už kvůli práci, škole, nebo jako náplň volného času, přitom ostatní, zejména venkovní aktivity byly omezeny.

V této práci jsme se zaměřili na vliv modrého světla na spánek. Dále na jeho negativní ale i pozitivní dopady na náš organismus. Experiment prověřil, zda blokováním modrého světla před spaním pomocí červených brýlí (tedy brýlí blokující modré světlo) jsme schopni zlepšit objektivní i subjektivní parametry spánku. Měření proběhlo na dvanácti zdravých probandech pro ověření hypotézy, že modré světlo má negativní dopad na kvalitu spánku. Pokud by se tato hypotéza potvrdila, bylo by možné aplikovat experiment i na pacienty a zkoumat, zda má blokáce modrého světla vliv například na některé choroby pohybového systému.

V teoretické části byly shrnuty poznatky o spánku, modrém světle a jeho vlivu na nás. Zahrnuty byly i poznatky o dopadu nedostatku spánku na zdravotní stav, především na imunitní, kardiovaskulární a endokrinní systém. Dále jsme popsali spojitost s prahem bolesti, hojením a stavy delirií.

V praktické části proběhl čtyřtýdenní experiment, který hodnotil parametry spánku při vystavení modrému světle večer a po jeho blokáci pomocí brýlí, které si proband musel nasadit vždy alespoň 90 minut před spánkem. Experiment byl konzultován s expertem na světelnou hygienu p. Hynkem Medřickým, který pro

experiment poskytl červené brýle. U těchto brýlí byla jejich účinnost blokování modrého a zeleného spektra změřena, a tedy jejich funkčnost pro experiment ověřena. Objektivní hodnoty byly měřeny pomocí standardizovaného dotazníku Pittsburgh Sleep Quality Index, hodinek Garmin a spánkového deníku. Mezi objektivní parametry měřené hodinkami patřila tepová frekvence, hodnota stresu, délka REM a NREM spánku, délka mezi ulehnutím a usnutím a také počet probuzení za noc. Objektivní parametry ze spánkového deníku byly tělesná teplota před spánkem a po probuzení. Subjektivní parametry vycházely také ze spánkového deníku, kde jsme sledovali subjektivní kvalitu spánku, únavu během dne a náladu po probuzení.

Výsledky pak byly statisticky zpracovány a v diskuzi porovnávány s výsledky dalších autorů.

# 1 SPÁNEK

## 1.1 Definice spánku

Spánek jako takový lze definovat různými způsoby podle různých autorů. Každá definice může být formulována jinak, ale v podstatě se dá říct, že spánek je opakující se fyziologický děj, který charakterizuje snížená schopnost reakce na vnější podněty, snížená pohybová aktivita a tělesná teplota. Je to stav takzvaného fyziologického bezvědomí, který je důležitý pro správnou regeneraci buněk (Golbin, 2014). Jinak ho lze definovat jako cirkadiánně periodický stav, při němž dochází k typickým změnám aktivity mozku, snižuje se pohybová aktivita a objevuje se též typicky druhová poloha ve spánku. Je to reverzibilní stav, díky čemuž lze spánek odlišit od kómatu, hibernace či estivace (Nevšímalová, Šonka, 2020, s. 21). Dnes je prokázáno, že spí zatím každý prostudovaný živočich na světě (Kushida, 2013).

Miroslav Orel (2009) spánek definuje jako základní životní potřebu. Dochází k ukládání informací do dlouhodobé paměti a k regeneraci mozkových funkcí. Dokonce i plod v děloze matky spí, aby docházelo k jeho správnému vývoji. Délka spánku se pak v průběhu života mění. Dospělý člověk spí průměrně 7 až 9 hodin denně, ale novorozenec nespí až 20 hodin za den. Spánek tedy zabere dospělému člověku až 1/3 života (Orel, 2009, s. 100-101).

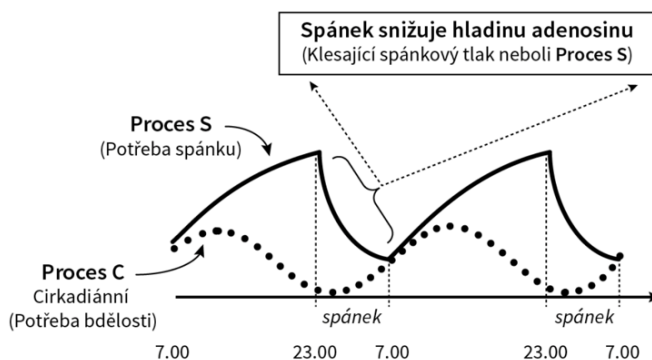
Při spánku se nám v mozku odehrává mnoho aktivních dějů. Konsolidují se vzpomínky, které získáme během dne. Informace nám pak vytváří nové synapse. Též se vyplavuje růstový hormon. Správný spánek je proto velmi důležitý u dětí, u nichž při spánkové deprivaci mohou nastat další zdravotní komplikace. To ovšem neznamená, že spánek je důležitý pouze u dětí (Panda, 2020). I u dospělých může nedostatek spánku zavinit mnoho zdravotních komplikací, jako je například vyšší výskyt depresí, diabetu a kardiovaskulárních onemocnění. Dále poruchy spánku přispívají například u seniorů i ke zhoršení kognitivních funkcí a celkovému zhoršení zdravotního stavu (Walker, 2018).

Důležitý faktor spánku je mimo kvantitu i jeho kvalita. Na spánek má vliv mnoho dalších faktorů jako jsou například věk, pohlaví, přísun kávy, psychický stav, alkohol, stres, používání elektronických zařízení a jiné. O některých z nich bude pojednáno v dalších kapitolách.

## 1.2 Řízení spánku

Střídání spánku a bdělosti je nejlépe vysvětlováno podle Borbélyho modelu řízení spánku (viz Obrázek 1). Skládá se ze dvou základních parametrů – cirkadiánního rytmu neboli procesu C a homeostatické tendence, která se kumuluje časem, během něhož jsme ve fázi bdělosti neboli procesu S (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 23). Potřeba usínání se zvyšuje, pokud se proces S blíží ke své horní hranici, a naopak při přiblížení se ke spodní hranici se probouzíme. Pokud spánek odkládáme, vytváří se tzv. spánkový dluh (Borbély et. al., 2016).

Oba rytmy jsou regulovány samostatně (Borbély et. al., 2016). Proces S je řízen ventrolaterální preoptickou oblastí hypothalamu a extracelulární hladinou adenosinu. Adenosin se v průběhu bdělosti hromadí z ATP díky zvýšené činnosti neuronů v bdělém stavu a vytváří již zmíněný spánkový dluh (Rokyta, 2015). Ten se při spánku spotřebovává a jeho hodnota klesá. Podle Obrázku 1 lze říct, že největší nutkání ke spánku je právě pokud je nejvyšší hodnota procesu S a zároveň nejnižší procesu C (Walker, 2018). Regulace procesu C je přes cirkadiánní pacemaker – suprachiasmatická jádra v hypothalamu, o kterých bude více pojednáno v kapitole cirkadiánní rytmus (Nevšimalová, Šonka, 2020). Důležité markery procesu C jsou také melatonin a bazální tělesná teplota. Interakce těchto dvou procesů určuje cyklus spánku a bdění (Borbély et. al., 2016).



**Obrázek 1-** Model spánku (Walker, 2018, s. 44)

## 1.3 Cirkadiánní rytmus

Cirkadiánní rytmus lze chápat jako tendenci k repetitivnímu střídání větší a menší fyziologické, behaviorální a psychické aktivity v průběhu času (Plháková, 2013). Patří do kategorie takzvaných biorytmů. Biorytmus je definován jako

„pravidelné, reprodukovatelné, na čase závislé změny fyziologických funkcí“ (Pflugbeil, 2009, s. 9). Biorytmy následně dělíme podle jejich délky trvání. Rozdělujeme rytmus cirkadiánní (24hodinový rytmus), ultradiánní (trvajících méně než 24 hodin, např. střídání fází spánku) a infradiánní (trvajících déle než 24 hodin) (Rokyta, 2015, s. 530).

Experiment, který potvrdil, že cirkadiánní rytmus trvá přesně 24 hodin a 15 minut, probíhal v jeskyni. Dva dobrovolníci byli ponecháni bez přístupu světla a pouze zaznamenávali dobu probuzení a usínání. Délka rytmu se ustálila právě na této hodnotě (Walker, 2018).

Řízení cirkadiánního rytmu má na starost nucleus suprachiasmaticus předního hypotalamu. Ten je považován za jeho hlavní pacemaker (Nevšimalová, Šonka, 2020). Cirkadiánní rytmy řídí nejen střídání spánku a bdění, ale i další fyziologické funkce jako například změna tělesné teploty, svalového tonu, vyplavování hormonů, rychlost metabolismu a další (Kassin, 2007). Aktivita pacemakeru je ovlivňována pomocí synchronizátorů (tzv. Zeitbergů), mezi které patří především denní světlo, ale i sociální podněty, příjem potravy a vnější teplotní rytmy (Rokyta, 2014). Dále je pak cirkadiánní rytmus zpětnovazebně řízen i melatoninem (Nevšimalová, Šonka, 2020). Důkaz toho, že cirkadiánní rytmus není řízen jenom světlem, potvrdil experiment s holotropními rostlinami. Francouzský vědec De Mairan pozoroval *Mimosa pudica* (citlivku stydlivou). Tato rostlina je typická tím, že přes den své listy vztyčí vzhůru směrem ke světlu, přes noc však listy povadnou. Během experimentu byla rostlina umístěna do sklepa, kde nebyl průchod světla možný, a přesto rostlina přes den vztyčila listy a v noci opět povadly (Walker, 2018, s. 25-26).

### ***1.3.1 Zpracování světelného signálu***

Jak jsme již zmínili, hlavním synchronizátorem cirkadiánních rytmů je světlo. Světlo putuje přes sítnici dále do mozku. Na sítnici jej zpracovávají speciální fotočivé buňky – ipRGC (intrinsically photosensitive retinal ganglion cells). Tyto buňky jsou určeny pouze pro synchronizaci suprachiasmatických jader a nezpracovávají viděný obraz. Obsahují ftopigment melanopsin a jsou nejvíce citlivé na modré světlo (460 – 480 nm). Dále světlo putuje přes tractus retinohypothalamicus nebo další vstup tractus geniculohypothalamicus z corpus geniculatum laterale (Nevšimalová, Šonka, 2020).

Při zpracování viditelného světla dochází ke zpracování signálu přes čtyřneuronovou dráhu, která vede do primární zrakové oblasti. V sítnici se nachází první tři neurony zrakové dráhy. Nejprve je světlo zpracováno tyčinkami a čípkami (fotoreceptorovými buňkami), které jsou napojené na bipolární buňky a na buňky gangliové, ty pak tvoří zrakový nerv (nervus opticus). Ten vychází ze sítnice a pokračuje skrz canalis opticus, kde dochází k částečnému křížení. Tato část se nazývá chiasma opticum. V metatalamu se přepojí na čtvrtý neuron a pokračuje do primární zrakové oblasti v occiputu (Beneš et. al., 2015; Hudák, Kachlík, 2021).

### **1.3.2 Chronotyp**

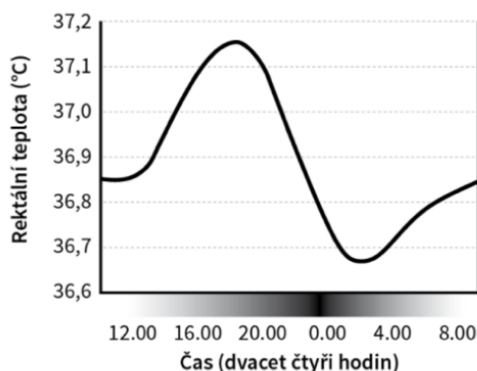
V rámci cirkadiálních rytmů rozlišujeme chronotypy neboli cirkadiální preference. Považujeme je za behaviorální projev našeho vnitřního biorytmu spánku a bdění (Randler, 2016). Lze je rozdělit na „noční sovy“, „ranní skřivany“ a na třetí skupinu, která je někde na pomezí obou. Již z názvu vyplývá, že „noční sovy“ budou preferovat usínání později v noci a vstávání za pozdnějšího dopoledne. Naopak „skřivani“ půjdou spát při západu slunce a vstávají za úsvitu. Chronotyp si nevybíráme, máme ho do jisté míry geneticky nastavený (Walker, 2018, s. 32). Dále ale hrají roli i sociokulturní podmínky, vystavení slunečnímu záření, environmentální podmínky a roční období. Pro zjištění chronotypu se vytváří sady dotazníků a podle dosaženého skóre lze určit klasifikaci jedince. Též jsou důležité i biologické markery jako je sekrece melatoninu a nejnižší bod tělesné teploty. Sekrece melatoninu se podle chronotypu zvyšuje pokaždé v jinou hodinu. U ranních typů bude začátek a vrchol melatoninové křivky dříve než u nočních, tudíž i nutkání ke spánku bude rozdílné. U tělesné teploty bylo prokázáno, že u ranních typů dochází k dosažení nejnižšího bodu v průměru o dvě hodiny dříve (Randler, 2016).

Chronotyp ale není neměnný. V průběhu věkových období dochází ke změnám. Dle studie dochází k mírnému obratu na večerní typ již v batolecím věku, ovšem největší vrchol změny vstříc večernímu typu je ve věku okolo 16 let. Změna opět nastává po období rané dospělosti, kdy se s věkem jedinec přibližuje zpět k rannímu typu (Randler et. al., 2017).

### **1.3.3 Tělesná teplota**

Jeden z dobrých příkladů funkce našich cirkadiálních rytmů je naše tělesná teplota. Během dne se pravidelně mění a jde proti melatoninovému rytmu (viz kapitola

1.5.1 Melatonin). Během noci se teplota těla snižuje a dosahuje nejnižší hodnoty okolo 3. až 4. hodiny ráno. Záleží ovšem na chronotypu (viz kapitola 1.3.1 Chronotyp). Schopnost usnout je obvykle nejvyšší, když nám teplota klesá. Naopak vrchol tělesné teploty bývá okolo 4. hodiny odpoledne (Reid, 2019). Tento cyklus se opakuje nehledě na to, zda v průběhu celé noci spíme či nikoliv. Křivka se bude měnit stále stejně. Nejedná se tedy o proces řízený samotným spánkem, ale je opět řízen z CNS suprachiasmatickým jádrem. Stejně jako rytmus spánku a bdění, či jiné čtyřiadvacetihodinové rytmy (Walker, 2018).



*Obrázek 2 – Bazální tělesná teplota – 24 hodin rytmus (Walker, 2018, s. 31)*

## 1.4 Spánkové cykly

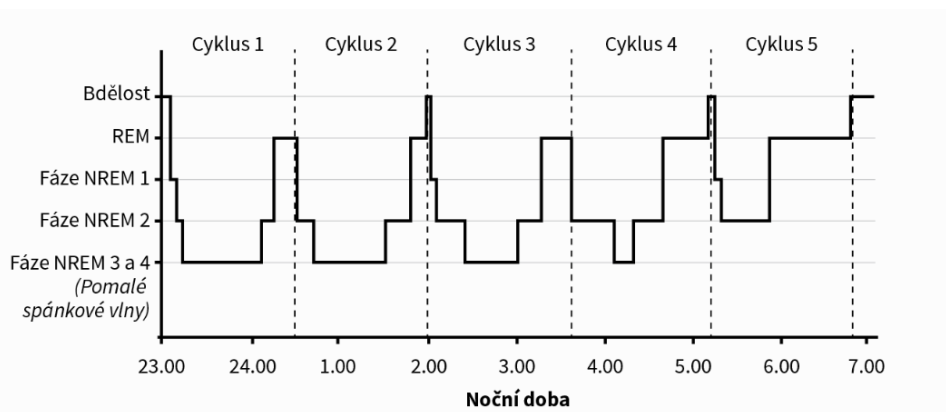
Při zkoumání spánku samotného nám pomáhá řada přístrojových metod, jako je například elektroencefalografie (EEG) na zaznamenávání elektrické aktivity mozku, elektromyografie (EMG) na zaznamenávání svalového tonu a elektrookulografie (EOG) na zaznamenání pohybu očí. Dále se také měří tepová frekvence, krevní tlak (TK), dechová frekvence apod. Vše nám pomáhá lépe rozklíčovat, jak celý spánek probíhá a k jakým dochází změnám v celé spánkové fázi (Ayers, De Visser, 2015).

Díky těmto technologiím se ukázalo, že spánek lze rozdělit na pět fází. Mezi tyto fáze patří čtyři fáze hlubokého spánku, též známého jako NREM (non – rapid eye movement) spánek, SWS (slow wave sleep) neboli pomalý spánek. A dále jedna fáze paradoxního spánku označovaný jako REM (rapid eye movement) spánek (Rokyta, 2015, s. 614).

Někteří autoři rozdělují NREM spánek pouze na tři fáze – N1 až N3, kdy právě fáze N3 vznikla spojením dvou fází, které se společně nazývají spánek pomalých vln (Nevšimalová, Šonka, 2020). Proto je někteří autoři spojují (Walker, 2018).



Za jednu noc projdeme čtyřmi až šesti cykly. Jeden cyklus se skládá ze čtyř fází NREM spánku a jedné fáze REM spánku. Celková délka cyklu se pohybuje okolo 90 minut. Poměr zastoupení REM a NREM se v průběhu noci mění. Na začátku noci až do její poloviny převažuje NREM spánek. Jakmile se přehoupneme přes půlku, většinu našeho spánkové cyklu zabere REM spánek (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 21).



**Obrázek 3** – Architektura spánku (Walker, 2018, s. 57)

### 1.4.1 Spánek NREM

NREM spánek nebo také spánek s pomalými vlnami je vývojově mladší a zpravidla jím cyklus spánku začíná. Podle EEG záznamu lze NREM spánek rozdělit na čtyři fáze. Ve spánku jimi procházíme postupně a každým stádiem se přibližujeme hlubokému spánku (Plháková, 2013, s. 90). NREM spánek tvoří u dospělého člověka okolo 75-80 % z celého cyklu (Nevšimalová, Šonka, 2020).

#### I. Stadium

První fáze spánku je přechodný stav mezi bděním a usínáním. Dá se ho též nazvat stavem somnolence. Na EEG lze pozorovat alfa vlny (8 – 13 Hz), které jsou prokládány vlnami théta (4 – 7 Hz) (Rokyta, 2015). Tato fáze trvá přibližně 1 až 10 minut a dochází k prohloubení dýchání, občasným svalovým záškubům a k poklesu svalové aktivity. V této fázi může člověka probudit i lehký stimul (Plháková, 2013; Rokyta, 2015, str. 551, 614).

## II. Stádium

Druhé stádium se stále řadí mezi lehký spánek. Mozková aktivita klesá, taktéž tepová frekvence a svalový tonus. Na probuzení člověka je již nutný větší stimul. Stadium trvá okolo 20 minut a na EEG lze pozorovat théta vlny s nízkou a střední amplitudou s příměsí spánkových vřetének s frekvencí 12 – 14 Hz a K-komplexů. Spánková vřeténka vytváří shluk vln a K – komplexy lze chápat jako pomalé velké vlny (Plháková, 2013; Rokyta, 2015 str. 551).

## III. Stádium

Třetí stádium spánku je již hluboký spánek. Na EKG lze vidět převážně vlny théta a poté i delta vlny s frekvencí 0,5 – 4 Hz. Pokračuje prohlubování a zpomalování dýchání a srdeční frekvence. Svalový tonus převažuje nízký (Plháková, 2013; Rokyta, 2015, str. 551).

## IV. Stádium

V poslední fázi zcela dominují pomalé delta vlny, které tvoří až 50 % ze záznamu. Je to fáze zcela nejhlubšího spánku (Plháková, 2013). Po jeho ukončení se vracíme zpět do stádia III.

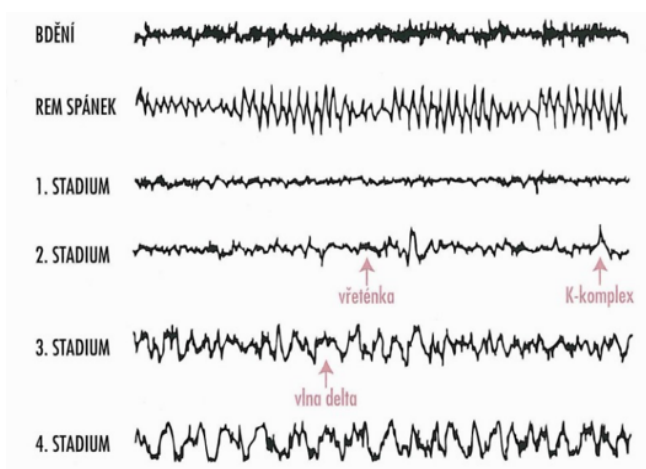
### **1.4.2 Spánek REM**

REM spánek je charakteristický chaotickým pohybem očí – z toho odvozený název „rapid eye movement“. Pohyby jsou různě četné, ale vždy bilaterálně odpovídají. V dospělosti REM spánek zastupuje asi 20 – 25 % z celého spánku. V této fázi spánku se mozková aktivita podobá bdělému stavu nebo první fázi NREM spánku. Je ovšem více nepravidelná. Na EEG lze vidět desynchronizované nízkovoltážní vlny s převahou théta vln (Nevšímalová, Šonka, 2020). V této fázi spánku dochází k dalšímu snížení svalového tonu až k tzv. svalovému ochrnutí, s výjimkou srdečního svalu, bránice, hladké svaloviny a okohybných svalů (Plháková, 2013). REM spánek lze rozlišit na fázi tonickou a fázickou. Při tonické fázi je typická atonie svalstva (mimo již zmíněných) naopak při fázi fázické lze zaznamenávat krátké drobné záškuby svalů tzv. twitches, které jsou pozorovatelné jen na EMG (Nevšímalová, Šonka, 2020).

### 1.4.3 Bdění

Bdění je fáze, kdy je náš duševní a fyzický stav plně v chodu. Psychologický slovník bdění definuje jako: „*Nezbytný předpoklad vědomí; stav připravenosti a pohotovosti organismu k reagování na vnější podněty*“ (Hartl, Hartlová, 2000).

Při této fázi je naše mozková aktivita velmi bouřlivá, rychlá a nepravidelná a lze ji nazvat jako rychlofrekvenční (Walker, 2018, s. 61). Na EEG lze vidět vlny alfa v rytmu 8 – 13 Hz a dále mohou být přítomny vlny beta, popřípadě artefakty z pohybu očí (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 58).



**Obrázek 4** - EEG aktivita (Atkinson, 2003)

## 1.5 Spánkové hormony a spánkový tlak

Spánkové hormony jsou dalšími faktory, které řídí rytmus spánku a bdění. Mezi hlavní dva patří již zmíněný melatonin a adenosin. Ale dá se říct, že sekrece většiny hormonů a endokrinní řízení má souvislost se spánkem nebo s cirkadiánním rytmem či jsou jím modifikovány. Jako například sekrece adrenokortikotropního hormonu (ACTH) a kortizolu, kdy jejich největší peak je v době po probuzení a během dne klesá. Dále i růstového hormonu (GR), který se uvolňuje převážně na začátku noci, či hormonů štítné žlázy a prolaktinu, který se nejvíce tvoří právě během spánku (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 40 – 41). Pro účely této práce se budeme více zabývat pouze dvěma hormony (melatoninem a kortizolem).

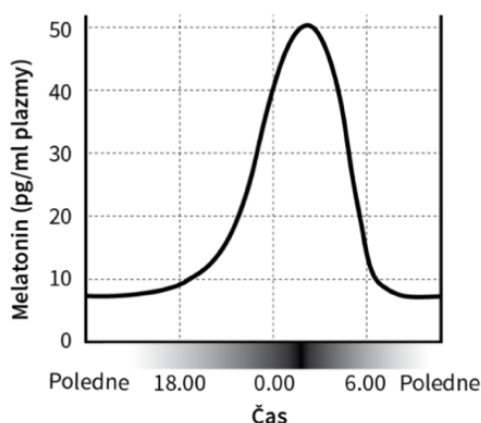
Další termín, který je důležité si popsat, je spánkový tlak. Ten vytváří nahromaděná chemická látka adenosin, který slouží jako takzvaný „chemický barometr“

a informuje náš organismus o tom, jak dlouho jsme ve stavu bdění (Walker, 2018, s. 39).

### 1.5.1 Melatonin

Melatonin je hormon, který je syntetizován v epifýze (neboli šišince) v mozku a je následně uvolňován do krve a do mozkomíšního moku (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 40). Jeho sekrece je kontrolována zpětnovazebným řízením suprachiasmatickými jádry a jeho vylučování není celý den konstantní. Má svůj vrchol, který je okolo 2 hodin ráno (viz obrázek) a pak se opět snižuje a drží si nízké hladiny přes den (Ganong, 2005). I věk je faktor, který ovlivňuje sekreci melatoninu. Děti mají největší sekreci a postupně s věkem se křivka oplošťuje (Nevšimalová, Šonka, 2020). Zjednodušeně řešeno lze říct, že mozek jeho vyplavením signalizuje, že je noc a organismus by se měl uchýlit k přípravě na spánek. Melatonin se samotného procesu spánku a usínání neúčastní, pouze tělo k procesu připravuje (Walker, 2018, s. 34 – 35).

Sekrece melatoninu je ovlivňována světlem, a to umělým i přírodním. Bez světelných podnětů večer a v noci se vyplavuje fyziologicky, jak bylo zmíněno výše (Nevšimalová, Šonka, 2020). Pokud je organismus vystaven ostrému světlu, může to mít vliv na spánkový cyklus a sekreci melatoninu, záleží ovšem v jakou denní dobu dojde k osvit. Pokud v průběhu dne, efekt není žádný. Při západu slunce a později večer způsobí osvit opoždění spánkové fáze, a tedy i vyplavení melatoninu. Naopak ráno dojde k urychlení probuzení a snížení hladiny melatoninu (Ganong, 2005).



*Obrázek 5 - Melatoninová křivka (Walker, 2018, s. 36)*

Mnoho studií, které zkoumaly vliv modrého světla na organismus zjistilo, že blokadou modrého světla před spaním dochází ke zvyšování hladiny melatoninu, a tedy

k jeho fyziologické sekreci (Sasseville et. al., 2006; Cajochen et. al., 2005; Gabel et. al., 2013; Gordijn et. al., 1999; Walker, 2018, s. 828).

Dle nových studií může mít melatoninová léčba velký význam převážně u pacientů s poruchami spojenými s poškozením melatoninového rytmu jako například Alzheimerova choroba, noční hypertenze, jet lag atd (Zisapel, 2022).

### **1.5.2 Kortizol**

Jedním z hormonů produkovaným dřením nadledvin je kortizol neboli hormon pozdního stresu. Řadí se mezi glukokortikoidy a je řízený zpětnovazebně přes hypothalamo-hypofyzární dráhu. Z hypothalamu působí kortikoliberin (CTH) na adenohipofýzu a z ní pak adrenokortikotropní hormon (ACTH) do dřeně nadledvin. ACTH je secernován ve vlnách během dne a koreluje s hladinou kortizolu, má tedy také cirkadiánní rytmus. Jeho nejvyšší hladina je ráno, a naopak večer klesá (Rokyta, 2015, s. 367).

Kortizol je sice hormon, který se zapojuje do osy stresové reakce a hraje i velikou roli v zátěži, nicméně detailnější popis funkcí kortizolu v těle je nad rámec rozsahu této práce. Důležité je však zmínit jeho propojenost se spánkem a světlem. Walker (2018), říká, že při nedostatku spánku dochází ke zvýšené aktivaci sympatické nervové soustavy a zároveň i zvýšení tvorby kortizolu, jako stresového hormonu. Další tvrzení prezentuje studie Gabel et. al. (2013), která simulovala expozicí světla svítání a zjistila, že u probandů došlo ke zlepšení a usnadnění procesu probuzení. Toto se dále spojuje se stavem větší ranní pohody. Po odebrání vzorku slin po měli probandi vyšší hodnoty slinného kortizolu. Lze tvrdit, že zvýšené hladiny kortizolu po probuzení odrážejí stresovou reakci vyvolanou právě světlem a tím lépe ráno organismus připraví na výkon.

Jiná studie říká, že po vystavení jasnému světlu ve fázi vzestupu kortizolu se jeho hladina snižuje (Jung et. al., 2010). Jsou ale i tvrzení, která prezentuje Heo et. al. (2017), říkající že vystavení světlu během noci nebo časného rána nemá žádný vliv na hladinu kortizolu.

Je zřejmé, že jsou různé studie s různými názory, jak světlo ovlivňuje či neovlivňuje hladinu kortizolu v těle. Je pravděpodobné, že výrazně záleží na intenzitě osvětlení, času, kdy k němu dochází, a délce expozice. Nelze ale popřít, že při zvýšeném stresu, za který se dá považovat i nedostatečný spánek a regenerace, dochází

ke zvyšování hladiny kortizolu a vliv světla nemá zatím jasně stanový efekt (Song et al., 2015; Walker, 2018; Lac, 2003; Rokyta, 2015).

### **1.5.3 Adenosin**

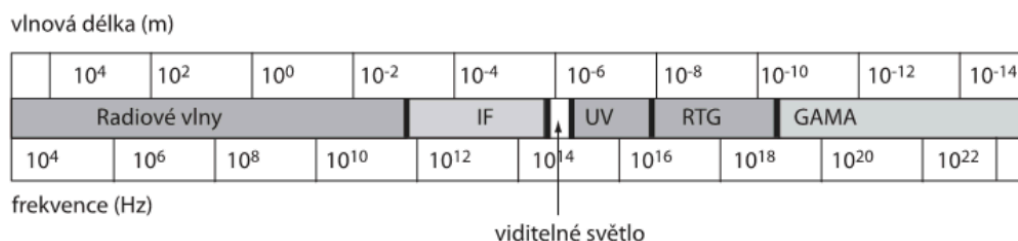
Adenosin je chemická látka, která zeslabuje aktivitu neuronů podporující bdělost v mozkovém kmeni, hypothalamu a bazálním předním mozku (Urry, Landolt, 2015). Snižování jejich aktivity má protektivní význam. Adenosin má veliký význam pro podporu usínání. Jeho koncentrace stoupá každou minutou bdělého stavu, přesněji při snižování energetických rezerv mozku během dne (Nevšímalová, Šonka, 2020). Jeho antagonistou je kofein, který má blokující efekt na adenosinové receptory a je to nejfrekventovaněji konzumovaný stimulant na světě (Urry, Landolt, 2015).

Na rozdíl od melatoninu, který se vyplavuje v pravidelných intervalech a dochází k opakovanému snižování a zvyšování jeho hladin, adenosin se kumuluje a vytváří spánkový dluh (viz kapitola 1.2 Řízení spánku). Jeho křivka tedy kontinuálně stoupá a lze ji snížit zpět jedině ve formě spánku. Znázorněno na Obrázku 1 jako proces S (Walker, 2018).

## 2 MODRÉ SVĚTLO

### 2.1 Fyzikální podklad

Světlo jako takové lze definovat jako elektromagnetické vlnění o vlnové délce v rozmezí  $10^4$  až  $10^{-14}$  m. Naše oko vnímá pouze úzkou část tohoto spektra, a to je viditelné světlo ve vlnové délce 380–760 nm (viz Obrázek 6). Vlnová délka reprezentuje barvu světla a tím i spektrum ohraničuje. Červený konec spektra je o vlnové délce 760 nm, naopak na druhé straně spektra se bavíme o barvě fialové (Beneš, 2015). Sluneční světlo obsahuje kompletní výbavu tohoto spektra a přes den se mění pouze zastoupení jednotlivých barev. K večeru ubývá modrá složka a převažuje teplá složka (červená) až do fáze tmy, kdy mizí sluneční svit (Walker, 2018).



**Obrázek 6** - světelné spektrum (Beneš, Kymplová a Vitek, 2015)

Modré světlo se v tomto spektru pohybuje v rozmezí 460 – 480 nm (Nevšimalová, Šonka, 2020, s. 158). Jeho hlavním zdrojem jsou LED žárovky nebo lampy, displeje tabletů a telefonů, se kterými se v našem každodenním životě setkáváme neustále a někdy nejvíce právě ve večerních hodinách (Walker, 2018).

#### 2.1.1 Světlo v jednotkách lux

Jednou z důležitých fyzikálních jednotek pro interpretaci intenzity světla je lux. Lux (lx) je fyzikální jednotka a říká nám, jaké množství světla dopadá na oko. Přes den jsme vystaveni až několika tisícům luxů. Přesněji, když je jasný sluneční den, intenzita světla může dosáhnout až 200 000 lx, při zataženém dni se pohybuje okolo 1000 lx a v obývacím pokoji se zataženými závěsy čítá okolo 100 lx (Panda, 2020, s. 371). I expozice světla o malé hodnotě luxů (malá lampička o síle 20 až 80 lx) může zpozdit produkci melatoninu (Walker, 2018, s. 830). Studie Cho et. al. (2016) říká, že i světlo

o 5 až 10 luxech vyvolá cirkadiánní odpověď. V této studii mělo vystavení světlu vliv na kvalitu spánku. Došlo ke zvýšení poměru lehkého spánku oproti spánku hlubokému.

## 2.2 Modré světlo a jeho vliv na člověka

V mnoha studiích byl prokázán přímý vliv modrého světla na sekreci melatoninu a na ovlivnění našeho spánkového cyklu (Bigalke et. al., 2021; Walker, 2018). Jak již bylo zmíněno výše, naše fotočivé buňky na sítnici, které synchronizují naše suprachiasmatické jádro, jsou nejcitlivější právě na krátkovlnné modré světlo (Nevšimalová, Šonka, 2020). Modrým světlem dáváme našemu suprachiasmatickému jádru vědět, že je den. Při vystavení umělému modrému světlu ve večerních hodinách, dochází k „obelhání“ našich vnitřních hodin, a tedy k opoždění či zastavení sekrece melatoninu. Tento jev může vést k různým spánkovým poruchám, jako je například nespavost (Walker, 2018).

### 2.2.1 Riziko dnešní doby

V dnešní době dochází ke stále rychlejšímu vývoji nových technologií. Dochází k tomu, že rapidně stoupá i jejich používání, a to převážně chytrých telefonů a jiných elektronických zařízení (Heo et. al., 2017). Mnoho studií diskutuje problematiku nadužívání nových technologií u různých věkových skupin (Oviedo-trespalacios et. al., 2019; Clayton et. al., 2015) a také jejich celkový dopad na organismus. Podle studie Studer et. al. (2019), která zkoumala vliv červeného a modrého světla na spánek i pozornost, se prokázalo, že pozitivní efekt na spánek mělo vystavení modrému světlu ráno, a naopak červenému ve večerních hodinách. Ve spánku došlo ke snížení pohybové aktivity a též ke snížení latence spánku (doby mezi ulehnutím a usnutím). Z tohoto tvrzení lze vyvodit, že nadměrné používání elektronických zařízení po setmění může zhoršovat kvalitu spánku i nástup spánku.

Informace o tom, jaký na nás má vliv modré světlo ve večerních hodinách, ale není novinkou. Například již studie z roku 1999 říká, že pokud se vystavíme modrému světlu ve špatnou denní dobu, tzn. ve večerních hodinách, dojde k ovlivnění cirkadiánní fáze (ovlivnění rektální tělesné teploty a hladiny melatoninu) a k celkovému fázovému opoždění. I když sledování tělesné teploty je dle této studie nutno brát s rezervou, a to hlavně u žen, u nichž tělesnou teplotu ovlivňuje i jejich cyklus (Gordijn et. al., 1999).



Poruchy spánku však nejsou jediné negativní úskalí při dlouhodobé expozici modrému světlu v noci. Dle některých výzkumů má vyšší expozice umělému světlu v noci má za následek zvýšené riziko rakoviny prsu a prostaty (Bauer et. al., 2013; Yang et. al., 2014; Kloog et. al., 2009). Autoři ale zmiňují, že pro přesnější a jasnější ověření těchto hypotéz je zapotřebí provedení více validních a podrobnějších studií.

Studie Cho et. al. (2015), která se zabývala právě problematikou modrého světla v noci – v jejich originálním znění hovoří o „artificial light at night“ – a jeho dopadem na zdraví. Do rešerše zavzali studie, které zkoumaly vliv umělého světla (tablety, televize atd.). Opět se potvrdila hypotéza, že vystavení modrému světlu v noci narušuje sekreci melatoninu, zvyšuje hladinu kortizolu, způsobuje zhoršení kvality spánku a narušení biorytmů. Tyto efekty se zvyšují s délkou expozice a s jasem. Dále potvrdili tvrzení, že i slabé modré světlo může přinést již zmíněné negativní dopady. Zdůrazňují například špatně osvětlenou ložnici, která může hrát velikou roli v nastavení našeho cirkadiánního rytmu.

V dnešní době již existuje mnoho studií, které potvrzují negativní vliv modrého světla na spánek a přináší i mnoho dalších faktů, které se světla a jeho vlivu na člověka týkají. Je tedy těžké některé tvrzení o modrém světle a jeho negativních dopadech na lidský organismus a cirkadiánní rytmus vyvrátit.

### **2.2.2 *Pozitivní vlivy modrého světla***

Modré světlo má na organismus také pozitivní vliv, pokud jsme mu vystaveni ráno a během dne. Tedy tak, jak je to fyziologicky nastaveno. V tomto případě lze čerpat klady, které nám modré světlo může nabídnout. Jak již potvrdila výše zmíněná studie Studer et. al. (2019), expozice modrému světlu ráno a červenému večer přináší benefity jak spánku, tak i pozornosti.

Vystavení modrému světlu ráno se prokázalo dle mnoha autorů jako benefiční u psychiatrických pacientů. Dle Gagné et. al. (2011) lze aplikovat modré světlo ráno jako terapii u pacientů se sezonní afektivní poruchou. Sezonní afektivní porucha má typický průběh pojící se s ročním obdobím. Na podzim a v zimě dochází k depresivní epizodě a následuje spontánní remise v létě či na jaře. Tento fakt napomohl vzniku myšlenky, že světlo hraje u této diagnózy roli (Rosenthal, 1984). Další studie zkoumala vliv světla na pacienty s velkou depresivní poruchou. Ta je doprovázená i poruchami cirkadiánního rytmu spojená s poruchou suprachiasmatického jádra. Jejich výzkum

prokázal, že pokud byli pacienti vystavením světlu ráno, zlepšila se jim nálada, snížila se sekrece kortizolu a došlo ke zlepšení spánku (Lieverse et. al., 2011).

Nelze tedy popřít, že modré světlo má své benefity pro organismus. Bohužel se ale v naší společnosti aplikuje neadekvátně a dochází k negativnímu dopadu na náš cirkadiánní rytmus.

### **2.2.3 Blokace modrého světla**

Modrému světlu je těžké se v dnešní době ve večerních hodinách vyhnout. Pokud chceme však ochránit správný chod našeho cirkadiánního rytmu, existují možnosti, jak styku s modrým světlem alespoň zamezit.

V našem experimentu jsme využili brýle blokující modré světlo od p. Hynka Medřického, který je odborníkem na světelnou hygienu, problematikou se aktivně zabývá a také navrhuje osvětlení do bytů, které odpovídá fyziologické potřebě člověka. Důležitý faktor pro světelnou spánkovou hygienu je výběr vhodných brýlí. Mnoho výrobců propaguje číré brýle s tím, že blokují modré spektrum viditelného světla. Podle ústního sdělení p. Medřického (experta na světelnou hygienu, v Praze 31.8.2021), který říká, že číré brýle nemohou blokovat modrou světelnou složku. Číré brýle blokují pouze fialovou složku, která ale nepřichází z displeje. Proto je pro blokaci modrého světla nutné použít brýle červené. Jen ty před spaním zablokují modrou a také zelenou složku viditelného světla, a tak dosáhneme správných světelných podmínek pro nastavení dostatečné hodnoty melatoninu večer a v noci.

Autoři mnoha výzkumů též vybrali ve své práci brýle blokující modré světlo, často ale zmiňovali barvu jantarovou a oranžovou, ty také blokují modré spektrum, méně však už to zelené. Ale i tak došlo po nasazení brýlí před spaním ke zlepšení vybraných parametrů spánku (Sasseville et. al., 2006; Bigalke et. al., 2021; Esaki et. al., 2016). Jako další variantu pro blokaci světla si autoři vybírali kontaktní čočky. Některé studie potvrdily funkčnost čoček (Shechter et. al., 2018; Leung et. al., 2017). Další studie ale říkají, že stále chybí konzistentní důkazy pro zavedení čoček blokujících modré světlo do klinické praxe (Vagge et. al., 2021; Lawrenson et. al., 2017).

V neposlední řadě existují i filtry blokující modré světlo. Ať už jako folie na přelepení (Palavets, Rosenfield, 2019), či jako možné softwarové nastavení v telefonu (například u značky Apple). Existuje tedy mnoho variant, jak modré světlo zablokovat a pomoci tak našemu spánku. Bylo by tedy vhodné tuto problematiku více šířit, aby se dostala do povědomí laické veřejnosti.

### 2.2.4 *Vlivy modrého světla na fyziologické parametry*

Expozice modrému světlu večer a v noci zhoršuje kvalitu spánku. To se projevuje jak subjektivními parametry, jako je subjektivní kvalita spánku, bdělost po probuzení, tak i objektivními parametry jako je spánková latence, počet probuzení za noc a další (Rafique et. al., 2020; Ostrin et. al., 2017; Knufinke et. al., 2021; Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020). Mezi objektivní parametry lze zahrnout i fyziologické parametry. Mezi tyto parametry patří například tepová frekvence, tělesná teplota a hodnota REM a NREM spánku.

Průměrná tepová frekvence je parametr řízený pomocí autonomního nervového systému, a to společnou prací sympatiku a parasympatiku. Přes den se mění podle naší denní aktivity, stresu, zátěže apod. (Stein, Pu, 2012). Aktivita sympatiku a parasympatiku se v průběhu spánkových fází mění. Při REM fázi je více aktivován sympatikus, naopak v NREM fázi se podílí více parasympatikus (Somers et. al., 1993). Cajochen et. al. (2005) ve své studii zmiňuje, že tepová frekvence je mimo jiných faktorů také velmi citlivá na světlo. Převážně hovoří o krátké vlnové délce okolo 460 nm, kdy při vystavení takové vlnové délce dochází ke zvýšení srdeční frekvence. Toto tvrzení dokládá například i další studie Luo et. al. (2022).

Tělesná teplota a její fungování v rámci cirkadiálního rytmu již byla popsána v kapitole cirkadiální rytmus. Je však důležité zahrnout i její propojení s modrým světlem. Již zmíněná studie (Cajochen et. al., 2005) hovoří o tom, že mimo tepové frekvence je na světlo citlivá i tělesná teplota. Potvrzuje tedy, že při expozici světla večer může dojít ke změně tělesné teploty. Mnoho dalších studií potvrzuje hypotézu, že modré světlo večer a v noci zvyšuje tělesnou teplotu (Holzman, 2010; Cajochen et. al., 2005; Bunnell et. al., 1992). Dále i studie Heo et. al. (2017) prokázala sledováním používání modrého a nemodrého LED světla u chytrých telefonů, že se projevila změna v tělesné teplotě právě při vystavení modrému LED světlu. Došlo k jejímu zvýšení. Walker (2018) říká, že pro správnou funkci spánku se tělesná teplota večer musí snížit. Proto večerní expozice modrému světlu škodí našemu cirkadiálnímu rytmu a nedovoluje tělu připravit se na spánek.

Otázka vlivu světla na REM a NREM spánek je stále otevřená. Mnoho studií hovoří o tom, že světlo, ať už zelené nebo modré, nemá významný vliv na fáze spánku. Může dojít k jejich mírnému ovlivnění, ale nejedná se o statisticky významné rozdíly (Münch et. al., 2006; Chellappa et. al., 2013). Novější studie Ishizawa et. al. (2021)

zkoumala vliv tří světelných podmínek (žárovkové světlo, modré světlo, brýle blokující modré světlo) hodinu před spaním na 11 zdravých mladých mužích. Sledované parametry byly celková doba spánku, délka REM a NREM spánek a subjektivní kvalita spánku (pomocí dotazníku). Výsledky ukázaly, že jediný statisticky významný efekt se projevil při osvětlení modrým světlem. Došlo k výraznému snížení hlubokého spánku. Pro porovnání při první světelné podmínce (žárovkovému světlu) byla délka hlubokého spánku 61 min. Při použití brýlí byla délka 69 min. A při vystavení modrému světlu klesla délka hlubokého spánku na 47 min. Ostatní parametry se neprokázaly jako statisticky významné. Lze tedy říct, že v této studii se modré světlo prokázalo jako statisticky významný parametr. Stále existuje ale řada studií (viz výše), které toto tvrzení popírají. Pro další ověření je nutné udělat více validních studií i na větším počtu probandů s co nejlepší možnou technologií.

## 3 SPÁNEK A ZDRAVÍ

### 3.1 Zdravotní komplikace spojené s nedostatkem spánku

Zdraví a spánek jsou dva pojmy, které se k sobě bezpochyby pojí. Jejich propojenost již byla nastíněna v prvních dvou kapitolách. Je však důležité si pro klinickou praxi více objasnit důležitost spánku pro pacienty a jaké zdravotní komplikace se mohou s nedostatkem spánku pojít nebo naopak, jak spánek funguje jako prevence. Nebudou zde podrobně popsány specifické poruchy spánku, neboť jsou již nad rámec této práce.

Mnoho autorů se snaží tuto problematiku dostat do širšího povědomí. Jsou to například Walker (2018) a Panda (2020) pomocí svých knih. Jak již bylo zdůrazněno v kapitole spánek, jedná se o proces, při němž dochází k regeneraci tkání, konsolidaci vzpomínek, vyplavování pro nás důležitých hormonů a je také nezbytný pro náš celkový dobrý vývoj (Orel, 2009; Panda, 2020; Golbin, 2014). Často ale bývá opomíjený význam spánku pro jednotlivé systémy v těle, jako například kardiovaskulární, endokrinní, metabolický nebo imunitní systém, ale i jeho propojení například s prevalencí delirií.

#### 3.1.1 Imunitní systém a hojení

Náš imunitní systém je se spánkem oboustranně propojen. Na jednu stranu spánek ovlivňuje naši vrozenou i získanou imunitu. Je také úzce propojen s prozánětlivými mediátory – cytokiny. Při spánku vrcholí produkce právě cytokinů a také indiferentních naivních T buněk. Na druhou stranu při aktivaci imunitního systému dochází ke změnám ve spánku a jeho režimu. Například při nemoci má naše tělo potřebu více spát, aby imunitní systém mohl bojovat s patogeny (Besedovsky et. al., 2019; Besedovsky et. al., 2012). Walker (2018, s. 13) říká, že pokud budeme ve spánkové deprivaci, naše tělo bude více náchylné a imunitní systém nebude tak silný. Už i starší studie prokázaly, že nucené bdění v noci snižuje aktivitu NK buněk (neboli přirozených zabíječů). Podle této studie může i několika hodinová spánková deprivace mít negativní dopad na naši imunitu (Irwin et. al., 1994).

Imunitní systém se velmi úzce pojí i s hojením. Hojení je fyziologický proces, ke kterému dochází při porušení tkáně. Podílí se na něm specifická i nespecifická imunita. Je to proces, který se skládá z mnoha fází, při kterém dochází k reakci

cév (hemostáze), fázi imunitní reakce – zánětu, proliferaci buněk a remodelaci (Ganong, 2005; Lindley et. al., 2016). Lze vyvodit, že pokud člověk bude ve spánkové deprivaci, při které dochází k oslabení imunity, tak dojde k celkově horšímu hojení. Většina dostupných studií se přímo vlivem spánku na hojení nezabývá, nebo pouze v teoretické rovině. Většina studií převážně hovoří o imunitním systému jako takovém. Zajímavá studie Redwine et. al. (2000) sledovala hladiny jednoho z cytokinů a to IL-6 (interleukinu 6) při spánkové deprivaci. Autoři zjistili, že při normálním spánku se přes noc jeho hladina zvyšuje, naopak při deprivaci dochází k jeho snižování. Ztráta spánku tedy zhoršuje imunitní procesy, jak už bylo potvrzeno i studii zmíněnými výše. Bylo by tedy dobré si uvědomit, že tento fakt platí i u úrazů nebo například u akutního výhřezu plotýnky. Pokud bude takový pacient ve spánkové deprivaci, jeho imunitní systém bude oslaben a nebude plně zastávat svoji obranou funkci. Musíme na to tedy i při rehabilitaci myslet, abychom náročnou terapií pacienta ještě více neoslabil.

Tato problematika a spojení spánku s fungováním imunitního systému je velmi složitá a nad rámec této práce. K jejímu dalšímu rozklíčování je nutno provést více validních studií. Je však důležité tuto problematiku zmínit.

### **3.1.2 Kardiovaskulární systém**

Kvalitní a dostatečně dlouhý spánek se též doporučuje jako prevence u kardiovaskulárních chorob (ICHS, hypertenze, cerebrovaskulární choroby atd.), společně s fyzickou aktivitou, správnou stravou a nekonzumací alkoholu a jiných návykových látek. Touto problematikou se zabývala obsáhlá studie Hoevenaar-Blom et. al. (2013), která zkoumala vliv výše zmíněných faktorů na kardiovaskulární systém. Po 12 letech sledování velkého vzorku probandů (mužů i žen) došli k závěru, že při dodržení dostatečné fyzické aktivity, zdravé stravy, umírněné konzumace alkoholu a nekuřáctví lze dosáhnout snížení rizika fatálního kardiovaskulárního onemocnění o 67 % ve srovnání s dodržováním jednoho či žádného zmíněného faktoru. Při úpravě spánku (byla stanovena hodnota 7 a více hodin) se snížilo riziko o 83 %. Studie pracovala i s národním registrem, kde získávala více informací o jejich kardiologickém stavu. Jiné studie, jako například Fang et. al. (2012), zkoumaly vliv počtu hodin spánku a jejich asociaci s hypertenzí. Došli k závěru, že větší prevalence hypertenze je u jedinců, kteří spí méně jak 7 hodin ale i více jak 10 hodin. Oba extrémy tedy tělu neprospívají. Důležitým faktorem je také věk a pohlaví. Toto tvrzení podporuje i další studie jako Gottlieb et. al. (2006). V neposlední řadě i recentní studie German et. al.

(2021) potvrzuje důležitost spánku, fyzické aktivity a poukazuje na problematiku sedavých zaměstnání. Nelze tedy vyvrátit důležitost doporučené dávky spánku s ohledem na výskyt kardiovaskulárních chorob a jejich prevencí.

### **3.1.3 Endokrinní a metabolický systém**

Dále je nutné zmínit i vliv nedostatku spánku na zdravotní komplikace spojené se systémem endokrinním a metabolickým. Již studie Spiegel et. al. (1999) nastínila problém spánkové deprivace a její spojení s těmito systémy. Říká, že tolerance glukózy byla nižší při spánkové deprivaci než při stavu plného odpočinku. Stejně zjištění bylo i u hormonu thyrotropinu. Dále večerní hodnoty kortizolu byly vyšší společně s vyšší aktivitou sympatického nervového systému při spánkové deprivaci. Fakt, že při kratší době spánku dochází ke změnám v endokrinním i metabolickém systému, potvrdily i další studie (Van Cauter, L Knutson, 2008; Spiegel et. al., 2004; Rác et. al., 2018). Ty přidávají i další tvrzení, že nedostatek spánku má vliv i na zvýšenou hladinu ghrelinu (hormonu hladu) a sníženou hladinu leptinu (hormonu sytosti). S tím se i pojí růst prevalence obezity u dětí i dospělých, která je zvláště v dnešní pandemické době závažná.

### **3.1.4 Vztah spánku a deliria**

Delirium je stav, kdy dochází k poruše kvalitativního vědomí. Jsou přítomny halucinace nebo iluze a tím se tedy nejedná o stav prosté zmatenosti (Ambler, 1999). Jeho propojení s nedostatkem spánku zkoumalo mnoha autorů (Farasat et. al., 2020; Figueroa-Ramos et. al., 2009; Weinhouse et. al., 2009). Nejvíce se studie zabývají pacienty na jednotce intenzivní péče a zkoumají mechanismus a propojení mezi spánkovou deprivací a deliriem. Dnes se stále neprokázalo, zda může mít spánková deprivace roli v patogenezi deliria. Prevence a léčba spánkové deprivace může pozitivně ovlivnit stavy deliria. Je ale nutné provést rozsáhlé studie na pacientech pro další potvrzení této teorie.

Pro shrnutí je důležité si uvědomit, že spánek je propojený s celým naším organismem a má vliv na většinu systémů v našem těle. Pro prevenci výše zmíněných chorob a celkovou duševní pohodu je tedy nutné tělu dopřát doporučenou denní dávku spánku. Ta je v dospělém věku 7-9 hodin (Orel, 2009, s. 100 – 101).

### 3.1.5 Práh bolesti

Mimo vlivu spánkové deprivace na zdravotní komplikace dochází i k ovlivnění bolesti. Práh bolesti je subjektivní pocit, od kterého vnímáme podnět jako bolestivý a každý člověk ho má nastavený jinak. Můžeme definovat i jeho horní hranici, která koreluje s maximální snesitelnou bolestí. Práh bolesti se může měnit v závislosti na různých faktorech, jako je například denní doba (ráno máme práh nižší než večer), životní situace, etnická příslušnost, nebo i zda je bolest známá či nová. Na novou bolest reagujeme hůře. Dále velkou roli hraje úzkost a strach (Janáčková, 2007, s. 18 – 19). Mezi další faktory, které ovlivňují práh bolesti, je ale i spánek.

Mnoho studií zkoumá tuto problematiku jak na zdravých probandech, tak i na pacientech. Proběhla studie Onen et. al. (2001), která zkoumala reakci organismu na různé situace. Vystavili probanda celkové spánkové deprivaci, přerušení SWS a REM spánku. Záznam spánku probíhal pomocí PSG a následně byla zkoumána tepelná a tlaková bolest. Výsledky prokázaly, že totální spánková deprivace snížila práh bolesti o 8 %. I přerušováním SWS a REM spánku došlo ke snížení prahu bolesti u probandů. Rozdíly mezi měřením prahu bolesti u tepla a tlaku se neprojevíly. Byla zde ale prokázána korelace mezi deprivací a prahem bolesti.

Jiná studie Neverdahl et. al. (2021), která zkoumala vliv spánkové deprivace na práh bolesti u konkrétní diagnózy, a to u interikrální migrény (kontrolní skupinu tvořili zdraví probandi). Autoři pozorovali práh bolesti i práh tolerance bolesti u tepelného a tlakového stimulu. Výsledky ukázaly, že u zdravé kontrolní skupiny nedošlo k významnému ovlivnění žádných z měřených hodnot. U migreniků však byl efekt na snížení tlakového prahu bolesti vyšší než u kontrolní skupiny. Obecně ale lze říct, že studie neposkytla dostatek pevných důkazů pro ověření hypotézy o snižování prahu bolesti. Došlo jistě k jejímu ovlivnění, jen ne statisticky významně.

Jak ale říká studie Schuh-Hofer et. al. (2013), bylo provedeno mnoho studií s variabilními výsledky, co se týče prahu bolesti ať už mechanického nebo tepelného. Diskutuje o tom, že ostatní studie mohly být ovlivněny heterogenitou probandů a také, že neproběhlo vyšetření celého rozsahu somatosenzitivních modalit. Tato studie tedy provedla komplexní, vysoce standardizovaný a validovaný protokol. Používala aktigrafii, PSQI, dotazník úzkosti i spánkový deník a jiné pomůcky pro zpracování dat. Probandi byli před experimentem také řádně vyšetřeni. Výsledek této studie prokázal, že po spánkové deprivaci se stav únavy a úzkosti u probandů významně zvýšil a také,



že významné rozdíly byly pozorovány u nociceptivních parametrů. Převážně byla zvýšena citlivost na mechanické a tepelné nociceptivní podněty (u nenociceptivních parametrů nedošlo ke změně). Nejvýraznější pokles prahu byl u studené bolesti – chladová hyperalgezie. Byla to první studie, kde chladová hyperalgezie vyšla jako nejvýznamnější parametr. Experiment probíhal pouze jednu noc. Je možné, že po delší spánkové deprivaci by vyšly jiné parametry jako statisticky významnější. Nelze tu tedy popřít efekt spánkové deprivace na snížení prahu bolesti.

Práh bolesti, ač je individuální, je modulován spánkem a jeho nedostatkem. I když se některé studie liší v názorech, stále valná většina najde jakousi korelaci mezi těmito dvěma parametry a měli bychom na to myslet i v naší terapii. Pacient může být nevy spalý, zejména při hospitalizaci v nemocničním zařízení (více viz další kapitola), a je nutné tomu tedy i popřípadě přizpůsobit cvičení a průběh fyzioterapie. Dle Farauta et. al. (2015) a jeho studie lze ale využít zdřímnutí přes den pro obnovení prahu bolesti do původní hodnoty před spánkovou deprivací. U velmi bolestivých pacientů, kteří mají problém se spaním v noci, je možné jim doporučit zdřímnutí si přes den, které může pomoci jejich stavu.

## 3.2 Pacient a spánek v nemocnici

Jak již bylo řečeno, spánek hraje důležitou roli v rámci našeho zdraví. V praxi se často stáváme se stížnostmi pacientů na nemožnost spánku, či pouze spánku v nekvalitním rozsahu. Z výše zmíněných informací vyplývá, že kvalitní spánek by mohl napomoci lepšímu hojení i rekonvalescenci pacientů v nemocničních zařízeních.

Jedna z prvních větších studií Wesselius et. al. (2018), která zkoumala kvalitu a množství spánku u více jak dvou tisíc pacientů v nemocnici zjistila, že všechny aspekty kvality spánku, které byly měřeny se v průběhu jejich hospitalizace zhoršily. Nejčastější rušivý faktor uváděli jako hluk pocházející od ostatních pacientů, dále probuzení personálem, návštěvy toalet. Pouze 28 % uvedlo, že se ráno probudilo spontánně. Fakt, že v nemocnicích není možný optimální spánek podporují i menší studie jako Manian, Manian (2015) či Boonstra et. al. (2011). Jiné studie jako například Pilkington (2013) se pak zabývaly i přímo rušivými faktory. Došli k závěru, že jde o více faktorů, jako je bolest, ruch, osvětlení ale i stres a úzkost z místa nemocnice.

Je ovšem otázkou, jak pro pacienty zpříjemnit pobyt v nemocnici, a tedy i zlepšit kvalitu jejich spánku pro lepší rekonvalescenci. Proběhla studie Gandolfi et. al. (2020), která zkoumala u pacientů na JIP, zda má vliv podání perorálního melatoninu na kvalitu

jejich spánku. Studie byla randomizovaná, placebem kontrolovaná a dvojitě zaslepená. Kvalita spánku byla hodnocena pomocí dotazníku Richard Campbell Sleep Questionnaire. Výsledky prokázaly zlepšení kvality spánku u pacientů, kteří přijímali melatonin, ač nedošlo ke změně v délce spánku. Ze vzorku krve se prokázalo jeho zvýšení. Lze to ale považovat za jednu z možností, jak alespoň subjektivně zlepšit kvalitu spánku. Toto tvrzení potvrdila i další studie Shilo et. al. (2009).

Zlepšení kvality spánku by bezesporu zlepšilo i kvalitu zdravotního stavu hospitalizovaných. Je však otázkou, do jaké míry je zlepšení podmínek na spánek v nemocnicích proveditelné a také na jakých odděleních je to vůbec možné. Bylo by potřeba provést další validované studie a více se o problematiku zajímat. Poté může dojít k pokroku v této oblasti, a tedy i zlepšení zdravotního stavu hospitalizovaných pacientů.

## 4 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem této práce bylo zjistit, zda při blokování modrého světla před spaním pomocí speciálních brýlí dojde ke zlepšení parametrů spánku, a to jak subjektivních, tak i objektivních. Měření bude probíhalo celkem čtyři týdny za pomoci již zmíněných brýlí a hodinek značky Garmin.

Pro naši práci jsme stanovili následující hypotézy:

**H1:** Díky blokování modrého světla před spánkem dojde během noci ke snížení průměrné tepové frekvence.

**H2:** Díky blokování modrého světla dojde k poklesu tělesné teploty ve večerních hodinách.

**H3:** Díky blokování modrého světla dojde ke zlepšení subjektivní kvality spánku měřené pomocí spánkového deníku a zlepšení výsledků z PSQI.

## 5 METODIKA

### 5.1 Skupina vyšetřovaných probandů

Experimentu se zúčastnilo celkem 12 probandů (7 žen a 5 mužů) ve věku od 21 do 40 let ( $26,8 \pm 6$ ). Žádný z probandů v anamnéze neuvedl žádný vážný zdravotní problém, který by mohl zkreslit výsledky měření. Probandi byli poučeni o pravidlech měření a souhlasili s pokyny i se zveřejňováním dat, které obdrželi před uskutečněním experimentu (informovaný souhlas je k naleznutí v přílohách).

### 5.2 Pomůcky k měření

Pro měření experimentu měli všichni probandi k dispozici hodinky značky Garmin, které dokážou měřit základní parametry spánku (tj. tepová frekvence, délka spánku, čas usnutí, délka hlubokého spánku apod.) a dále brýle blokující modré světlo od společnosti design-light.cz. Brýle blokují vlnové délky 460 – 580 nm, na které je náš cirkadiánní rytmus citlivý a díky tvaru brýlí světlo nedopadá z boku, seshora, zespona ani okolo nosu. Výběr brýlí byl konzultován s odborníkem v rámci osvětlení a spánkové hygieny, s panem Hynkem Medřickým.



**Obrázek 7** - brýle blokující modré světlo. Dostupné z <http://www.design-light.cz/cervene-bryle-filtr-modreho-svetla.html#>

Probandi na začátku experimentu dostali k dispozici excelovou tabulku, do které doplňovali hodnoty zjištěné z hodiněk. Konkrétně se jednalo o délku spánku, čas usnutí, délku lehkého a hlubokého spánku a úroveň stresu. Dále byli do tabulky zahrnuti parametry ze spánkového deníku. Spánkový deník zahrnoval informace o času ulehnutí,

času usnutí, subjektivní hodnocení kvality spánku, užívání alkoholu či kávy apod. (Janků et. al., 2020).

V neposlední řadě před začátkem a po ukončení experimentu probandi vyplnili standardizovaný dotazník Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), který je speciálně navržený pro měření kvality spánku v časovém intervalu jednoho měsíce. Dotazník se skládá z 19 jednotlivých položek, ty dávají dohromady 7 složek hodnocení, které vytvářejí jedno globální skóre a jeho dokončení trvá 5 až 10 minut. Skóre se pohybuje mezi 0 a 21. Při dosažení skóre 0 má proband ideální kvalitu spánku. Skóre 6 označuje hranici pro příznaky nespavosti. Čím vyšší skóre je dosaženo, tím horší je kvalita spánku (Buysse et. al., 1989). Při hodnocení experimentu byly porovnávány hodnoty z této tabulky zaznamenané s použitím a bez použití brýlí.

### 5.3 Měřené parametry

Výběr parametrů pro tuto studii vychází primárně z hodnot naměřených z hodinek, spánkového deníku a PSQI.

#### 5.3.1 *Parametry z hodinek Garmin*

Mezi základní parametry, které byly sledovány, patří tepová frekvence (tep/min). Dále jsme sledovali čas usnutí, délku lehkého, hlubokého a celkového spánku v hodinách, počet probuzení za noc a v neposlední řadě úroveň stresu. Hodnota úrovně stresu se získá analýzou variability klidové tepové frekvence. Hodnota stresu je číselně znázorněna a to od 1 do 100. Klidový stav je definován na stupnici od 0 do 25, nízký stres od 26 do 50, stav středního stresu od 51 do 75 a vysoký stres od 76 do 100. Hodnotu ovlivňuje mimo tepové frekvence i spánek, fyzická aktivita, výživa atd. Jedná se o automaticky vypočítaný parametr softwarem hodinek Garmin. Tento parametr musel být zapsán do tabulky ihned po probuzení, aby hodnota byla přesná. Pokud by došlo k opoždění, stresové hodnoty by se již mohly zvýšit díky ranní aktivitě.

#### 5.3.2 *Spánkový deník PSQI*

Spánkový deník byl vytvořen v podobě excelové tabulky. Sledované parametry byly čas ulehnutí do postele, subjektivní kvalita spánku, nálada po probuzení, únava během dne, tělesná teplota ráno a večer a zda byl konzumován alkohol (Nevšímalová, Šonka, 2020 s. 53). Všechny měřené parametry jsou obsaženy v příloze spolu se souhrnnou excelovou tabulkou. U parametru subjektivní kvalita spánku a nálada

po probuzení měli probandí na vybranou ze škály – velmi špatná, špatná, průměrná, dobrá, velmi dobrá a výborná. Při zpracování dat jsme následně slovní označení vyměnili za číselnou hodnotu (1 až 6). Pro únavu během dne byly na výběr k odpovědi tyto možnosti – žádná, mírná, celý den nebo až večer. Při zpracování dat jsme také tyto odpovědi nahradili číselnou hodnotou (1 až 4).

PSQI je, jak již bylo zmíněno výše, dotazník, dle kterého jsme hodnotili, zda proband trpí nespavostí a zda se nošení brýlí projeví pozitivně. Originální znění dotazníku je k nahlédnutí v přílohách.

## 5.4 Pravidla a průběh experimentu

Experiment probíhá po dobu souvislých 4 týdnů, v nichž byly sledovány subjektivní a objektivní parametry spánku. První dva týdny experimentu proband zaznamenával měřené parametry do vypracované tabulky, kterou dostal před zahájením měření. Po tuto dobu proband fungoval podle svých běžných zvyklostí, za předpokladu, že vše je v souladu s pravidly experimentu, s nimiž byl proband předem seznámen. Po dobu dalších dvou týdnů si proband nasadil alespoň 90 minut před spánkem brýle blokující modré světlo a opět parametry zapisoval do tabulky. Na začátku a na konci experimentu vyplnil standardizovaný dotazník PSQI.

Důležitá pravidla pro správné vyhodnocení experimentu byla dodržení nošení brýlí, a to i v případě, pokud proband šel po úplném zhasnutí na toaletu a potřeboval si rozsvítit, nebo pokud chtěl jít například do sprchy. Zásadní podmínkou bylo, že se v průběhu noci proband nesmí vystavit jakémukoliv světlu. Brýle si tedy mohl sundat jen v úplně zhasnuté místnosti.

A v neposlední řadě bylo kontraindikováno užívání většího množství alkoholických nápojů především ve večerních hodinách. Bylo stanoveno, že jedno pivo či jedna sklenka vína nevedí.

## 5.5 Statistická analýza dat

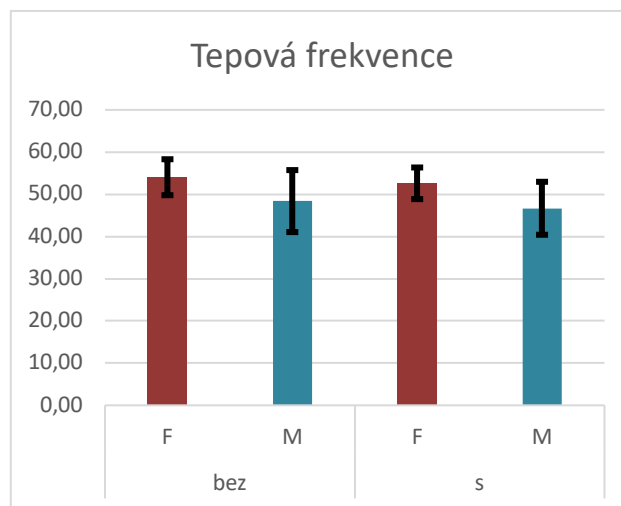
Naměřené hodnoty se zpracovávaly v programu MS Excel pro Mac (verze 16.60). Hladina statistické významnosti byla stanovena při  $p \leq 0.05$ . Výpočty probíhaly za asistence zkušeného statistika Ing. Jana Rohrbachera.

## 6 VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Statisticky významný rozdíl před a po intervenci byl prokázán u parametrů průměrná tepová frekvence, subjektivní kvalita spánku, počet probuzení za noc, průměrný čas ulehnutí vs. usnutí, teplota ráno, průměrná hodnota stresu ve spánku a u standardizovaného dotazníku (viz Tabulka 1).

Parametry, u nichž k významným statistickým změnám nedošlo ( $p < 0,05$ ), byly únava během dne, průměrná délka NREM a REM spánku a průměrná délka spánku. U parametrů nálada po probuzení a tělesná teplota před spaním se výsledky blíží hranici statistické významnosti, jsou ale bohužel těsně statisticky nevýznamné (viz Tabulka 1).

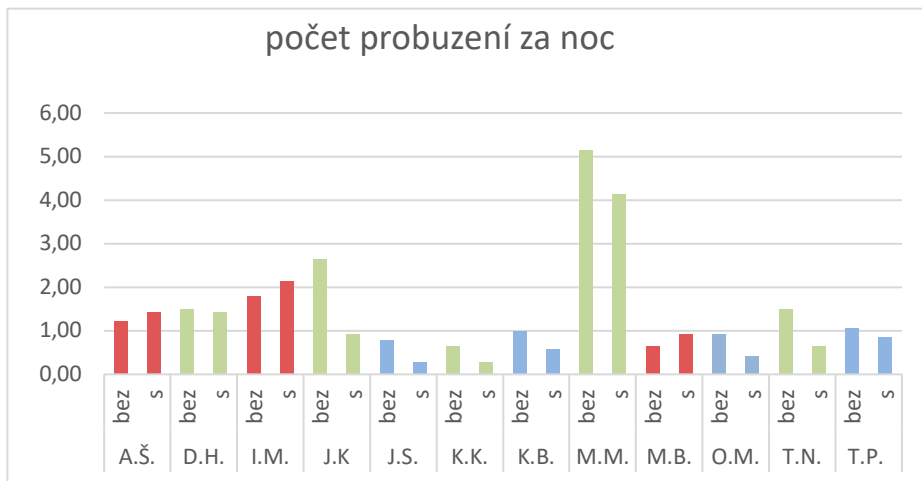
Jak bylo již popsáno výše, u parametru tepové frekvence došlo k signifikantnímu zlepšení. Frekvence poklesla z průměrné hodnoty všech probandů z 51,7 tep/min na 50,1 tep/min. Na grafu č. 1 lze sledovat, že ženy začínaly s počáteční frekvencí vyšší a to 54,04 tep/min a klesly na hodnotu 52,60 tep/min. Naopak muži začínali na tepové frekvenci 48,39 tep/min, která se snížila na frekvenci 46,68 tep/min. **Hypotéza H1 byla potvrzena.**



**Graf 1** - průměrná tepová frekvence bez a s brýlemi v závislosti na pohlaví. Znázorněno i se směrodatnou odchylkou. (zdroj: vlastní zpracování)

Počet probuzení za noc se při použití brýlí u probandů snížil (Graf 2). Pouze u tří probandů došlo k jeho zvýšení (znázorněno červenou barvou), u ostatních probandů došlo ke snížení (znázorněno zeleně a modře). Spolu s tímto parametrem se snížila i průměrná hodnota stresu (Graf 3). Tuto hodnotu jsme zpracovávali pouze u deseti

probandů. U dvou probandů jsme zjistili, že hodinky měří tento parametr slovně, tudíž by mohlo dojít ke špatné interpretaci výsledků. Proto jsme jejich výsledky nezahrnuli. Ke zvýšení hodnot stresu došlo pouze u jedné probandky.



**Graf 2** - počet probuzení za noc bez brýlí a s jejich aplikací. Lze vidět zlepšení u většiny probandů (značeno zeleně a modře) a pouze u 3 došlo k zvýšení počtu probuzení (znázorněno červeně). (zdroj: vlastní zpracování)

Při měření teploty ráno po probuzení a večer před spaním se prokázala statisticky významná pouze hodnota měřená ráno. Došlo k jejímu mírnému poklesu. Teplota večer se mírně snížila, ale neprokázala se jako statisticky významná. **Hypotéza H2 se nepotvrdila.**

Při měření probandka K.K. prodělala onemocnění COVID-19 a museli jsme měření v púlce experimentu pozastavit. Dokončena byla pouze fáze bez brýlí. Po zotavení z nemoci a doměření druhé poloviny experimentu se ukázalo zhoršení subjektivní kvality spánku a hodnot stresu. Dále došlo ve velké míře ke zhoršení i statisticky nevýznamných parametrů – únava během dne a nálada po probuzení (viz souhrnná tabulka, přílohy). Tělesná teplota měřená ráno se zde ale snížila a přispěla k určení tohoto parametru za statisticky významný. Lze dále diskutovat, zda na zhoršení parametrů měla přímý vliv nákaza COVID-19 nebo použití brýlí nemělo dostatečný efekt. Data probandky jsme nechali ke statistickému zpracování a jsou zavzaté do celkových výsledků.

PSQI dotazník se prokázal jako statisticky velmi významný parametr. K jeho zlepšení došlo u 11 probandů a u jednoho se číslo nezměnilo. Žádné zhoršení skóre se zde neobjevilo. Nejsignifikantnější skok se projevil u probanda J.K. Ze skóre 10 před zahájením měření, které už je za hranicí nespavosti, se dostal na skóre 2 (viz souhrnná



tabulka – přílohy). Dotazník též odráží subjektivní kvalitu spánku. Tu jsme zaznamenávali i pomocí spánkového deníku, kde nám také tento parametr vyšel jako statisticky významný. **Hypotéza H3 se nám tím potvrdila.**



**Graf 3** - průměrný stres bez aplikace brýlí a s ní. Vidíme celkový pokles hodnot stresu u probandů. Pouze u jednoho z probandů došlo k jejímu zvýšení. (zdroj: vlastní zpracování)

Měřené parametry	bez brýlí (mean +- SD)	s brýlemi (mean +- SD)	p value
pr. Ulehnutí vs. usnutí	00:18:45 ± 00:08:08	00:13:54 ± 00:03:41	0,031
počet probuzení za noc	1,57 ± 1,25	1,173 ± 1,08	0,020
subjektivní kvalita spánku	2,95 ± 0,68	2,57 ± 0,63	0,021
nálada po probuzení	2,89 ± 0,62	2,60 ± 0,65	0,057
únava během dne	2,07 ± 0,46	1,89 ± 0,43	0,117
teplota ráno	36,0 ± 0,26	35,88 ± 0,30	0,001
teplota před spaním	36,0 ± 0,42	35,94 ± 0,39	0,051
průměrná délka spánku	07:35:40 ± 00:20:58	07:38:46 ± 00:26:24	0,242
průměrná délka REM spánku	02:11:08 ± 01:21:20	02:16:00 ± 01:31:34	0,189
průměrná délka NREM spánku	01:37:19 ± 00:46:09	01:36:49 ± 00:37:59	0,463
průměrná tepová frekvence	51,69 ± 6,17	50,14 ± 5,59	0,027
průměrný stres	11,31 ± 6,24	10,09 ± 5,62	0,016
PSQI dotazník	5,92 ± 2,35	3,33 ± 1,61	0,001

**Tabulka 1**– Přehledová tabulka výsledků naměřených u jednotlivých parametrů a jejich statistická významnost. (zdroj: vlastní zpracování)

## 7 DISKUZE

V této práci jsme u probandů hodnotili objektivní i subjektivní parametry spánku za použití brýlí blokujících modré světlo. Očekávali jsme změny zvolených parametrů ve prospěch lepšího spánku.

Experiment byl sestaven na základě několika již publikovaných studií (Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020; Easki et. al., 2016; Sasseville et. al., 2006; Heo et. al., 2017). Provedli jsme úpravy dle našich podmínek, možností měření této práce a také pro aplikaci na zdravou skupinu probandů.

Dle již citovaných studií a po konzultaci s expertem na světlo a světelnou hygienu p. Hynkem Medřickým, jsme stanovili základní parametry výzkumu. Mezi tyto parametry patřila i délka experimentu, která byla pro naši studii nastavena na dobu čtyř týdnů. V těchto čtyřech týdnech byly dva týdny věnovány měření parametrů bez použití brýlí a dva s brýlemi. Dále jsme konzultovali i nastavení délky nošení brýlí před spaním. Proband byl povinen mít brýle nasazené po dobu minimálně 90 minut před spánkem. Některé studie jako Bigalke et. al. (2021) stanovovaly jasný čas, konkrétně od 18:00 hodin. Většina studií zmíněna výše měla začátek nošení brýlí variabilní. V naší studii jsme po odborné konzultaci s p. Hynkem Medřickým a po vzoru dalších studií, u kterých se čas pohyboval v rozsahu okolo 90 minut až několika hodin před spánkem, usoudili, že 90 minut je dostačující pro prověření funkčnosti brýlí a také pro praktické provedení studie (Janků et. al., 2020; Easki et. al., 2016;). Každý proband má jinak nastavený spánkový rytmus, pro někoho 90 minut před spánkem znamená nasazení brýlí ve 21:00 hodin a pro někoho později. Cílem bylo, aby každý proband měl brýle nasazené stejně dlouho.

V neposlední řadě jsme po vzoru výše uvedených studií zapojili do metodiky vyplnění spánkového deníku, který jsme upravili dle požadavků pro náš experiment. Také jsme zvolili použití standardizovaného dotazníku PSQI stejně jako mnoho dalších autorů (Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020; Rafique et. al., 2020; Jniene et. al., 2019; Ostrin et. al., 2017). Změna skóre hodnoceného dotazníkem byla po statistickém zpracování vyhodnocena jako statisticky významná. U žádného z probandů nedošlo ke zhoršení. Toto tvrzení je v souladu s výsledky výše uvedených studií. Studie Jniene et. al. (2019) zkoumala studenty medicíny při používání mobilních zařízení před spaním. Mnozí uvedli, že se zhoršila kvalita jejich spánku, což se ve studii

prokázalo i po vyplnění dotazníku PSQI. Autoři dříve publikovaných studií, které jsme prostudovali, ani v jedné z nich neuvedli, že by modré světlo večer přispívalo ke zlepšení kvality spánku dle PSQI. Naopak hovořili o tom, že se subjektivně kvalita zhoršila.

Množství studií (Henriksen et. al., 2016; Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020; Easki et. al., 2016; Sasseville et. al., 2006) využilo pro monitoring spánku aktigrafii, která zaznamenává vzorce spánku a bdění a fyzickou aktivitu v průběhu dne. Pro naši práci jsme v zájmu dostupnosti a jednoduchosti pro terénní měření substituovali aktigrafii hodinkami značky Garmin, které měří základní hodnoty spánku a tepovou frekvenci, z čehož jsme v hodnocení vycházeli. Dle studie (Fuller et. al., 2020) Garmin společně s Apple Watch měří tepovou frekvenci nejpřesněji z komerčně dostupných hodinek. Mouritzen et. al. (2020) popsala ve své studii, v níž byly poměřovány hodinky značky Garmin s polysomnografií (PSG), že hodinky nepopíší s úplnou spolehlivostí architekturu spánku (neboli spánkové cykly), ale mohou detekovat změny v nástupu spánku a v jeho konci. Celkový čas spánku byl dle studie nadhodnocen, ale i tak koreloval bez větší odchylky s PSG. Tyto parametry jsme vzhledem k těmto skutečnostem následně sledovali i v naší studii. Hodnoty REM a NREM jsme též zaznamenávali, ale počítali jsme s možnou nepřesností.

Dle výsledků našeho měření bylo u hodnot délky REM a NREM spánku vidět, že hodinky často měřily až abnormální hodnoty, které by mohly znamenat chybu v měření a přesnosti, jak bylo zmíněno výše. Proto nelze jistě říct, zda brýle měly či neměly vliv na architekturu spánku. Dle studie Münch et. al. (2006), která byla první publikovanou studií zkoumající vliv modrého světla, zeleného světla a tmy na architekturu spánku a výkonového spektra EEG, se prokázalo, že světlo (autoři používali monochromatické) má vliv na oba parametry, ale v pouze v malé míře. Toto tvrzení dále potvrdila i podobná studie Chellappa et. al. (2013), která zkoumala vliv modrého, klasického a teplého polychromatického světla na spánek a došla k podobným závěrům jako předchozí autoři. Vystavení probandů těmto typům světla nevyvolalo významné rozdíly v architektuře spánku po celou noc. Naproti tomu jiní autoři uvádějí, že po vystavení se vlivu modrého světla před spaním se ukazuje jako nejvýznamnější parametr. V jejich studii došlo ke zkrácení doby hlubokého spánku. Hluboký spánek se naopak prodlouží při jeho blokaci (Ishizawa et. al., 2021). Je možné, že se spolu se zlepšováním technologií na měření spánkových fází odkrývá i fakt, že při vystavení modrému světlu se ochuzujeme o hluboký spánek. Toto tvrzení by korelovalo

i s výsledky našeho experimentu. Je však nutné provést více validovaných studií pro potvrzení této hypotézy.

V našem výzkumu vyšla změna délky NREM i REM spánku statisticky nevýznamně. Lze tvrdit, že hodinky nebyly vhodné pro měření architektury spánku, jak již bylo zmíněno výše, tudíž nezachytily změnu ve fázích spánku. Druhou možností je, že modré světlo nemusí mít až tak veliký vliv na architekturu spánku. Pro přesnost studie a další ověření by bylo nutné použít polysomnografii a další přesnější nástroje k měření, jak bylo zmíněno ve studii Mouritzen et. al. (2020).

V naší studii se projevila jako signifikantní parametr se statistickou významností průměrná tepová frekvence. V průběhu experimentu došlo k jejímu poklesu. Jak říká studie Cajochen et. al. (2005), tepová frekvence je spolu s tělesnou teplotou ovlivňována světlem, především světlem o krátké vlnové délce a vyvolává v nás fyziologicky varovné reakce. Mimo suprese melatoninu dojde ke zvýšení tepové frekvence i tělesné teploty. V jejich experimentu vystavovali probandy v rámci dvou hodin světlu o vlnové délce 550nm, 460 nm, či nechávali tmu. Zjistili, že největší efekt na tepovou frekvenci mělo světlo o vlnové délce 460 nm. Při osvětlení probanda došlo ke zvýšení jeho tepové frekvence. Tuto hypotézu potvrzuje i studie Luo et. al. (2022). Další studie Combertaldi et. al. (2021) zkoumala u 32 mladých dobrovolníků vliv sledování sociálních sítí 30 minut před spánkem v porovnání s progresivní svalovou relaxací (PMR). Autoři zjistili, že na tepovou frekvenci sociální sítě žádný vliv neměly. Při PMR se ale tepová frekvence snížila. Lze diskutovat, zda tepová frekvence už nebyla vyšší před zahájením experimentu, díky již vytvořené adaptaci na užívání sociálních sítí před spaním i mimo experiment. Sice dle metodiky měli probandi k dispozici jednu neutrální noc před měřením, ale nemusela to být dostatečně dlouhá doba pro pokles tepové frekvence na její bazální hodnotu. Z experimentu je ale jasné, že po vysazení mobilních aparátů došlo k jejímu snížení spolu se zapojením PMR. Nelze ale jasně říct, zda snížení tepové frekvence způsobila PMR nebo vysazení telefonů. Ale jak již bylo zmíněno výše, mnoho autorů podporuje hypotézu, že při expozici modrému světlu dojde ke zvýšení tepové frekvence (Luo et. al., 2022; Stern et. al., 2018; Cajochen et. al., 2005).

V experimentu jsme mezi parametry zahrnuli i průměrnou hodnotu stresu. Tento parametr je automaticky generován hodinkami Garmin a vypočítává se s pomocí průměrné tepové frekvence, její variability a dalších parametrů jako denní aktivity, spánek atd. Spolu s průměrnou tepovou frekvencí vyšel v naší práci tento parametr jako

statisticky významný. Lze tedy říct, že hodinky při vypočítávání stresu opravdu vycházely z hodnot tepové frekvence. Ač je tento parametr automaticky generovaný z více parametrů, které mohou být nepřesné, existují studie, které potvrzují jeho validitu. Faust et. al. (2021) zkoumal ve své studii odezvy na negativní životní situace právě pomocí hodinek Garmin spolu s hodnotou stresu a dalšími parametry. Podle něj je pravděpodobné, že při psychických změnách v reakci na negativní událost, se můžou projevit změny i ve fyziologických funkcích. Probandi v našem experimentu sice neprocházeli náročnou negativní událostí, nicméně špatný spánek může vést k psychické nepohodě, a tedy i k vyšším hodnotám stresu. Walker (2018) též říká, že s nekvalitním spánkem se zvyšuje i kortizol (hormonu pozdního stresu). I další studie potvrzují užitečnost sledování úrovně stresu (Mocny-Pachońska et. al., 2020; Hehlmann et. al., 2021). V naší studii se tento parametr projevil jako statisticky významný, a proto lze říct s podporou výše zmíněných studií, že sledováním toho parametru můžeme hodnotit i kvalitu spánku. A tedy při blokování modrého světla, které zlepšuje kvalitu spánku, lze i snižovat hodnoty stresu.

Mezi další parametry měřené pomocí hodinek, které vyšly jako statisticky významné, jsou průměrný čas mezi usnutím a ulehnutím (neboli latence spánku) a počet probuzení za noc. Většina dostupných studií (Knufinke et. al., 2021; Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020) podporuje tvrzení, že brýle blokující modré světlo snižují latenci spánku. Hovoří ale o subjektivním zlepšení, které vychází ze spánkového deníku. Subjektivním zlepšením je myšleno, že probandi zaznamenávali, jak podle nich dlouho usínali a zda se to po blokování světla zlepšilo. Například ve studii Knufinke et. al. (2018), která probíhala na sportovcích a zkoumala vliv jantarových brýlí před spaním, ukázaly výsledky, že z aktigrafie nevyšel žádný rozdíl mezi latencemi spánku s brýlemi a bez nich. Ale dle spánkového deníku došlo k subjektivnímu zlepšení latence spánku o 7 minut. Dále se zlepšila i subjektivní kvalita spánku. Jiné parametry se však nezlepšily.

Výše zmíněné studie použily z větší části aktigrafii na měření objektivního hodnocení spánku. Ta může měřit přesněji než komerční hodinky Garmin. V našem experimentu byl hodnocen statisticky významný objektivní rozdíl mezi časem ulehnutí (zápis do spánkového deníku) a časem usnutí měřeným hodinkami. Mohlo dojít ke zkreslení hodnot při špatném zapsání prvního času ulehnutí. Lze diskutovat, zda by po přeměření experimentu s aktigrafií vyšel výsledek naší práce shodně nebo by výsledky odpovídaly výše zmíněným autorům (tedy by výsledky nevyšly významně).

Podle většiny autorů se v případě blokování modrého světla změnila jen subjektivní spánková latence (Knufinke et. al., 2021; Knufinke et. al., 2018; Bigalke et. al., 2021; Janků et. al., 2020).

Počet probuzení za noc jsme získávali z hodiněk a následně zapisovali do spánkového deníku, tento parametr byl vnímán tedy jako objektivní. Subjektivní počty probuzení jsme neměřili. V našem experimentu došlo tedy ke snížení počtu probuzení za noc. Podobné tvrzení publikovali autoři ve studii, která sledovala jak objektivní, tak subjektivní počty probuzení. U subjektivního parametru došlo ke staticky významnému snížení a u objektivního také došlo ke snížení, ale ne ke statisticky významnému (Bigalke et. al., 2021). Další studie tento parametr neměřily. Počet probuzení za noc může být ale ovlivněn více faktory. Ke zhoršení došlo pouze u tří probandů, z toho jeden byl rodič a udával, že ho děti po dobu druhé fáze měření hodně budily. Je tedy možné, že výsledky mohou být mírně zkreslené dalšími faktory jako je hluk, domácí mazlíčci, děti atd. I tak ale lze říct, že brýle mají efekt na snížení počtu probuzení, který se projevil se statistickou významností.

Poslední objektivně měřený parametr byla tělesná teplota. Byla měřena večer těsně před ulehnutím a ráno ihned po probuzení. Statistickou významnost jsme prokázali pouze u teploty ráno, kdy došlo k jejímu poklesu. Jak bylo popsáno výše, naše tělo prochází cyklem zvyšování a snižování teploty, který se opakuje periodicky. Večer se teplota snižuje a k ránu začne její postupné zvyšování (Walker, 2018). Hypotéza byla stanovena tak, že se večer teplota bude snižovat po nasazení brýlí a za jejich pravidelného nošení bude dále klesat. Tento parametr vyšel statisticky nevýznamný, ač došlo k mírnému poklesu teploty. Hypotéza H2 nebyla tedy potvrzena. Je možné, že byl parametr pro měření špatně nastaven. Probandi neměli stanovený přesný čas, kdy teplotu měřili, pouze měla být měřena před spaním. Rozdílné časy mohly tedy zkreslit měření. Nebo je možné, že brýle neměly výrazný vliv na tělesnou teplotu. Podle studie Heo et. al. (2017), která zkoumala expozici smartphony s modrým LED světlem či nemodrým světlem před spaním ale prokázala, že používáním modrého světla před spaním se zvyšuje tělesná teplota, a naopak při omezení modrého světla klesá. To potvrzují i další studie (Holzman, 2010; Cajochen et. al., 2005; Bunnell et. al., 1992). Tento pokles naznačují i naše výsledky, nicméně statisticky nevýznamně. Proti tomuto tvrzení jde studie Ishizawa et. al. (2021), která tvrdí, že po jejich experimentu se významně teplota nezměnila, pouze hluboký spánek se projevil jako statisticky

významný parametr. V dalších experimentech je tedy tento parametr třeba upravit, aby byl měřen s větší přesností.

Ranní teplotu jsme v experimentu brali spíše jako doplňkovou. Nakonec se ale ukázalo, že pro nás byla statisticky významná. Celková tělesná teplota probandů klesla. Sice se teplota k ránu začíná zvyšovat (Walker, 2018), je ale možné, že se zvyšovala už z nižšího výchozího čísla. Opět je ale otázkou k diskuzi, zda byl parametr správně nastaven a nebyla jeho statistická významnost i výsledkem náhody. Probandi měřili teplotu a zaznamenávali ji do spánkového deníku, ale opět neměli stanovený přesný čas nebo odstup od probuzení. Každý proband mohl vstávat s jinou hodinou a jelikož se křivka mění s časem, nemusí hodnoty probandů být u všech vypovídající.

V neposlední řadě jsme měřili i subjektivní parametry jako subjektivní kvalitu spánku, náladu během dne a únavu během dne. Statisticky významná změna nastala pouze u subjektivní kvality spánku. Tu jsme sledovali pomocí PSQI a pomocí spánkového deníku. Korelaci mezi vystavením se modrému světlu před spaním a zhoršenou subjektivní kvalitou spánku potvrdila řada autorů, a to jak u zdravých lidí, tak u pacientů s různými obtížemi (Rafique et. al., 2020; Ostrin et. al., 2017; Jniene et. al., 2019; Wei et. al., 2013). Pro posouzení tohoto parametru studie využívali PSQI. Naproti tomu studie Combertaldi et. al. (2021) tvrdí, že nedošlo k významnému zhoršení subjektivní kvality spánku při použití elektronických zařízení před spaním. Ale jak již bylo diskutováno u parametru tepová frekvence, nemusel být tento experiment nastaven dobře kvůli nedostatečně dlouhé neutrální fázi mezi částmi experimentu. Studie Van Der Lely et. al. (2015) popírá tvrzení, že se nezmění subjektivní kvalita spánku, autoři však zvolili jiný dotazník kvality spánku než PSQI. Toto tvrzení tedy nelze přesně korelovat s našimi závěry. Pro dobrou porovnatelnost by bylo třeba do našeho experimentu zahrnout i další standardizovaný dotazník pro ověření hodnot. Nelze ale popřít, že v našem experimentu došlo ke statisticky významnému zlepšení kvality spánku jak u PSQI, tak i ve spánkovém deníku.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že naše studie je v souladu s většinou dostupné odborné literatury v tom, že expozice modrému světlu před spaním jistě nepřináší benefity pro náš spánek v subjektivních ani objektivních parametrech. A vzhledem k námi prezentovaným výsledkům i k recentně publikovaným studiím pravděpodobně lze také předpokládat, že nošení červených brýlí před spaním má pozitivní vliv na náš spánek.

## ZÁVĚR

V této práci byly shrnuty teoretické poznatky o spánku a jeho důležitosti pro náš organismus v rámci zdraví. Dále i poznatky o modrém světle, jeho benefitech i negativních. Po vzoru mnoha studií jsme navrhli čtyřtýdenní experiment, který zkoumal vliv modrého světla před spaním na spánek a jeho vybrané parametry.

V tomto experimentu bylo prokázáno, že blokováním modrého světla pomocí červených brýlí před spaním, dokážeme významně zlepšit kvalitu spánku. Statisticky významné zlepšení se projevilo u parametrů průměrná tepová frekvence, subjektivní kvalita spánku, hodnoty stresu, latence spánku a počet probuzení za noc. Nejvýraznější zlepšení se prokázalo u dotazníku PSQI hodnotící kvalitu spánku a míru nespavosti a tělesné teploty měřené po probuzení. Potvrdily se dvě ze tří hypotéz. Výsledky dosažené v této studii jsme v kapitole Diskuze kriticky porovnali s dřívějšími publikacemi.

Limity naší práce spatřujeme zejména v menším okruhu probandů. K dosažení co nejpřesnějších výsledků by bylo zapotřebí zvýšit jejich počet. Dále lze také limity pozorovat v nedostupnosti více specializované technologie pro experiment. Pro lepší ověření kvality spánku by bylo možné v dalších studiích využít aktigrafii. V neposlední řadě můžeme zmínit i nemožnost provedení dalších ověřujících metod, například rozbor melatoninu ze slin, rozbor krve pro hladinu kortizolu apod. Experiment byl sestaven pro možnosti této práce a snaha byla nahradit metody, které pro nás nebyly dostupné, vhodnými alternativami.

Přínos naší studie spočívá hlavně v ověření funkčnosti červených brýlí a nastavení metodického postupu pro další výzkumy. Ty se mohou zaměřit například na to, jak kvalitnější spánek ovlivňuje bolest či výsledky dosahované při rehabilitaci a fyzioterapii pacientů.

Z našich zjištění a také z výsledků dříve publikovaných studií vyplývá, že brýlemi blokujícími modré světlo a jejich pravidelným nošením, jsme schopni pozitivně ovlivnit subjektivní i objektivní parametry našeho spánku a docílit tak kvalitnějšího spánku. To je poznatek významně důležitý v dnešní přetechizované době, kdy není možné, nebo jen s velkými obtížemi, se vyhnout osvětlení modrým světlem ve večerních hodinách a kdy většina z nás tráví dlouhé časové úseky před obrazovkou televize nebo počítače.



## REFERENČNÍ SEZNAM

- AYERS, Susan a Richard DE VISSER. *Psychologie v medicíně*. Přeložil Helena HARTLOVÁ. Praha: Grada Publishing, 2015. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-5230-3.
- AMBLER, Zdeněk. *Neurologie: pro studenty všeobecného lékařství*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-718-4885-9.
- BAUER, Sarah E, Sara E WAGNER, Jim BURCH, Rana BAYAKLY a John E VENA. A case-referent study: light at night and breast cancer risk in Georgia. *International Journal of Health Geographics* [online]. 2013, 12(1), 1-10 [cit. 2022-04-03]. ISSN 1476-072X. Dostupné z: doi:10.1186/1476-072X-12-23
- BENEŠ, Jiří, Jaroslava KYMPLOVÁ a František VÍTEK. *Základy fyziky pro lékařské a zdravotnické obory: pro studium i praxi*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4712-5.
- BESEDOVSKY, Luciana, Tanja LANGE a Monika HAACK. The Sleep-Immune Crosstalk in Health and Disease. *Physiological Reviews* [online]. 2019, 99(3), 1325-1380 [cit. 2022-04-04]. ISSN 0031-9333. Dostupné z: doi:10.1152/physrev.00010.2018
- BESEDOVSKY, Luciana, Tanja LANGE a Jan BORN. Sleep and immune function. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology* [online]. 2012, 463(1), 121-137 [cit. 2022-04-05]. ISSN 0031-6768. Dostupné z: doi:10.1007/s00424-011-1044-0
- BIGALKE, Jeremy A., Ian M. GREENLUND, Jennifer R. NICEVSKI a Jason R. CARTER. Effect of evening blue light blocking glasses on subjective and objective sleep in healthy adults: A randomized control trial. *Sleep Health* [online]. 2021, 7(4), 485-490 [cit. 2022-03-01]. ISSN 23527218. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleh.2021.02.004
- BOONSTRA, Laura, Karen HARDEN, Sarah JARVIS, Stephanie PALMER, Pam KAVANAUGH-CARVETH, Joe BARNETT a Christopher FRIESE. Sleep Disturbance in Hospitalized Recipients of Stem Cell Transplantation. *Clinical Journal of Oncology Nursing* [online]. 2011, 15(3), 271-276 [cit. 2022-04-04]. ISSN 1092-1095. Dostupné z: doi:10.1188/11.CJON.271-276
- BORBÉLY, Alexander A., Serge DAAN, Anna WIRZ-JUSTICE a Tom DEBOER. The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal of Sleep Research* [online]. 2016, 25(2), 131-143 [cit. 2021-12-23]. ISSN 09621105. Dostupné z: doi:10.1111/jsr.12371

- BUNNELL, DAVID E., SCOTT P. TREIBER, NATHAN H. PHILLIPS a RALPH J. BERGER. Effects of evening bright light exposure on melatonin, body temperature and sleep. *Journal of Sleep Research* [online]. 1992, 1(1), 17-23 [cit. 2022-03-26]. ISSN 09621105. Dostupné z: doi:10.1111/j.1365-2869.1992.tb00003.x
- BUYSSE, Daniel J., Charles F. REYNOLDS, Timothy H. MONK, Susan R. BERMAN a David J. KUPFER. The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research* [online]. 1989, 28(2), 193-213 [cit. 2022-03-20]. ISSN 01651781. Dostupné z: doi:10.1016/0165-1781(89)90047-4
- CAJOCHEN, Christian, Mirjam MÜNCH, Szymon KOBIALKA, Kurt KRÄUCHI, Roland STEINER, Peter OELHAFEN, Selim ORGÜL a Anna WIRZ-JUSTICE. High Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2005, 90(3), 1311-1316 [cit. 2022-03-22]. ISSN 0021-972X. Dostupné z: doi:10.1210/jc.2004-0957
- CLAYTON, Russell B., Glenn LESHNER a Anthony ALMOND. The Extended iSelf: The Impact of iPhone Separation on Cognition, Emotion, and Physiology. *Journal of Computer-Mediated Communication* [online]. 2015, 20(2), 119-135 [cit. 2022-03-13]. ISSN 10836101. Dostupné z: doi:10.1111/jcc4.12109
- COMBERTALDI, Selina Ladina, Alexander ORT, Maren CORDI, Andreas FAHR a Björn RASCH. Pre-sleep social media use does not strongly disturb sleep: a sleep laboratory study in healthy young participants. *Sleep Medicine* [online]. 2021, 87(Version of Record 7), 191-202 [cit. 2022-03-22]. ISSN 13899457. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleep.2021.09.009
- ESAKI, Yuichi, Tsuyoshi KITAJIMA, Yasuhiro ITO, Shigefumi KOIKE, Yasumi NAKAO, Akiko TSUCHIYA, Marina HIROSE a Nakao IWATA. Wearing blue light-blocking glasses in the evening advances circadian rhythms in the patients with delayed sleep phase disorder: An open-label trial. *Chronobiology International* [online]. 2016, 33(8), 1037-1044 [cit. 2022-03-01]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.1080/07420528.2016.1194289
- FANG, J., A. G. WHEATON, N. L. KEENAN, K. J. GREENLUND, G. S. PERRY a J. B. CROFT. Association of Sleep Duration and Hypertension Among US Adults Varies by Age and Sex. *American Journal of Hypertension* [online]. 2012, 25(3), 335-341 [cit. 2022-04-05]. ISSN 0895-7061. Dostupné z: doi:10.1038/ajh.2011.201

- FARASAT, Sadaf, Jennifer J. DORSCH, Alex K. PEARCE, Alison A. MOORE, Jennifer L. MARTIN, Atul MALHOTRA a Biren B. KAMDAR. Sleep and Delirium in Older Adults. *Current Sleep Medicine Reports* [online]. 2020, **6**(3), 136-148 [cit. 2022-04-07]. ISSN 2198-6401. Dostupné z: doi:10.1007/s40675-020-00174-y
- FARAUT, Brice, Damien LÉGER, Terkia MEDKOUR, Alexandre DUBOIS, Virginie BAYON, Mounir CHENNAOUI, Serge PERROT a Manabu SAKAKIBARA. Napping Reverses Increased Pain Sensitivity Due to Sleep Restriction. *PLOS ONE* [online]. 2015, **10**(2), 1-16 [cit. 2022-04-06]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0117425
- FAUST, Luis, Keith FELDMAN, Suwen LIN, Stephen MATTINGLY, Sidney D'MELLO a Nitesh V. CHAWLA. Examining Response to Negative Life Events Through Fitness Tracker Data. *Frontiers in digital health* [online]. United states, 2021, **3**(1), 1-13 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: doi:10.3389/fdgth.2021.659088
- FIGUEROA-RAMOS, Milagros I., Carmen Mabel ARROYO-NOVOA, Kathryn A. LEE, Geraldine PADILLA a Kathleen A. PUNTILLO. Sleep and delirium in ICU patients: a review of mechanisms and manifestations. *Intensive Care Medicine* [online]. 2009, **35**(5), 781-795 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0342-4642. Dostupné z: doi:10.1007/s00134-009-1397-4
- FULLER, Daniel, Emily COLWELL, Jonathan LOW, et al. Reliability and Validity of Commercially Available Wearable Devices for Measuring Steps, Energy Expenditure, and Heart Rate: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth* [online]. 2020, **8**(9), 1-35 [cit. 2022-03-01]. ISSN 2291-5222. Dostupné z: doi:10.2196/18694
- GABEL, Virginie, Micheline MAIRE, Carolin F. REICHERT, Sarah L. CHELLAPPA, Christina SCHMIDT, Vanja HOMMES, Antoine U. VIOLA a Christian CAJOCHEN. Effects of Artificial Dawn and Morning Blue Light on Daytime Cognitive Performance, Well-being, Cortisol and Melatonin Levels. *Chronobiology International* [online]. 2013, **30**(8), 988-997 [cit. 2022-03-29]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.3109/07420528.2013.793196
- GAGNÉ, Anne-Marie, Frédéric LÉVESQUE, Philippe GAGNÉ a Marc HÉBERT. Impact of blue vs red light on retinal response of patients with seasonal affective disorder and healthy controls. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry* [online]. 2011, **35**(1), 227-231 [cit. 2022-03-13]. ISSN 02785846. Dostupné z: doi:10.1016/j.pnpbp.2010.11.009

- GANDOLFI, Joelma Villafanha, Ana Paula Altimari DI BERNARDO, Débora Augusto Valverde CHANES, et al. The Effects of Melatonin Supplementation on Sleep Quality and Assessment of the Serum Melatonin in ICU Patients: A Randomized Controlled Trial. *Critical Care Medicine* [online]. 2020, 48(12), e1286-e1293 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0090-3493. Dostupné z: doi:10.1097/CCM.0000000000004690
- GANONG, William F. Přehled lékařské fyziologie: dvacáté vydání. Praha: Galén, c2005. ISBN 80-726-2311-7.
- GERMAN, CHARLES, NOUR MAKAREM, JASON FANNING, et al. Sleep, Sedentary Behavior, Physical Activity, and Cardiovascular Health: MESA. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [online]. 2021, 53(4), 724-731 [cit. 2022-04-05]. ISSN 1530-0315. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0000000000002534
- GOLBIN, A. Z.; et al. (2004). *Sleep psychiatry*. United Kingdom: Taylor & Francis Ltd. ISBN 978-18-421-4145-8.
- GORDIJN, M. C. M., D. G. M. BEERSMA, H. J. KORTE a R. H. HOOFDAKKER. Effects of light exposure and sleep displacement on dim light melatonin onset. *Journal of Sleep Research* [online]. 1999, 8(3), 163-174 [cit. 2022-03-15]. ISSN 0962-1105. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2869.1999.00156.x
- GOTTLIEB, Daniel J., Susan REDLINE, F. Javier NIETO, Carol M. BALDWIN, Anne B. NEWMAN, Helaine E. RESNICK a Naresh M. PUNJABI. Association of Usual Sleep Duration With Hypertension: The Sleep Heart Health Study. *Sleep* [online]. 2006, 29(8), 1009-1014 [cit. 2022-04-05]. ISSN 1550-9109. Dostupné z: doi:10.1093/sleep/29.8.1009
- HARTL, Pavel a Helena HARTLOVÁ. *Psychologický slovník*. Třetí, aktualizované vydání. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0873-0.
- HEHLMANN, Miriam I., Brian SCHWARTZ, Teresa LUTZ, Juan Martín GÓMEZ PENEDO, Julian A. RUBEL a Wolfgang LUTZ. The Use of Digitally Assessed Stress Levels to Model Change Processes in CBT - A Feasibility Study on Seven Case Examples. *Frontiers in psychiatry* [online]. 2021, 12, 1-10 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: doi:https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.613085
- HENRIKSEN, Tone EG, Silje SKREDE, Ole B FASMER, et al. Blue-blocking glasses as additive treatment for mania: a randomized placebo-controlled trial. *Bipolar Disorders* [online]. 2016, 18(3), 221-232 [cit. 2022-03-22]. ISSN 1398-5647. Dostupné z: doi:10.1111/bdi.12390

- HEO, Jung-Yoon, Kiwon KIM, Maurizio FAVA, et al. Effects of smartphone use with and without blue light at night in healthy adults: A randomized, double-blind, cross-over, placebo-controlled comparison. *Journal of Psychiatric Research* [online]. 2017, 87(1), 61-70 [cit. 2022-03-13]. ISSN 00223956. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpsychires.2016.12.010
- HOEVENAAR-BLOM, Marieke P, Annemieke MW SPIJKERMAN, Daan KROMHOUT a WM Monique VERSCHUREN. Sufficient sleep duration contributes to lower cardiovascular disease risk in addition to four traditional lifestyle factors: the MORGEN study. *European Journal of Preventive Cardiology* [online]. 2013, 21(11), 1367-1375 [cit. 2022-04-05]. ISSN 2047-4873. Dostupné z: doi:10.1177/2047487313493057
- HOLZMAN, David C. What's in a Color? The Unique Human Health Effects of Blue Light. *Environmental Health Perspectives* [online]. 2010, 118(1), 1-6 [cit. 2022-03-26]. ISSN 0091-6765. Dostupné z: doi:10.1289/ehp.118-a22
- HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 5. vydání. Praha: Triton, 2021. ISBN 978-80-7553-873-4.
- CHELLAPPA, Sarah L., Roland STEINER, Peter OELHAFEN, Dieter LANG, Thomas GÖTZ, Julia KREBS a Christian CAJOCHEN. Acute exposure to evening blue-enriched light impacts on human sleep. *Journal of Sleep Research* [online]. 2013, 22(5), 573-580 [cit. 2022-03-06]. ISSN 09621105. Dostupné z: doi:10.1111/jsr.12050
- CHO, Chul-Hyun, Heon-Jeong LEE, Ho-Kyoung YOON, Seung-Gul KANG, Ki-Nam BOK, Ki-Young JUNG, Leen KIM a Eun-Il LEE. Exposure to dim artificial light at night increases REM sleep and awakenings in humans. *Chronobiology International* [online]. 2016, 33(1), 117-123 [cit. 2022-04-01]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.3109/07420528.2015.1108980
- CHO, YongMin, Seung-Hun RYU, Byeol Ri LEE, Kyung Hee KIM, Eunil LEE a Jaewook CHOI. Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment. *Chronobiology International* [online]. 2015, 32(9), 1294-1310 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.3109/07420528.2015.1073158
- IRWIN, M., MASCOVICH, A., GILLIN, J. C., WILLOUGHBY, R., PIKE, J., & SMITH, T. L. (1994). Partial sleep deprivation reduces natural killer cell activity in humans. *Psychosomatic Medicine*, 56(6), 493–498. doi:10.1097/00006842-199411000-00004

- ISHIZAWA, Masao, Takuya UCHIUMI, Miki TAKAHATA, Michiyasu YAMAKI a Toshiaki SATO. Effects of pre-bedtime blue-light exposure on ratio of deep sleep in healthy young men. *Sleep Medicine* [online]. 2021, 84(1), 303-307 [cit. 2022-03-26]. ISSN 13899457. Dostupné z: doi:10.1016/j.sleep.2021.05.046
- JANÁČKOVÁ, Laura. Bolest a její zvládnání. Praha: Portál, 2007. Rádci pro zdraví. ISBN 978-80-7367-210-2.
- JANKŮ, Karolina, Michal ŠMOTEK, Eva FÁRKOVÁ a Jana KOPŘIVOVÁ. Block the light and sleep well: Evening blue light filtration as a part of cognitive behavioral therapy for insomnia. *Chronobiology International* [online]. 2020, 37(2), 248-259 [cit. 2021-10-17]. . Dostupné z: doi:10.1080/07420528.2019.1692859
- JNIENE, Asmaa, Leila ERGUIG, Abdelkader Jalil EL HANGOUICHE, Hanan RKAIN, Souad ABOUDRAR, Mustapha EL FTOUH a Taoufiq DAKKA. Perception of Sleep Disturbances due to Bedtime Use of Blue Light-Emitting Devices and Its Impact on Habits and Sleep Quality among Young Medical Students. *BioMed Research International* [online]. 2019, 2019, 1-8 [cit. 2022-03-27]. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2019/7012350
- JUNG, Christopher M., Sat Bir S. KHALSA, Frank A. J. L. SCHEER, Christian CAJOCHEN, Steven W. LOCKLEY, Charles A. CZEISLER a Kenneth P. WRIGHT. Acute Effects of Bright Light Exposure on Cortisol Levels. *Journal of Biological Rhythms* [online]. 2010, 25(3), 208-216 [cit. 2022-03-29]. ISSN 0748-7304. Dostupné z: doi:10.1177/0748730410368413
- KASSIN, S. (2007). *Psychologie*. Computer Press. 800 s. ISBN 978-80-251-17163
- KLOOG, Itai, Abraham HAIM, Richard G. STEVENS a Boris A. PORTNOV. Global Co-Distribution of Light at Night (LAN) and Cancers of Prostate, Colon, and Lung in Men. *Chronobiology International* [online]. 2009, 26(1), 108-125 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.1080/07420520802694020
- KNUFINKE, Melanie, Arne NIEUWENHUYS, Sabine A.E. GEURTS, et al. Dim light, sleep tight, and wake up bright – Sleep optimization in athletes by means of light regulation. *European Journal of Sport Science* [online]. 2021, 21(1), 7-15 [cit. 2022-03-25]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: doi:10.1080/17461391.2020.1722255
- KNUFINKE, Melanie, Lennart FITTKAU-KOCH, Els I. S. MØST, Michiel A. J. KOMPIER a Arne NIEUWENHUYS. Restricting short-wavelength light in the evening to improve sleep in recreational athletes – A pilot study. *European Journal of Sport Science* [online]. 2018, 19(6), 728-735 [cit. 2022-03-25]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: doi:10.1080/17461391.2018.1544278
- KUSHIDA, Clete. *Encyclopedia of Sleep*. Academic Press, 2013. ISBN 9780123786104

- LAC, G. Elevated salivary cortisol levels as a result of sleep deprivation in a shift worker. *Occupational Medicine* [online]. 2003, 53(2), 143-145 [cit. 2022-03-29]. ISSN 09627480. Dostupné z: doi:10.1093/occmed/kqg028
- LAWRENSON, John G, Christopher C HULL a Laura E DOWNIE. Vliv brýlových čoček blokujících modré světlo na zrakový výkon, makulární zdraví a cyklus spánek-bdění: systematický přehled literatury. *Oční a fyziologická optika* [online]. 2017, 37 (6), 644-654 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0275-5408. Dostupné z: doi:10.1111/opo.12406
- LEUNG, Tsz Wing, Roger Wing-hong LI, Chea-su KEE a José M. GONZÁLEZ-MÉIJOME. Blue-Light Filtering Spectacle Lenses: Optical and Clinical Performances. *PLOS ONE* [online]. 2017, 12(1), 1-15 [cit. 2022-04-03]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0169114
- LIEVERSE, Ritsaert, Eus J. W. VAN SOMEREN, Marjan M. A. NIELEN, Bernard M. J. UITDEHAAG, Jan H. SMIT a Witte J. G. HOOGENDIJK. Bright Light Treatment in Elderly Patients With Nonseasonal Major Depressive Disorder. *Archives of General Psychiatry* [online]. 2011, 68(1), 61-70 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0003-990X. Dostupné z: doi:10.1001/archgenpsychiatry.2010.183
- LINDLEY, Linsey E., Olivera STOJADINOVIC, Irena PASTAR a Marjana TOMIC-CANIC. Biology and Biomarkers for Wound Healing. *Plastic and Reconstructive Surgery* [online]. 2016, **138**, 18S-28S [cit. 2022-04-08]. ISSN 0032-1052. Dostupné z: doi:10.1097/PRS.0000000000002682
- LUO, Xue, Taotao RU, Qingwei CHEN, Yun LI, Yuping CHEN a Guofu ZHOU. Influence of daytime blue-enriched bright light on heart rate variability in healthy subjects. *Chronobiology International* [online]. 2022, 39(3), 1-10 [cit. 2022-03-22]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.1080/07420528.2022.2040526
- MANIAN, Farrin A. a Cyrus J. MANIAN. Sleep Quality in Adult Hospitalized Patients With Infection: An Observational Study. *The American Journal of the Medical Sciences* [online]. 2015, **349**(1), 56-60 [cit. 2022-04-04]. ISSN 00029629. Dostupné z: doi:10.1097/MAJ.0000000000000355
- MCFADDEN, E., M. E. JONES, M. J. SCHOEMAKER, A. ASHWORTH a A. J. SWERDLOW. The Relationship Between Obesity and Exposure to Light at Night: Cross-Sectional Analyses of Over 100,000 Women in the Breakthrough Generations Study. *American Journal of Epidemiology* [online]. 2014, 180(3), 245-250 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0002-9262. Dostupné z: doi:10.1093/aje/kwu117
- MEDŘICKÝ, Hynek, expert světelnou hygienu [ústní sdělení]. Praha, 31.8.2021

- MOCNY-PACHOŇSKA, Katarzyna, Rafał DONIEC, Agata TRZCIONKA, et al. Evaluating the stress-response of dental students to the dental school environment. *PeerJ* [online]. 2020, 1(1), 1- 19 [cit. 2022-03-24]. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.8981
- MOURITZEN, Nanna J., Lisbeth H. LARSEN, Maja H. LAURITZEN, Troels W. KJÆR a Raffaele FERRI. Assessing the performance of a commercial multisensory sleep tracker. *PLOS ONE* [online]. 2020, 15(12), 1-12 [cit. 2022-03-01]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0243214
- MÜNCH, Mirjam, Szymon KOBIALKA, Roland STEINER, Peter OELHAFEN, Anna WIRZ-JUSTICE a Christian CAJOCHEN. Wavelength-dependent effects of evening light exposure on sleep architecture and sleep EEG power density in men. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* [online]. 2006, 290(5), R1421-R1428 [cit. 2022-03-06]. ISSN 0363-6119. Dostupné z: doi:10.1152/ajpregu.00478.2005
- NEVERDAHL, Jan Petter, Martin UGLEM, Dagfinn MATRE, et al. Pain thresholds and suprathreshold pain after sleep restriction in migraine – A blinded crossover study. *Cephalalgia* [online]. 2021, 1-15 [cit. 2022-04-06]. ISSN 0333-1024. Dostupné z: doi:10.1177/03331024211056565
- NEVŠÍMALOVÁ, Soňa a Karel ŠONKA. *Poruchy spánku a bdění*. Třetí, doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, [2020]. ISBN 978-80-7492-478-1.
- ONEN, S. Hakki, Abdelkrim ALLOUI, Annette GROSS, Alain ESCHALLIER a Claude DUBRAY. The effects of total sleep deprivation, selective sleep interruption and sleep recovery on pain tolerance thresholds in healthy subjects. *Journal of Sleep Research* [online]. 2001, 10(1), 35-42 [cit. 2022-04-05]. ISSN 0962-1105. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2869.2001.00240.x
- OREL, Miroslav a Věra FACOVÁ. *Člověk, jeho mozek a svět*. Praha: Grada, 2009. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-2617-5.
- OSTRIN, Lisa A., Kaleb S. ABBOTT a Hope M. QUEENER. Attenuation of short wavelengths alters sleep and the ip RGC pupil response. *Ophthalmic and Physiological Optics* [online]. 2017, 37(4), 440-450 [cit. 2022-03-27]. ISSN 0275-5408. Dostupné z: doi:10.1111/opo.12385
- OVIEDO-TRESPALACIOS, Oscar, Sonali NANDAVAR, James David Albert NEWTON, Daniel DEMANT a James G. PHILLIPS. Problematic Use of Mobile Phones in Australia...Is It Getting Worse?. *Frontiers in Psychiatry* [online]. 2019, 10(1), 1-15 [cit. 2022-03-13]. ISSN 1664-0640. Dostupné z: doi:10.3389/fpsy.2019.00105



- PALAVETS, Tatsiana a Mark ROSENFELD. Blue-blocking Filters and Digital Eyestrain. *Optometry and Vision Science* [online]. 2019, 96(1), 48-54 [cit. 2022-04-03]. ISSN 1538-9235. Dostupné z: doi:10.1097/OPX.0000000000001318
- PANDA, Satchin. Cirkadiánní kód: využijte přirozený rytmus svého těla pro zdraví, výkon a zhubnutí. V Brně: Jan Melvil Publishing, 2020. ISBN 978-80-7555-117-7
- PFLUGBEIL, K. J. Biologické hodiny: stále ve vrcholné formě s rytmy přírody. Praha: Knižní klub, 2009. ISBN 978-80-242-2471-8
- PILKINGTON, Stephanie. Causes and consequences of sleep deprivation in hospitalised patients. *Nursing Standard* [online]. 2013, 27(49), 35-42 [cit. 2022-04-04]. ISSN 0029-6570. Dostupné z: doi:10.7748/ns2013.08.27.49.35.e7649
- PLHÁKOVÁ, A. Spánek a snění: vědecké poznatky a jejich psy terapeutické využití. Praha: Portál, 2013. ISBN 978-80-262-0365-0
- RAFIQUE, Nazish, Lubna Ibrahim AL-ASOOM, Ahmed AL SUNNI, Farhat Nadeem SAUDAGAR, Latifah Abdullah ALMULHIM a Gaeda Khaled ALKALTHAM. PEffects of Mobile Use on Subjective Sleep Quality/p. *Nature and Science of Sleep* [online]. 2020, 12, 357-364 [cit. 2022-03-27]. ISSN 1179-1608. Dostupné z: doi:10.2147/NSS.S253375
- RANDLER, Christoph, Corina FASSL a Nadine KALB. From Lark to Owl: developmental changes in morningness-eveningness from new-borns to early adulthood. *Scientific Reports* [online]. 2017, 7(1), 166-171 [cit. 2022-02-04]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/srep45874
- RANDLER, Christoph. Chronotype in children and adolescents. *Somnologie* [online]. 2016, 20(3), 166-171 [cit. 2022-02-04]. ISSN 1432-9123. Dostupné z: doi:10.1007/s11818-016-0073-5
- RÁCZ, B., M. DUŠKOVÁ, L. STÁRKA, V. HAINER a M. KUNEŠOVÁ. Links Between the Circadian Rhythm, Obesity and the Microbiome. *Physiological Research* [online]. 2018, 67, S409-S420 [cit. 2022-04-05]. ISSN 1802-9973. Dostupné z: doi:10.33549/physiolres.934020
- REDWINE, Laura, Richard L. HAUGER, J. Christian GILLIN a Michael IRWIN. Effects of Sleep and Sleep Deprivation on Interleukin-6, Growth Hormone, Cortisol, and Melatonin Levels in Humans 1. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2000, 85(10), 3597-3603 [cit. 2022-04-08]. ISSN 0021-972X. Dostupné z: doi:10.1210/jcem.85.10.6871
- REID, Kathryn J. Assessment of Circadian Rhythms. *Neurologic Clinics* [online]. 2019, 37(3), 505-526 [cit. 2021-11-21]. ISSN 07338619. Dostupné z: doi:10.1016/j.ncl.2019.05.001

- ROKYTA, Richard. *Fyziologie a patologická fyziologie: pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-4867-2
- ROSENTHAL, Norman E. Seasonal Affective Disorder. *Archives of General Psychiatry* [online]. 1984, 41(1) [cit. 2022-04-03]. ISSN 0003-990X. Dostupné z: doi:10.1001/archpsyc.1984.01790120076010
- SASSEVILLE, Alexandre, Nathalie PAQUET, Jean SEVIGNY a Marc HEBERT. Blue blocker glasses impede the capacity of bright light to suppress melatonin production. *Journal of Pineal Research* [online]. 2006, 41(1), 73-78 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0742-3098. Dostupné z: doi:10.1111/j.1600-079X.2006.00332.x
- SHECHTER, Ari, Elijah Wookhyun KIM, Marie-Pierre ST-ONGE a Andrew J. WESTWOOD. Blocking nocturnal blue light for insomnia: A randomized controlled trial. *Journal of Psychiatric Research* [online]. 2018, 96, 196-202 [cit. 2022-04-03]. ISSN 00223956. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpsychires.2017.10.015
- SHILO, L., Y. DAGAN, Y. SMORJIK, U. WEINBERG, S. DOLEV, B. KOMPTEL a L. SHENKMAN. Effect of Melatonin on sleep quality of COPD intensive care patients: A pilot study. *Chronobiology International* [online]. 2009, 17(1), 71-76 [cit. 2022-04-23]. ISSN 0742-0528. Dostupné z: doi:10.1081/CBI-100101033
- SCHUH-HOFER, Sigrid, Rachel WODARSKI, Doreen B. PFAU, Ombretta CASPANI, Walter MAGERL, Jeffrey D. KENNEDY a Rolf-Detlef TREEDE. One night of total sleep deprivation promotes a state of generalized hyperalgesia: A surrogate pain model to study the relationship of insomnia and pain. *Pain* [online]. 2013, 154(9), 1613-1621 [cit. 2022-04-06]. ISSN 0304-3959. Dostupné z: doi:10.1016/j.pain.2013.04.046
- SOMERS, Virend K., Mark E. DYKEN, Allyn L. MARK a Francois M. ABOUD. Sympathetic-Nerve Activity during Sleep in Normal Subjects. *New England Journal of Medicine* [online]. 1993, 328(5), 303-307 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJM199302043280502
- SONG, Hong-tao, Xin-yang SUN, Ting-shu YANG, Li-yi ZHANG, Jia-lin YANG a Jing BAI. Effects of sleep deprivation on serum cortisol level and mental health in servicemen. *International Journal of Psychophysiology* [online]. 2015, 96(3), 169-175 [cit. 2022-03-29]. ISSN 01678760. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijpsycho.2015.04.008
- SPIEGEL, Karine, Rachel LEPROULT, Mireille L'HERMITE-BALÉRIAUX, Georges COPINSCHI, Plamen D. PENEV a Eve VAN CAUTER. Leptin Levels Are Dependent on Sleep Duration: Relationships with Sympathovagal Balance, Carbohydrate Regulation, Cortisol, and Thyrotropin. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2004, 89(11), 5762-5771 [cit. 2022-04-05]. ISSN 0021-972X. Dostupné z: doi:10.1210/jc.2004-1003

- SPIEGEL, Karine, Rachel LEPROULT a Eve VAN CAUTER. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The Lancet* [online]. 1999, **354**(9188), 1435-1439 [cit. 2022-04-05]. ISSN 01406736. Dostupné z: doi:10.1016/S0140-6736(99)01376-8
- STEIN, Phyllis K. a Yachuan PU. Heart rate variability, sleep and sleep disorders. *Sleep Medicine Reviews* [online]. 2012, 16(1), 47-66 [cit. 2022-04-03]. ISSN 10870792. Dostupné z: doi:10.1016/j.smrv.2011.02.005
- STERN, Manuel, Melanie BROJA, Roberto SANSONE, et al. Blue light exposure decreases systolic blood pressure, arterial stiffness, and improves endothelial function in humans. *European Journal of Preventive Cardiology* [online]. 2018, **25**(17), 1875-1883 [cit. 2022-04-23]. ISSN 2047-4873. Dostupné z: doi:10.1177/2047487318800072
- STUDER, Petra, Judith M. BRUCKER, Cornelia HAAG, Jessica VAN DOREN, Gunther H. MOLL, Hartmut HEINRICH a Oliver KRATZ. Effects of blue- and red-enriched light on attention and sleep in typically developing adolescents. *Physiology & Behavior* [online]. 2019, 199(1), 11-19 [cit. 2022-03-13]. ISSN 00319384. Dostupné z: doi:10.1016/j.physbeh.2018.10.015
- ŠONKA, K. Proč potřebujeme spánek. *Sanquis* [online]. 2009, [cit. 2020-12-29]. Dostupné z: <https://www.sanquis.cz/index1.php?linkID=art2471>
- URRY, Emily a Hans-Peter LANDOLT. Adenosine, Caffeine, and Performance: From Cognitive Neuroscience of Sleep to Sleep Pharmacogenetics. MEERLO, Peter, Ruth M. BENCA a Ted ABEL, ed. *Sleep, Neuronal Plasticity and Brain Function* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015, 2014-2-19, s. 331-366 [cit. 2022-02-07]. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*. ISBN 978-3-662-46877-7. Dostupné z: doi:10.1007/7854\_2014\_274
- VAGGE, Aldo, Lorenzo FERRO DESIDERI, Chiara DEL NOCE, Ilaria DI MOLA, Daniele SINDACO a Carlo E. TRAVERSO. Blue light filtering ophthalmic lenses: A systematic review. *Seminars in Ophthalmology* [online]. 2021, 36(7), 541-548 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0882-0538. Dostupné z: doi:10.1080/08820538.2021.1900283
- VAN CAUTER, Eve a Kristen L KNUTSON. Sleep and the epidemic of obesity in children and adults. *European Journal of Endocrinology* [online]. 2008, 159(suppl\_1), S59-S66 [cit. 2022-04-05]. ISSN 0804-4643. Dostupné z: doi:10.1530/EJE-08-0298

- VAN DER LELY, Stéphanie, Silvia FREY, Corrado GARBAZZA, et al. Blue Blocker Glasses as a Countermeasure for Alerting Effects of Evening Light-Emitting Diode Screen Exposure in Male Teenagers. *Journal of Adolescent Health* [online]. 2015, 56(1), 113-119 [cit. 2022-03-27]. ISSN 1054139X. Dostupné z: doi:10.1016/j.jadohealth.2014.08.002
- WALKER, Matthew P. *Proč spíme: odhalte sílu spánku a snění*. V Brně: Jan Melvil Publishing, 2018. Pod povrchem. ISBN 978-80-7555-050-7.
- WALLACE-GUY, GERALYN M., DANIEL F. KRIPKE, GIRARDIN JEAN-LOUIS, ROBERT D. LANGER, JEFFREY A. ELLIOTT a ARJA TUUNAINEN. Evening Light Exposure: Implications for Sleep and Depression. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 2002, 50(4), 738-739 [cit. 2022-03-25]. ISSN 00028614. Dostupné z: doi:10.1046/j.1532-5415.2002.50171.x
- WEINHOUSE, Gerald L, Richard J SCHWAB, Paula L WATSON, Namrata PATIL, Bernardino VACCARO, Pratik PANDHARIPANDE a E Wesley ELY. Bench-to bedside review: Delirium in ICU patients - importance of sleep deprivation. *Critical Care* [online]. 2009, 13(6) [cit. 2022-04-07]. ISSN 1364-8535. Dostupné z: doi:10.1186/cc8131
- WEI, Xin, Chunyan SHE, Danian CHEN, Fangbing YAN, Jihong ZENG, Liping ZENG a Lin WANG. Blue-Light-Blocking Intraocular Lens Implantation Improves the Sleep Quality of Cataract Patients. *Journal of Clinical Sleep Medicine* [online]. 2013, 09(08), 741-745 [cit. 2022-03-27]. ISSN 1550-9389. Dostupné z: doi:10.5664/jcsm.2908
- WESSELIUS, Hilde M., Eva S. VAN DEN ENDE, Jelmer ALSMA, et al. Quality and Quantity of Sleep and Factors Associated With Sleep Disturbance in Hospitalized Patients. *JAMA Internal Medicine* [online]. 2018, 178(9) [cit. 2022-04-04]. ISSN 2168-6106. Dostupné z: doi:10.1001/jamainternmed.2018.2669
- YANG, Wan-Shui, Qin DENG, Wen-Yan FAN, Wei-Ye WANG a Xin WANG. Light exposure at night, sleep duration, melatonin, and breast cancer. *European Journal of Cancer Prevention* [online]. 2014, 23(4), 269-276 [cit. 2022-04-03]. ISSN 0959-8278. Dostupné z: doi:10.1097/CEJ.0000000000000030
- ZISAPPEL, Nava. New perspectives on the role of melatonin in human sleep, circadian rhythms and their regulation. *British Journal of Pharmacology* [online]. 2018, 175(16), 3190-3199 [cit. 2022-02-07]. ISSN 00071188. Dostupné z: doi:10.1111/bph.14116

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Obrázek 1</b> - Model spánku (Walker, 2018, s. 44).....	13
<b>Obrázek 2</b> – Bazální tělesná teplota – 24 hodin rytmus (Walker, 2018, s. 31) .....	16
<b>Obrázek 3</b> – Architektura spánku (Walker, 2018, s. 57) .....	17
<b>Obrázek 4</b> - EEG aktivita (Atkinson, 2003) .....	19
<b>Obrázek 5</b> - Melatoninová křivka (Walker, 2018, s. 36).....	20
<b>Obrázek 6</b> - světelné spektrum (Beneš, Kyplová a Vítek, 2015) .....	23
<b>Obrázek 7</b> - brýle blokující modré světlo. Dostupné z <a href="http://www.design-light.cz/cervene-bryle-filtr-modreho-svetla.html#">http://www.design-light.cz/cervene-bryle-filtr-modreho-svetla.html#</a> .....	36
<b>Graf 1</b> - průměrná tepová frekvence bez a s brýlemi v závislosti na pohlaví. Znázorněno i se směrodatnou odchylkou. (zdroj: vlastní zpracování) .....	39
<b>Graf 2</b> - počet probuzení za noc bez brýlí a s jejich aplikací. Lze vidět zlepšení u většiny probandů (značeno zeleně a modře) a pouze u 3 došlo k zvýšení počtu probuzení (znázorněno červeně). (zdroj: vlastní zpracování).....	40
<b>Graf 3</b> - průměrný stres bez aplikace brýlí a s ní. Vidíme celkový pokles hodnot stresu u probandů. Pouze u jednoho z probandů došlo k jejímu zvýšení. (zdroj: vlastní zpracování).....	41
<b>Tabulka 1</b> – Přehledová tabulka výsledků naměřených u jednotlivých parametrů a jejich statistická významnost. (zdroj: vlastní zpracování) .....	41
<b>Příloha 1</b> - Informovaný souhlas pro probanda. (zdroj: vlastní zpracování) .....	62
<b>Příloha 2</b> – Pittsburgh sleep quality index (PSQI); dostupný z: <a href="http://www.goodmedicine.org.uk/files/assessment,%20pittsburgh%20psqi.pdf">http://www.goodmedicine.org.uk/files/assessment,%20pittsburgh%20psqi.pdf</a> .....	63
<b>Příloha 3</b> - Souhrnná tabulka měřených parametrů. (zdroj: vlastní zpracování) .....	66

## PŘÍLOHY

### *Příloha 1 - Informovaný souhlas pro probanda. (zdroj: vlastní zpracování)*

#### INFORMOVANÝ SOUHLAS PROBANDA

Vážená paní, vážený pane,

jsem studentka 3. ročníku bakalářského studia fyzioterapie na 2. lékařské fakultě Karlovy univerzity v Praze. Žádám Vás o spolupráci při tvorbě mé bakalářské práce s názvem „Vliv brýlí blokujících modré světlo na parametry spánku“ pod vedením Mgr. Kateřiny Levínské. Cílem této bakalářské práce je zhodnotit, zda při blokaci modrého světla před spánkem dojde ke zlepšení subjektivních a objektivních parametrů spánku. Pro zjištění této hypotézy, proběhne 4týdenní měření vybraných parametrů kvality spánku pomocí hodinek Garmin a brýlí blokujících modré světlo. Proband první 2 týdny měření bude bez brýlí a pouze zaznamenávat parametry z hodinek a vést si spánkový deník. Ve druhé polovině měření si vždy alespoň 90 minut před spánkem brýle nasadí a opět bude hodnoty zaznamenávat. Brýle musí být nasazeny až do úplného zhasnutí. Dále vyplní standardizovaný dotazník o kvalitě spánku před, po 2 týdnech a na konci měření.

Vaším podpisem stvrzujete souhlas s poskytováním informací ohledně zdravotního stavu a s publikováním naměřených dat. Vaše osobní data nebudou zveřejněna. Zajištění ochrany dat vyšetřované osoby je v souladu se zákonem a spolupráci můžete kdykoliv během experimentu ukončit, a to i bez udání důvodu.

Moc Vám děkuji za spolupráci.

Anna Honzíková

Souhlasím se zapojením do bakalářské práce za podmínek popsanych výše a anonymním publikováním výsledků vyšetření.

Jméno pacienta: .....

Datum narození: .....

Podpis:.....

**Příloha 2 – Pittsburgh sleep quality index (PSQI); dostupný z:**  
<http://www.goodmedicine.org.uk/files/assessment,%20pittsburgh%20psqi.pdf>

**PITTSBURGH SLEEP QUALITY INDEX (PSQI)**

**INSTRUCTIONS:** The following questions relate to your usual sleep habits during the past month only. Your answers should indicate the most accurate reply for the majority of days and nights in the past month. Please answer all questions.

1. During the past month, when have you usually gone to bed at night?  
USUAL BED TIME \_\_\_\_\_
2. During the past month, how long (in minutes) has it usually take you to fall asleep each night?  
NUMBER OF MINUTES \_\_\_\_\_
3. During the past month, when have you usually gotten up in the morning?  
USUAL GETTING UP TIME \_\_\_\_\_
4. During the past month, how many hours of actual sleep did you get at night? (This may be different than the number of hours you spend in bed.)  
HOURS OF SLEEP PER NIGHT \_\_\_\_\_

**INSTRUCTIONS:** For each of the remaining questions, check the one best response. Please answer all questions.

5. During the past month, how often have you had trouble sleeping because you...
 

	Not during the past month	Less than once a week	Once or twice a week	Three or more times a week
(a) ...cannot get to sleep within 30 minutes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(b) ...wake up in the middle of the night or early morning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(c) ...have to get up to use the bathroom	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(d) ...cannot breathe comfortably	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(e) ...cough or snore loudly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(f) ...feel too cold	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(g) ...feel too hot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(h) ...had bad dreams	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(i) ...have pain	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(j) Other reason(s), please describe _____ _____				
How often during the past month have you had trouble sleeping because of this?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PSQI Page 1

- |  | Very good                | Fairly good              | Fairly bad               | very bad                 |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6. During the past month, how would you rate your sleep quality overall? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- |   | Not during the<br>past month | Less than<br>once a week | Once or<br>twice a week  | Three or more<br>times a week |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 7. During the past month, how often have you taken medicine (prescribed or "over the counter") to help you sleep?                   | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
| 8. During the past month, how often have you had trouble staying awake while driving, eating meals, or engaging in social activity? | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
- |  | No problem<br>at all     | Only a very<br>slight problem | Somewhat of<br>a problem | A very<br>big problem    |
|--|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9. During the past month, how much of a problem has it been for you to keep up enough enthusiasm to get things done? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
- |   | No bed<br>partner or<br>roommate | Partner/<br>roommate in<br>other room | Partner in same<br>room, but not<br>same bed | Partner in<br>same bed   |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|
| 10. During the past month, how much of a problem has it been for you to keep up enough enthusiasm to get things done? | <input type="checkbox"/>         | <input type="checkbox"/>              | <input type="checkbox"/>                     | <input type="checkbox"/> |
- If you have a roommate or bed partner, ask him/her how often in the past month you have had...
- |   | Not during the<br>past month | Less than<br>once a week | Once or<br>twice a week  | Three or more<br>times a week |
|---|------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| (a) ...loud snoring   | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
| (b) ...long pauses between breaths while asleep                           | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
| (c) ...legs twitching or jerking while you sleep                          | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
| (d) ...episodes of disorientation or confusion during sleep               | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |
| (e) Other restlessness while you sleep; please describe<br>_____<br>_____ | <input type="checkbox"/>     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      |

**Component 3: Sleep duration**

Examine question #4, and assign scores as follows:

Response	Component 3 score
> 7 hours	0
6-7 hours	1
5-6 hours	2
< 5 hours	3

*Component 3 score:* \_\_\_\_\_**Component 4: Habitual sleep efficiency**

1. Write the number of hours slept (question #4) here: \_\_\_\_\_

2. Calculate the number of hours spent in bed:

Getting up time (question #3): \_\_\_\_\_

Bedtime (question #1): \_\_\_\_\_

Number of hours spent in bed: \_\_\_\_\_

3. Calculate habitual sleep efficiency as follows:

(Number of hours slept/Number of hours spent in bed) X 100 = Habitual sleep efficiency (%)

( \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ ) X 100 = %

4. Assign component 4 score as follows:

Habitual sleep efficiency %	Component 4 score
> 85%	0
75-84%	1
65-74%	2
< 65%	3

*Component 4 score:* \_\_\_\_\_**SCORING INSTRUCTIONS FOR THE PITTSBURGH SLEEP QUALITY INDEX:**

The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI) contains 19 self-rated questions and 5 questions rated by the bed partner or roommate (if one is available). Only self-rated questions are included in the scoring. The 19 self-rated items are combined to form seven "component" scores, each of which has a range of 0-3 points. In all cases, a score of "0" indicates no difficulty, while a score of "3" indicates severe difficulty. The seven component scores are then added to yield one "global" score, with a range of 0-21 points, "0" indicating no difficulty and "21" indicating severe difficulties in all areas.

Scoring proceeds as follows:

**Component 1: Subjective sleep quality**

Examine question #6, and assign scores as follows:

Response	Component 1 score
"Very good"	0
"Fairly good"	1
"Fairly bad"	2
"Very bad"	3

*Component 1 score:* \_\_\_\_\_**Component 2: Sleep latency**

1. Examine question #2, and assign scores as follows:

Response	Score
≤15 minutes	0
16-30 minutes	1
31-60 minutes	2
> 60 minutes	3

*Question #2 score:* \_\_\_\_\_

2. Examine question #5a, and assign scores as follows:

Response	Score
Not during the past month	0
Less than once a week	1
Once or twice a week	2
Three or more times a week	3

*Question #5a score:* \_\_\_\_\_

3. Add #2 score and #5a score

*Sum of #2 and #5a:* \_\_\_\_\_

4. Assign component 2 score as follows:

Sum of #2 and #5a	Component 2 score
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

*Component 2 score:* \_\_\_\_\_

PSQI Page 3



**Component 5: Step disturbances**

1. Examine questions #5b-5j, and assign scores for each question as follows:

Response	Score
Not during the past month	0
Less than once a week	1
Once or twice a week	2
Three or more times a week	3
<i>5b score:</i>	_____
<i>5c score:</i>	_____
<i>5d score:</i>	_____
<i>5e score:</i>	_____
<i>5f score:</i>	_____
<i>5g score:</i>	_____
<i>5h score:</i>	_____
<i>5i score:</i>	_____
<i>5j score:</i>	_____

2. Add the scores for questions #5b-5j:

*Sum of #5b-5j:* \_\_\_\_\_

3. Assign component 5 score as follows:

Sum of #5b-5j	Component 5 score
0	0
1-9	1
10-18-4	2
19-27	3

*Component 5 score:* \_\_\_\_\_

**Component 6: Use of sleeping medication**

Examine question #7 and assign scores as follows:

Response	Component 6 score
Not during the past month	0
Less than once a week	1
Once or twice a week	2
Three or more times a week	3

*Component 6 score:* \_\_\_\_\_

**Component 7: Daytime dysfunction**

1. Examine question #8, and assign scores as follows:

Response	Score
Never	0
Once or twice	1
Once or twice each week	2
Three or more times each week	3
<i>Question#8 score:</i>	_____

2. Examine question #9, and assign scores as follows:

Response	Score
No problem at all	0
Only a very slight problem	1
Somewhat of a problem	2
A very big problem	3
<i>Question #9 score:</i>	_____

3. Add the scores for question #8 and #9:

*Sum of #8 and #9:* \_\_\_\_\_

4. Assign component 7 score as follows:

Sum of #8 and #9	Component 7 score
0	0
1-2	1
3-4	2
5-6	3

*Component 7 score:* \_\_\_\_\_

**Global PSQI Score**

Add the seven component scores together:

*Global PSQI Score:* \_\_\_\_\_

## Příloha 3 - Souhrnná tabulka měřených parametrů. (zdroj: vlastní pracování)

CELKOVÁ TABULKA					
Jméno:	J.K.	A.Š.	I.M.	O.M.	
věk:	25	24	35	40	
BMI:	22,5	22,9	28,4	29,6	
	1	2	3	4	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:29:04	00:08:34	00:15:47	00:28:00	
počet probuzení za noc	2,643	1,214	1,786	0,929	
subjektivní kvalita spánku	4,143	1,857	3,429	3,143	
Nálada po probuzení	4,143	1,857	3,286	2,929	
únava během dne	2,786	1,714	2,286	1,643	
teplota ráno	35,677	36,236	35,950	36,11	
teplota před spaním	35,707	36,286	35,921	35,99	
průměrná délka spánku	07:52:56	08:08:04	07:14:21	07:04:34	
průměrná délka REM	02:17:43	02:00:34	01:04:17	02:01:51	
průměrná délka non REM	01:02:00	01:23:04	01:48:00	01:05:13	
průměrná tepová frekvence	57	50,93	50,5	52,43	
průměrný stres	13,857	12,071	13,071	18,857	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:10:51	00:08:00	00:16:04	00:19:09	
počet probuzení za noc	0,929	1,429	2,1429	0,429	
subjektivní kvalita spánku	2,857	1,429	3,071	3,071	
Nálada po probuzení	2,857	1,286	3,071	3,286	
únava během dne	1,857	1,286	2,071	2,000	
teplota ráno	35,45	36,186	35,986	36,092	
teplota před spaním	35,75	36,250	35,8	35,929	
průměrná délka spánku	07:53:30	08:26:34	06:55:39	07:05:34	
průměrná délka REM	01:53:34	02:17:43	01:09:00	01:59:51	
průměrná délka non REM	01:11:34	01:28:13	01:46:39	00:57:09	
průměrná tepová frekvence	53	50,000	49,64	50,57	
průměrný stres	10,786	11,500	12,714	17,643	
pr. ulehnutí vs usnutí	0:18:13	0:00:34	-0:00:17	0:08:51	
počet probuzení za noc	-1,714	0,214	0,357	-0,500	
subjektivní kvalita spánku	-1,286	-0,429	-0,357	-0,071	
Nálada po probuzení	-1,286	-0,571	-0,214	0,357	
únava během dne	-0,929	-0,429	-0,214	0,357	
teplota ráno	-0,223	-0,050	0,036	-0,022	
teplota před spaním	0,043	-0,036	-0,121	-0,064	
průměrná délka spánku (rozdíl)	0:00:34	0:18:30	-0:18:43	0:01:00	
průměrná délka REM	-0:24:09	0:17:09	0:04:43	-0:02:00	
průměrná délka non REM	0:09:34	0:05:09	-0:01:21	-0:08:04	
průměrná tepová frekvence	-4,000	-0,929	-0,857	-1,857	
průměrný stres	-3,071	-0,571	-0,357	-1,214	
dotazník před	10	4	4	6	
dotazník po	2	1	3	4	
dotazník	-8	-3	-1	-2	
CELKOVÁ TABULKA					
Jméno:	K.B.	T.N.	K.K.	D.H.	
věk:	19	31	28	21	
BMI:	20,28	21	20,2	23	
	5	6	7	8	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:32:43	00:07:34	00:13:56	00:20:47	
počet probuzení za noc	1	1,5	0,643	1,5	
subjektivní kvalita spánku	3,357	2,714	2,357	2,857	
Nálada po probuzení	3,214	2,571	2,357	2,643	
únava během dne	2,429	1,643	1,929	2,357	
teplota ráno	36,25	35,593	35,71	36,264	
teplota před spaním	36,55	35,343	35,41	36,257	
průměrná délka spánku	07:50:30	07:38:47	07:54:00	07:25:51	
průměrná délka REM	04:21:34	00:44:17	02:00:17	02:13:09	
průměrná délka non REM	03:29:39	02:26:13	01:12:30	00:48:39	
průměrná tepová frekvence	51,64	50,29	54,93	58,64	
průměrný stres	neměřeno	8,571	9,714	10	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:12:17	00:09:21	00:11:34	00:17:47	
počet probuzení za noc	0,571	0,643	0,286	1,429	
subjektivní kvalita spánku	2,429	1,714	3,214	3,000	
Nálada po probuzení	2,286	1,929	3,214	2,429	
únava během dne	1,786	1,429	2,429	2,071	
teplota ráno	36,157	35,45	35,56	36,143	
teplota před spaním	36,464	35,26	35,42	35,979	
průměrná délka spánku	08:01:34	07:52:04	08:05:09	07:21:26	
průměrná délka REM	05:02:13	00:37:56	01:53:34	01:54:47	
průměrná délka non REM	02:57:56	02:42:34	01:11:17	01:02:51	
průměrná tepová frekvence	56,14	47	53	53,21	
průměrný stres	neměřeno	7,714	11,143	8,357	
pr. ulehnutí vs usnutí	0:20:26	-0:01:47	0:02:21	0:03:00	
počet probuzení za noc	-0,429	-0,857	-0,357	-0,071	
subjektivní kvalita spánku	-0,929	-1,000	0,857	0,143	
Nálada po probuzení	-0,929	-0,643	0,857	-0,214	
únava během dne	-0,643	-0,214	0,500	-0,286	
teplota ráno	-0,093	-0,143	-0,150	-0,121	
teplota před spaním	-0,086	-0,086	0,007	-0,279	
průměrná délka spánku (rozdíl)	0:11:04	0:13:17	0:11:09	-0:04:26	
průměrná délka REM	0:40:39	-0:06:21	-0:06:43	-0:18:21	
průměrná délka non REM	-0:31:43	0:16:21	-0:01:13	0:14:13	
průměrná tepová frekvence	4,500	-3,286	-1,929	-5,429	
průměrný stres	neměřeno	-0,857	1,429	-1,643	
dotazník před	8	3	6	5	
dotazník po	2	1	5	4	
dotazník	-6	-2	-1	-1	

CELKOVÁ TABULKA					
Jméno:	M.M.	J.S.	M.B.	T.P.	
věk:	23	23	29	24	
BMI:	23,15	25,59	22,3	24,2	
	9	10	11	12	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:12:34	00:21:04	00:13:43	00:21:13	
počet probuzení za noc	5,143	0,786	0,643	1,071	
subjektivní kvalita spánku	3,214	2,357	2,214	3,786	
Nálada po probuzení	3,071	2,714	2,285714286	3,643	
únava během dne	2	2,5	1,214	2,429	
teplota ráno	35,85	36,04	36,44	35,99	
teplota před spaním	36,26	35,53	36,49	36,33	
průměrná délka spánku	07:57:17	07:17:13	07:33:13	07:11:18	
průměrná délka REM	01:09:13	01:11:30	05:19:34	01:49:32	
průměrná délka non REM	01:36:13	01:20:34	02:13:39	01:02:05	
průměrná tepová frekvence	42,07	39,50	51,36	60,93	
průměrný stres	15,643	19,357	neměřeno	14,57	
pr. Ulehnutí vs usnutí	00:19:04	00:12:56	00:15:09	00:14:34	
počet probuzení za noc	4,143	0,286	0,929	0,857	
subjektivní kvalita spánku	2,500	2,143	2,071	3,357	
Nálada po probuzení	2,429	3,000	2,000	3,429	
únava během dne	2,429	2,500	1,429	1,429	
teplota ráno	35,65	35,68	36,24	36,02	
teplota před spaním	36,39	35,61	36,38	36,07	
průměrná délka spánku	07:30:43	07:41:47	07:32:04	07:19:03	
průměrná délka REM	01:21:04	01:29:26	05:43:09	01:49:39	
průměrná délka non REM	01:13:13	01:32:56	01:48:56	01:28:34	
průměrná tepová frekvence	40,29	39,57	51,21	58	
průměrný stres	10,143	17,50	neměřeno	13,571	
pr. ulehnutí vs usnutí	-0:06:30	0:08:09	-0:01:26	0:06:39	
počet probuzení za noc	-1,000	-0,500	0,286	-0,214	
subjektivní kvalita spánku	-0,714	-0,214	-0,143	-0,429	
Nálada po probuzení	-0,643	0,286	-0,286	-0,214	
únava během dne	0,429	0,000	0,214	-1,000	
teplota ráno	-0,200	-0,357	-0,193	0,023	
teplota před spaním	0,136	0,086	-0,108	-0,257	
průměrná délka spánku (rozdíl)	-0:26:34	0:24:34	-0:01:09	0:07:44	
průměrná délka REM	0:11:51	0:17:56	0:23:34	0:00:06	
průměrná délka non REM	-0:23:00	0:12:21	-0:24:43	0:26:30	
průměrná tepová frekvence	-1,786	0,071	-0,143	-2,929	
průměrný stres	-5,500	-1,857	neměřeno	-1,000	
dotazník před	5	9	3	8	
dotazník po	4	6	3	5	
dotazník	-1	-3	0	-3	