

# **ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra měření**



## **Bakalářská práce**

**Sleep diary - aplikace pro hodnocení kvality spánku**

**Sleep Diary - Application for Evaluation of Sleep Quality**

**Jan Polan**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Náplava**

**Praha 2017**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Polan**

Studijní program: **Kybernetika a robotika**  
Obor: **Senzory a přístrojová technika**

Název tématu česky: **Sleep diary - aplikace pro hodnocení kvality spánku**

Název tématu anglicky: **Sleep Diary - Application for Evaluation of Sleep Quality**

### Pokyny pro vypracování:

Vytvořte "proof-of-concept" aplikace, která pomocí využití běžně dostupného fitness náramku umožní hodnotit kvalitu spánku osoby, která náramek nosí. Ve své práci vyjděte z již existujících prací, založených na subjektivním hodnocení sledovaných osob. Tyto práce rozšířte o automatický sběr informací z fitness náramku, na základě kterých bude možné porovnat subjektivní a naměřené informace, automatizovat hodnocení kvality spánku a umožnit budoucí rozvoj aplikace o další funkčnosti. Navrhněte vhodný způsob propojení subjektivních a měřených hodnot.

### Seznam odborné literatury:

- [1] <https://sleepfoundation.org/sites/default/files/SleepDiaryv6.pdf>
- [2] Dement William C. and Vaughan Christopher: The promise of sleep: the scientific connection between health, happiness, and a good night's sleep. London: Macmillan, 2000. ISBN 9780333776216.
- [3] Stevenson Shawn: Sleep smarter: 21 essential strategies to sleep your way to a better body, better health, and bigger success. ISBN 9781623367398.
- [4] Rosenberg, Robert S.: Sleep soundly every night, feel fantastic every day: a doctor's guide to solving your sleep problems.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Náplava (Centrum znalostního managementu)

Datum zadání bakalářské práce: 25. ledna 2017

Platnost zadání do<sup>1</sup>: 30. září 2018

Prof. Ing. Jan Holub, Ph.D.  
vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 25. 1. 2017

<sup>1</sup> Platnost zadání je omezena na dobu tří následujících semestrů.

Čestné prohlášení autora práce

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne .....

.....

Podpis autora práce

## **Poděkování**

Chtěl bych zde poděkovat panu Ing. Pavlu Náplavovi za odborné vedení, věcné připomínky a ochotu pomoci. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu. Poděkování si rovněž zaslouží kolegové z CZM a IBM za jejich rady, postřehy a zkušenosti.

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je návrh a realizace aplikace pro chytré telefony, která nahradí dosud využívané spánkové deníky. Tato aplikace sbírá data o spánku z běžně dostupného fitness náramku a dává je dohromady s informacemi vyplněnými uživatelem. Aplikace je rovněž schopná spánek vyhodnotit z objektivních a subjektivních dat použitím metodiky, která byla za tímto účelem navržena.

### **Klíčová slova:**

Spánek, spánkový deník, Android, hodnocení spánku

## **Abstract**

The goal of this bachelor thesis is the design and implementation of an application for smartphones which would be a replacement for the currently used sleep diaries. This application collects data about sleep from a fitness tracker and connects it to the information provided by the user. The application is also capable of performing sleep evaluation based on objective and subjective data using a methodical process designed for this purpose.

### **Key words:**

Sleep, Sleep diary, Android, sleep evaluation

## Obsah

1. Úvod .....	4
2. Spánek .....	6
2.1. Definice.....	6
2.1.1. Historický pohled na spánek a jeho výzkum .....	6
2.1.2. Dnešní definice .....	7
2.2. K čemu je .....	7
2.2.1. Ve spánku probíhá buněčná regenerace.....	7
2.2.2. Úspora energie .....	8
2.2.3. Spánek slouží k ukládání informací do paměti .....	8
2.2.4. Shrnutí .....	9
2.3 Jak poškozuje nedostatek spánku člověka? .....	9
2.3.1 Bezpečí .....	9
2.3.2. Nemoci srdce.....	9
2.3.3. Metabolismus.....	9
2.3.4. Funkce imunitního systému .....	9
2.4 Mechanismy spánku.....	10
2.4.1. Mozková aktivita .....	10
2.4.2. Definice kvalitního spánku .....	11
2.4.3. Popis průběhu ideálního spánku .....	11
2.4.4. Fáze spánku – REM.....	12
2.4.5. Denní biorytmus .....	13
2.4.6. Hormony spojené se spánkem .....	14
2.5. Faktory ovlivňující kvalitu spánku .....	14
2.5.1. Vystavení obrazovkám před spánkem.....	14
2.5.2. Kofein.....	15
2.5.3. Okolní teplota.....	15
2.5.4. Světelné podmínky .....	16
2.5.5. Čas usínání.....	17
2.5.6. Sportovní a tělesná aktivita .....	17
2.5.7. Alkohol.....	18

2.5.8. Další faktory.....	19
3. Měření spánku a kvality spánku .....	20
3.1. Individualita každého člověka .....	20
3.2. Sleep diary – spánkový zápisník .....	20
3.3. Zařízení umožňující měření spánku.....	20
3.3.1. Jak spánek měří lékaři a profesionálové.....	20
3.3.2. Zařízení dostupná široké veřejnosti .....	21
4. Požadavky na aplikaci.....	24
4.1. Účel aplikace.....	24
4.2. Vstupy z náramku FitBit.....	24
4.3. Zobrazení naměřených vstupů .....	25
4.4 Vstupy od uživatele .....	26
4.4.1. Večerní dotazník.....	26
4.4.2. Ranní dotazník .....	26
4.5. Zpětná vazba od odborníků.....	27
4.6. Shrnutí kapitoly .....	27
5. Metodika pro hodnocení spánku v aplikaci.....	28
5.1. Účel metodiky.....	28
5.2. PSQI –Pittsburgh Sleep Quality Index.....	28
5.3. Objektivní hodnocení .....	29
5.4. Subjektivní hodnocení .....	30
5.5. Návrh spojení objektivního a subjektivního .....	31
5.6. Shrnutí kapitoly .....	31
6. Vývoj aplikace .....	32
6.1 Návrh chování aplikace a její funkcionalita .....	32
6.2. Vývoj .....	32
6.2.1 Fitbit API .....	32
6.2.2 Přihlášení do služby .....	33
6.2.3. HTTP Requesty.....	35
6.2.4 JSON.....	36
6.2.5. Vykreslování grafu .....	36
6.2.6. Ukládání dat .....	36

6.2.7. Sběr dat .....	37
6.2.8. Výsledné zobrazení dat .....	37
6.2.9. Evaluace.....	38
7. Testování aplikace .....	40
8. Další rozvoj aplikace .....	43
9. Závěr .....	44
10. Seznam zkratk a pojmů .....	45
11. Reference .....	46



## 1. Úvod

Všichni přibližně vědí, co spánek je, avšak málokdo zná jeho opravdový význam z hlediska kvality našeho života, naší produktivity a celkové spokojenosti. V současné době se může zdát, že ve společnosti převládá pohled na spánek jako na něco parazitního. Jako na něco, co nám ubírá drahocenný čas, který bychom mohli trávit produktivní prací či svými vlastními zájmy a koníčky. Tento pohled je ale naprosto špatný - spánek je totiž zásadní stav organismu, ve kterém probíhá většina podstatných regeneračních procesů v lidském těle.

Je to jedna z klíčových činností, které musíme denně provozovat pro udržení tělesného i psychického zdraví a pohody, podobně jako tak základní činnosti jako dýchání, pití nebo jezení. Přesto je však častokrát význam spánku zmenšován a v extrémních případech je dokonce zobrazován jako slabost. Jedním příkladem za všechny může být slavný citát od Arnolda Schwarzeneggera „Vždycky mě napadlo, že den má 24 hodin, z toho 6 hodin spíte a 18 hodin vám zbývá. Víím, že mnozí z vás řeknou: „Počkej, ale já spím 8 až 9 hodin denně.“ Pak doporučuji spát rychleji.“ Ačkoliv je tento citát vytržen z kontextu, ve kterém se světová fitness ikona snaží posluchače motivovat k houževnaté práci, je jednoduché si jeho slova vyložit jako pohrdání spánkem. Jednoduše se snaží říci, že každá prospaná hodina je hodina bez práce, a tudíž ztracený čas.

Není tedy divu, že v dnešním neustále se zrychlujícím světě pociťují miliony lidí důsledky nedostatku spánku. Těmito důsledky jsou horší imunita, deprese, vyšší riziko rakoviny, horší paměť a v neposlední řadě obezita. Podle studie zveřejněné v Canadian Medical Association Journal [5] testovala vliv spánku na úspěšnost při hubnutí. Účastníci výzkumu byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Obě skupiny dostávaly po dobu čtrnácti dní stejné jídlo avšak rozdíl byl v délce spánku. První skupině bylo dopřáno pouhých 5,5 hodiny, zatímco druhé celých 8,5 hodiny. Výsledky ukázaly, že skupina, které byl dostatečný spánek odepřen spálila během diety o 55% méně tělesného tuku. Může tedy fenomén „Málo spánku, hodně práce!“ přispívat k epidemii obezity v západní společnosti? V kombinaci s nevhodným stravováním nepochybně ano.

Kolik času tedy tráví spánkem v současné době Češi?

Ve výzkumu pořádaného společností ppm factum na začátku roku 2014 bylo metodou osobního dotazování vyzpovídáno 997 respondentů z celé České republiky na otázky zaměřené na životní styl. Jedním ze zkoumaných témat byla i délka spánku [6]. Jak tedy Češi spí? Průměrná délka spánku vyplývající z výše zmíněného průzkumu je sedm a čtvrt hodiny. 59% Čechů spí 7-9 hodin denně, šest a méně hodin spí 26% Čechů a více hodin v posteli si dopřává zbylých 15%. Je ale délka spánku přímo úměrná jeho kvalitě?

Každý z nás zažil ráno, před kterým spal tak často udávaný „ideální“ počet hodin a přesto byl unavený. To je způsobeno nekvalitním spánkem, který může být zapříčiněn mnoha příčinami. Existuje několik jednoduchých kroků a pravidel, kterými se zdravý člověk může řídit a tím si zajistit v noci kvalitnější spánek. Každý člověk je však unikátní a nejinak tomu je i ve spánku. Bohužel neexistuje jednotná metodika pro nejlepší spánek na světě. Faktory, které mohou pomáhat jednomu rychle usnout nemusí druhému pomoci a naopak.

Toto téma bakalářské práce jsem se rozhodl vypracovat po tom, co jsem sám několik let bojoval se špatným spánkem a z toho vyplývající únavou během dne. Cílem celé práce je vývoj první verze aplikace Sleep diary pro operační systém Android, pomocí které může uživatel pomoci najít svůj „recept“ na dobrý spánek. Každé ráno po probuzení a každý večer před spaním si uživatel vyplní předem připravený dotazník, který by mu v tom měl pomoci. Tento dotazník je inspirován dokumentem Sleep Diary [7], který sestavili odborníci z americké organizace National Sleep Foundation. V něm uživatel vyplňuje data o průběhu svého dne a o svém spánku. Všechna tato data mají relevantní vztah ke kvalitě spánku.

Protože klasický dotazník obsahuje i mnoho údajů, které se člověku obtížně sledují (zejména se jedná o čas strávený v posteli před usnutím, počet probuzení během noci a celkovou efektivitu spánku). Uživatelé tyto informace necháme v naší aplikaci automaticky doplnit pomocí fitness náramku od značky FitBit. Data budou nejen přesnější ale rovněž tím uživatelé ušetříme čas a přineseme větší komfort.

## 2. Spánek

Než se pustíme do návrhu samotné aplikace, je potřeba zjistit co spánek je a jak funguje. Pro účely dotazníků je také vhodné identifikovat faktory, které mohou spánek a jeho kvalitu ovlivňovat. Tato kapitola se tedy bude zabývat definicí samotného spánku, jeho významem, mechanismy a přispívajícími faktory.

### 2.1. Definice

#### 2.1.1. Historický pohled na spánek a jeho výzkum

Po staletí byl spánek vnímán pouze jako odpočinková činnost či jako jednoduchý stav, při kterém je suspendována náročnější tělesná aktivita. Spánkem se zabývali více do hloubky již antičtí řečtí filozofové Alcmeon, Hippocrates či Aristoteles. Poslední zmiňovaný rovněž okolo roku 350 př. n. l. sepsal esej O spánku a bdění [8]. V této práci se zabýval jak filozofickými problémy (Je spánek duševní nebo tělesná záležitost? Náleží k duši nebo tělu?) tak i reálnou funkcí spánku (Co je spánek a co bdělost?).

Došel k závěru, že důvodem spánku je obnova krve. Podle jeho teorie člověk během dne vyčerpává ze své krve živiny. Tato „ochuzená“ krev je těžší než krev na živiny bohatá a proto klesá dolu do nohou. Na konci dne člověk ze své krve vyčerpá všechny živiny a proto má ochuzenou krev až v mozku. Právě výskyt ochuzené krve v mozku vyvolává podle Aristotela pocit únavy. Přes noc probíhá nové obohacování krve. Spánek proto probíhá jen tak dlouho, dokud znovu o živiny „obohacená“ krev nedosáhne opět mozku. Ačkoliv jeho domněnky nejsou správné není od pravdy tak daleko, jak by se mohlo na první pohled zdát. Celá následující století lékaři vycházeli z Aristotelových myšlenek.

Zlom přišel až s objevy rakouského psychiatra Constantina Freiherra von Economo. Tento lékař zkoumal při epidemii španělské chřipky své pacienty, kteří trpěli chronickou nespavostí nebo extrémní spavostí. Po ohledání poškození, která utrpěl jejich mozek došel k závěru, že poškození přední části hypothalamu (část mezimozku) vede k nespavosti, zatímco poškození laterální (boční) nebo zadní části hypothalamu vede k pocitu únavy a nadměrné spavosti. Něco podobného tvrdil již v 17. století René Descartés. Ten spojoval spánek se šišinkou (rovněž část mezimozku).

Dalším důležitým krokem byl objev elektroencefalogramu (EEG) Hansem Bergerem v roce 1928. Pomocí tohoto přístroje bylo možné měřit elektrickou aktivitu v mozku elektrodami umístěnými na povrchu hlavy, namísto přímo na mozku. To umožnilo porovnávat rodily mezi mozkovou aktivitou v bdělosti a ve spánku.

V roce 1925 otevřel Nathaniel Kleitman první spánkovou laboratoř na University of Chicago. Rovněž provedl několik pokusů (např. žil měsíc v Mammoth Caves v Kentucky, kde zkoumal spánek bez vlivu moderního světa) a jako první popsal REM (rapid eye movement) fázi spánku. Rovněž jako první definoval více poddruhů spánku. Tito lidé se zasloužili o to, že se spánek a jeho význam dostal do hledáčku dalších vědců.

### 2.1.2. Dnešní definice

Dnes se při vložení klíčového slova Sleep do databáze knihovny United States National Library of Medicine uživateli zobrazí více než 100 000 odborných článků na toto téma. Spánkem a jeho důležitostí se zabývalo a zabývá mnoho odborníků. Jak je tedy spánek definován dnes?

Spánek je u lidí i zvířat popsán jako přirozený stav sníženého vědomí a tělesné aktivity. Pro jeho definici byly stanoveny následující behaviorální kritéria, která platí pro všechny živočichy:

- 1) Rychle zvrátitelný stav nepohyblivosti s výrazně sníženou mírou smyslového vnímání. Rychlá zvrátitelnost tohoto stavu ho odlišuje od kómatu nebo hibernace
- 2) Zvýšený práh vzrušení a snížené reakce na externí podněty
- 3) Specifické držení těla
- 4) Rituály přes usínání (např. kroužení, zívání, vytváření hnízda)
- 5) Periodická regulace a udržování 24 hodinového cyklu při stálých podmínkách
- 6) Přirozená zvýšená touha po spánku, pokud byl předtím odepřen (spánkový deficit)

Považuji za důležité zdůraznit, že ačkoliv většina živočichů tato kritéria ve spánku splňuje, rozhodně se nedá mluvit o všech. Například vodní savci (velryby, delfíni) vypínají aktivitu při spánku pouze na jedné mozkové hemisféře. Tato unikátní schopnost jim umožňuje i ve spánku dál plavat. Zároveň tak ale narušují kritéria stanovená výše (konkrétně bod 1.). Tato kritéria jsou tedy není možné brát jako univerzální. Diskuze o pravé definici spánku stále probíhají.

Dovolím si zde ještě volně přeložit definici hesla Sleep z lékařského slovníku v sekci medical na The Free dictionary [9], která z velké části podporuje kritéria zmíněná výše:

„periodicky se opakující stav odpočinku pro tělo a mysl, během které je vůle a vědomí částečně nebo úplně suspendováno. Spánek byl popsán jako stav chování, specifický polohou a sníženou citlivostí na vnější podněty, která však může být rychle zvrácena“

## 2.2. K čemu je

Ačkoliv spánku díky mnoha výzkumům celkem dobře rozumíme, jedna otázka je stále nezodpovězena. Proč spíme? Z evolučního hlediska je spánek velmi zvláštní. Ve spánku živočichové nepřijímají potravu, nepřijímají tekutiny, nerozmnožují se a jsou snazší kořistí pro případné predátory. Takto vysoká cena implikuje, že spánek musí mít pro každého, kdo ho potřebuje, kritickou hodnotu. Co je touto hodnotou? V dalších řádcích rozeberu několik základních teorií, spolu s jejich pro a proti.

### 2.2.1. Ve spánku probíhá buněčná regenerace

Teorie o spánku, jakožto nutné podmínce pro buněčnou regeneraci, existují již od dob Aristotela (viz. výše). Ve prospěch této teorie mluví fakt, že svalová vlákna se například opravdu regenerují zejména ve spánku. Rovněž by mohla být podpořena spánkovým deficitem. Pokud živočich jeden den o spánek přišel, musí nutně následující den věnovat spánku více času. Dalším argumentem pro jsou zjištění posledních let. Ukázalo se, že některé geny zodpovídající za regeneraci tkání mění svou strukturu

v závislosti na spánku. Dříve se tento úkaz spojoval s vnitřním biologickým rytmem. Tyto pozměněné geny mají velký vliv na hlavní metabolické pochody a obnovování přenosových váčků.

Slabinou této hypotézy je nevysvětlení různých fází spánku (REM, NREM). Ve fázi REM je totiž mozek aktivnější, než při vědomé aktivitě v bdělosti. Rovněž je možné říci, že neaktivní živočichové ve spánku tráví výrazně víc času než živočichové aktivní [10]. Dobrým příkladem může být například pásovec velký. Tento živočich tráví spánkem průměrně 18.1 hodin denně. To je 75% celého dne. Naproti tomu kůň, výrazně aktivnější zvíře, spí pouze 2.9 hodin denně. Podle této teorie by logicky kůň měl regenerovat mnohokrát více a tudíž spát výrazně déle.

### 2.2.2. Úspora energie

Tato teorie vychází z předpokladu, že každý živočišný druh má genetické předpoklady být aktivní v danou dobu. Základní dělení, které v této oblasti můžeme pozorovat je rozdělení na denní, soumravné a noční živočichy. Každý organismus pro svou aktivitu spotřebovává energii. Mimo hlavní dobu aktivity, během které může daný živočich využívat svého okolí je tedy vhodné co nejvíce energií šetřit. Přesně k tomuto účelu má podle této teorie sloužit spánek.

Ve prospěch této teorie hovoří fakt, že NREM spánek opravdu je hypometabolický (metabolismus pracuje oproti normálnímu stavu výrazně pomaleji). Tím dochází ke zmiňované úspoře energie. Faktem také je, že menší zvířata mají metabolismus rychlejší než zvířata větší. Podle této teorie by tedy také měli v době své neaktivity více šetřit energií a tudíž více spát. Při pohledu na tabulku zmíněnou výše zjistíme, že to všeobecně je pravda. Také se lehce snižuje tělesná teplota, což rovněž vede k úspoře energie.

Na druhou stranu je nutné zmínit, že například člověk spánkem příliš energie neušetří. Hodnota energie takto ušetřené se pohybuje někde mezi 80 – 130 kaloriemi za noc. To opravdu není úspora, kvůli které by se vyplatilo podstoupit všechna rizika se spánkem spojená. Navíc například v REM fázi pracuje mozek intenzivněji a spotřebuje více energie, než při normální bdělé aktivitě. Pokud bychom v přírodě hledali stav šetřící velké množství energie, můžeme se podívat na hybernaci. Ta pomáhá živočichům bez přijímání živin vydržet celé roční období.

### 2.2.3. Spánek slouží k ukládání informací do paměti

Aby bylo zaručeno stejných podmínek pro všechny metabolické děje, je možné že jednobuněčné organismy v dávných dobách využívaly vnímání světla a tmy pro určení ideální doby provádění těchto procesů. Odtud pochází schopnost takticky časovat provádění procesů. Evoluce dále vedla ke vzniku mnohobuněčných organismů se schopností pamatování a učení se. Tyto dva jevy jsou rovněž metabolicky náročné a drahé. Aby byla zaručena kvalita a co největší efektivita ukládání paměti, je vhodné aby tento proces probíhal v době, kdy jsou ostatní děje v útlumu. Podle této teorie je spánek je tedy doba útlumu sloužící k usnadnění ukládání informací do paměti a zvyšující efektivitu učení.

Mnoho výzkumů již prokázalo vztah mezi zapamatováním informací a spánkem [11]. Odborné studie na zvířatech dokázaly, že poté, co se zvíře naučilo vyřešit novou úlohu a byl mu odepřen spánek se jeho schopnost postup zopakovat rapidně zhoršila [12]. Ke stejným závěrům došlo i při pokusech na lidech. Odborná literatura uvádí, že pravděpodobnost zapamatování si informace na delší dobu je

téměř třikrát větší, pokud je jedinci dopřáno spánku a některé úlohy se nelze naopak s omezeným spánkem řešit.

Problém s touto teorií je ten, že nemůže být vztažena na všechny živočichy. Zvířata s větším mozkiem a větší mírou učení či paměti by měla spát výrazně více, než zvířata s menším mozkiem. Dostupná data ale dokazují, že tomu tak není. Sloni, u kterých byla vyzkoušena vysoká míra učenlivosti [13], stráví spánkem v noci mezi 3,1 až 6,9 hodinami [14]. Naproti tomu výše zmíněný pásovec srovnatelnou inteligencí ani schopností učení se neopývá a přitom spí téměř třikrát tolik.

#### **2.2.4. Shrnutí**

Nad významem spánku z evolučního hlediska odborníci stále bádají. Jednou z možných odpovědí je rovněž kombinace výše zmíněných teorií.

### **2.3 Jak poškozuje nedostatek spánku člověka?**

#### **2.3.1 Bezpečí**

Nejvíce viditelná rizika spojená s nedostatkem spánku jsou spojená s únavou či nepozorností. Usnout při řízení vozidla či jiné nebezpečné činnosti může mít nedozírné následky. Schopnost vykonávat naučené nebo „automatizované“ návyky nás při usínání opouští jako první. Mikrospánek (spánek trvající pouze pár vteřin) je podle Americké automobilové asociace (AAA, American Automobile Association) [15] zodpovědný až za 21% všech dopravních nehod. Rovněž snížená nepozornost spojená s únavou může mít vliv na pracovní výkon. Souvislost s kvalitou podaného výkonu byla zdokumentována například u chirurgů [16].

#### **2.3.2. Nemoci srdce**

Výzkum provedený v roce 2003 ve Vancouver General Hospital [17] ukázal, že lidé s 8 hodinami spánku denně mají oproti ostatním skupinám (lidé s 5 a méně hodinami, 6 hodinami, 7 hodinami) po eliminaci ostatních faktorů nejnižší riziko srdečních onemocnění. Jak nedostatek spánku ovlivňuje srdce? Těmto mechanismům vědci ještě neporozuměli, má se ale obecně za to, že spánková deprivace vede ke zvýšeným hladinám tuku v srdci a ty již prokazatelně vedou k srdečním onemocněním.

#### **2.3.3. Metabolismus**

O souvislosti mezi nedostatkem spánku a obezitou jsem se zmiňoval již v úvodu. Detailnější výzkumy zabývající se souvislostí mezi spánkem a metabolismem přišly se závěrem, že dostatek kvalitního spánku pomáhá snižovat odolnost vůči inzulinu a tím snižuje riziko cukrovky [44].

#### **2.3.4. Funkce imunitního systému**

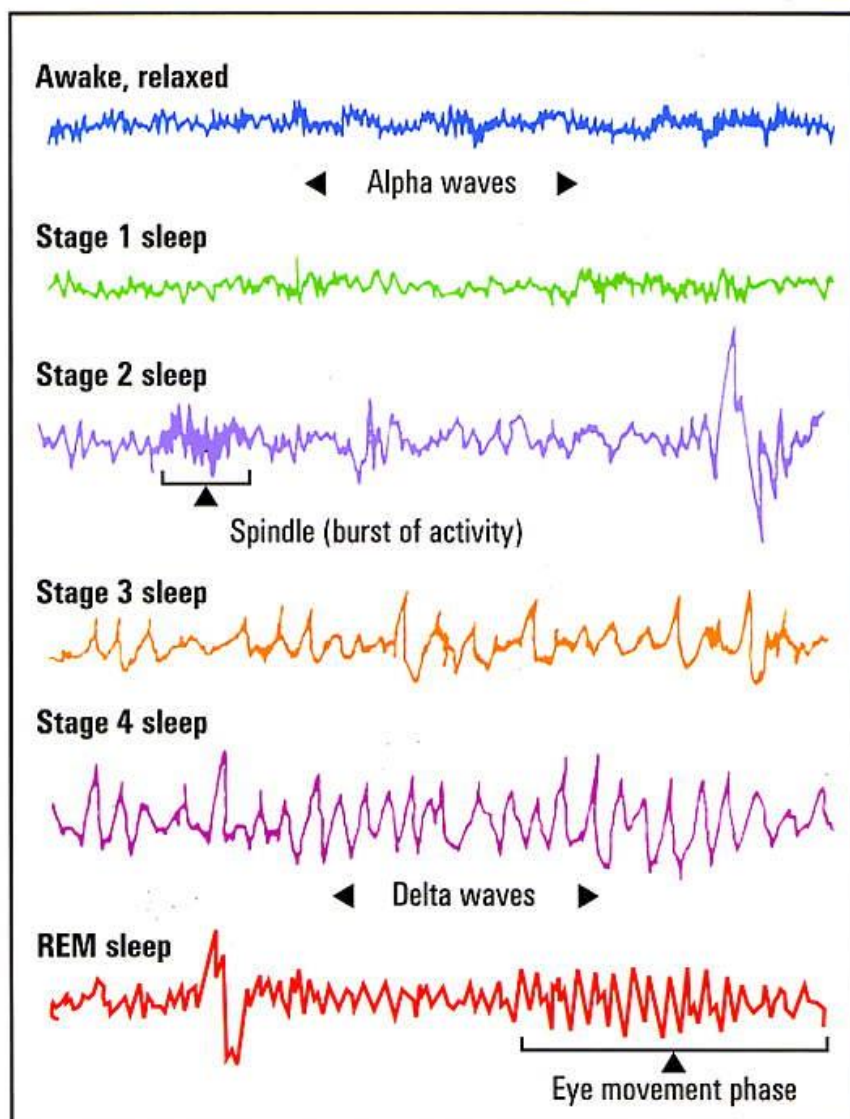
Během posledních 25 let bylo odhaleno velké množství spojitostí mezi funkcí imunitního systému a spánkem. Důležitost spánku při zotavování se z infekčních onemocnění je spíše intuitivní než postavená na důkazech. Přesto lékaři při různých chřipkových onemocněních léta doporučují klid a odpočinek. Zdokumentována však byla souvislost s lepší reakcí na očkování, pokud si očkovaný dopřál v týdnu po očkování dostatečně dlouhý spánek [18].

## 2.4 Mechanismy spánku

### 2.4.1. Mozková aktivita

Mozek je složen z miliard neuronů, komunikujících jeden s druhým pomocí elektrických signálů a chemických reakcí. Pokud spolu komunikuje více neuronů najednou, vznikají v mozku změny napětí, které je možné zaznamenávat na povrchu hlavy. Takto rozpoznáváme mozkovou aktivitu. Přístroj schopný této funkce je elektroencefalogram (EEG). Pomocí tohoto přístroje pan Berger jako první ukázal rozdíly v mozkové aktivitě v bdělém stavu a při spánku. V bdělém stavu EEG u člověka zaznamenává rychlé (vysokofrekvenční) vlny s nízkou amplitudou zatímco při spánku se tyto vlny zpomalí a jejich amplituda se zvětší.

Na základě těchto objevů byly do roku 1960 objeveny a prozkoumány i různé fáze spánku – REM a NREM (hluboký spánek). Grafické zobrazení mozkových vln je možné vidět na následujícím obrázku.



Obr. 2.1: Zobrazení mozkových vln v různých fázích spánku

### 2.4.2. Definice kvalitního spánku

Pokud se bavíme o kvalitním spánku, je nutné rozlišit mezi objektivní a subjektivní kvalitou. Subjektivní kvalitu je možné posoudit jako souhrn pocitů o tom, jak rychle člověk usnul, kolikrát se vzbudil, zda se ráno a během dne cítil odpočatý. Bylo již vytvořeno několik různých metodik pro posuzování subjektivní kvality spánku [19].

Článek publikovaný v magazínu Sleep [45] se zabývá definicí subjektivního spánku. Pro její nalezení bylo vyzpovídáno 28 jedinců se zdravým spánkem a 25 jedinců trpících nespavostí. Po vyhodnocení výsledků se ukázalo, že hlavní indikátory pro subjektivní hodnocení mezi všemi účastníky byly následující:

- Pocit únavy po probuzení
- Pocit únavy během dne
- Energie v průběhu dne
- Počet probuzení během noci

Stanovit objektivní kritéria je náročnější úkol. Organizace National Sleep Foundation sestavila tým odborníků z různých oblastí zabývajících se spánkem (Sleep Quality Consensus Panel). Tento tým prošel 277 různých studií zabývajících se kvalitou spánku [20] a sestavil následující kritéria pro jednoduchou definici:

- 85% z času, který člověk strávil v posteli, by měl spát
- Usínání by nemělo trvat déle než 30 minut
- Maximálně jedno probuzení za noc
- Celkový čas, po který byl člověk vzhůru po prvním usnutí, nesmí přesáhnout 20 minut

Jak by měl vypadat ideální spánek z hlediska EEG je možné nalézt v další kapitole.

### 2.4.3. Popis průběhu ideálního spánku

Jak by měl vypadat ideální spánek? Pozorovaný dospělý člověk ulehne do postele a zavře oči. Dostane se do stavu klidné bdělosti. Na EEG v této fázi bychom pozorovali změnu z rychlých mozkových vln s nízkou amplitudou na pomalejší alfa vlny s vyšší amplitudou. Po neurčitě dlouhé době alfa vlny rychle odezní a nahradí je theta vlny s ještě nižší frekvencí. V tuto chvíli říkáme, že osoba je v první úrovni spánku. Této úrovni říkáme lehký spánek. Spící osoba již nevnímá okolní svět, ale může být snadno probuzena. Pokud by se tak stalo, je možné, že si ani svůj spánek nebude uvědomovat. Oči v této fázi pomalu kmitají nahoru a dolů, nejedná se však o REM spánek.

Po přibližně pěti minutách se osoba přesune do fáze 2. Pokud by byla nyní probuzena, pravděpodobně si uvědomí že spala ačkoliv probouzení by bylo stále velmi jednoduché. Fáze 2 je identifikovatelná pozorováním dvou specifických druhů mozkových vln. V anglické literatuře jsou pojmenované jako sleep spindles a K-complexes. Obě dvě tyto vlny jsou velmi krátké a trvají pouze pár vteřin. Vyskytují



se opakovaně. Sleep spindle je krátká zrychlená vlna, která je má přibližně třikrát vyšší frekvenci než theta vlna na pozadí. Naproti tomu K-complexes jsou výkyvy s vysokou amplitudou.

Po dalších deseti minutách osoba postoupí do fáze 3. Tato fáze je první, která spadá pod označení hluboký spánek. Znovu proběhne změna mozkových vln. Ve fázi tři se setkáváme s delta vlnami. Tyto vlny se vyznačují velmi nízkou frekvencí a vysokou amplitudou. Znovu se objevují sleep spindles a K complexes. K-complexes jsou těžko pozorovatelné, protože delta vlny na pozadí jsou velmi podobné. Delta vlny postupně převládnu a ve chvíli, kdy theta vlny zmizí a zůstanou pouze delta vlny hovoříme o poslední fázi spánku.

V této chvíli se již bavíme o fázi 4. Osobu v této fázi spánku je těžké probudit, její srdeční tep i dýchání jsou pravidelné a relativně pomalé zatímco svaly jsou uvolněné. Sleep spindles a K-complexes zmizí. V této fázi osoba stráví následujících 20-30 minut. Poté se znovu začnou objevovat náznaky fáze 3. Člověk se může nyní lehce pohnout ve spánku. Není to však náznak probouzení, nýbrž příprava na jinou fázi spánku.

10 minut osoba ještě stráví ve fázi 3 a poté se posune dále. Její oči se pod víčky začnou rychle pohybovat nahoru a dolů. Nastává fáze REM spánku. Všechny svaly ovládané vůli jsou paralyzovány, výrazně narůstá mozková aktivita a dochází ke snění. Po dalších 10 minutách se navrátí do fáze 3 a poté znovu do fáze 4. V průběhu spánku se tyto dvě fáze prostrídají čtyřikrát až pětkrát a jeden tento proměnný cyklus zabere zhruba 90-100 minut. V druhé polovině spánkového cyklu se délka REM fáze prodlužuje.

S přibližujícím se ránem začne tělo pozvolně uvolňovat hormon kortizol. Tento hormon je zpravidla uvolňován ve stresu a jeho účelem je připravit tělo na zátěž. Působí katabolicky a tím aktivuje energetický metabolismus. Vrcholu v krvi dosáhne těsně před probuzením. Po probuzení nyní už nespící člověk několik minut stráví ve stavu „spánkové setrvačnosti“. Ta však brzy pomine a člověk se již nachází v plné bdělosti.

#### **2.4.4. Fáze spánku – REM**

REM (rapid eye movement) je fáze spánku, ve které stráví průměrný člověk 20–25% doby z doby celkového spánku. Své pojmenování dostal, protože v této fázi spánku člověk náhodně kmitá očima do všech směrů. Během REM fáze je aktivita v mozku ještě vyšší, než v bdělém stavu a většina snů probíhá přesně v této fázi. Ve stejnou dobu je rovněž ukládány vzpomínky a probíhá zápis do trvalé paměti.

REM spánek začíná v odpovědi na signály přicházející z různých částí mozků. Cílové místo těchto signálů je v mozkové kůře, která je zodpovědná za přemýšlení, učení i pamatování si informací. Rovněž jsou také vyslané signály z mozku do páteře. Smyslem těchto signálů je dočasná paralýza v končetinách, která způsobí vyřazení pohybů. Lidé s poruchou těchto signálů proto v REM spánku se proto ve spánku nekontrolovaně pohybují.

### 2.4.5. Denní biorytmus

Většina odborné veřejnosti jako denní biorytmus uznává takzvaný dvouprocesní model. Tento model byl poprvé navržen Alexanderem Borbélym v roce 1982. Skládá se ze dvou vnitřních „oscilátorů“. První z nich udržuje informaci o tom, jak dlouhá doba uběhla od poslední spánkové relace. Tento proces zajišťuje spánkovou homeostázi (udržování stálosti vnitřního prostředí organismu) a ve dvouprocesním modelu na něj bývá odkazováno jako „Proces S“ podle anglického spojení sleep-wake homeostasis.

Druhý proces lze jednoduše popsat jako vnitřní hodiny. Tento proces se nazývá „Proces C“ podle anglického slova circadian (denní).

#### *Proces C*

Proces C udržuje v lidském těle denní (přibližně 24 hodinový) cyklus a ovládá započítání metabolických a fyziologických procesů, produkci hormonů a v neposlední řadě spánku. Tento proces je řízen z hypothalamu, kde se nachází suprachiasmatické jádro (přeloženo z angličtiny, v originále suprachiasmatic nuclei – SCN). Proces C synchronizován pomocí přirozených ukazatelů času v přírodě (cyklus světlo-tma).

SCN se skládá z přibližně 20 tisíc buněk, které měří denní průběh denního cyklu nezávisle na sobě a nějakým způsobem koordinují celkový výstup. SCN je také přímo napojeno na nervy v okolí očí. Díky tomu detekují světlo a tmu a mohou se tak synchronizovat podle těchto informací.

#### *Proces S*

Procesu S jsme bohužel doposud neporozuměli tolik jako Procesu C. Obecně se má za to, že mozkomíšní mok obsahuje substanci, která se kumuluje během bdělé aktivity. Při dostatečném množství této substance v oběhu začne tato substance působit na receptory, které dále podávají signál o nutnosti spánku. Látky, které takto působí, musí splňovat všechna nebo některá z následujících kritérií:

1. Pokud se zvýší koncentrace této látky v oběhu, je vyvoláván spánek
2. Pokud je receptor této látky blokován, spánek bude potlačen
3. Látka by měla reagovat v částech mozku, která souvisí se spánkem
4. Hladina látky v těle by se měla různit podle chuti spát či naopak

Bylo identifikováno již více látek, které mohou tato kritéria splňovat. Jmenujme například interleukin (protein důležitý pro funkci imunitního systému), somatoliberin (hormon, který ovládá vylučování růstového hormonu), prostaglandin či nejznámější a nejpravděpodobnější adenosin.

Adenosin je vedlejší produkt vznikající při využívání ATP. ATP (adenosintrifosfát) je základní látka pro funkci metabolismu. Při jejím spalování se uvolňuje velké množství energie, kterou využívá většina buněčných procesů a tudíž je to i energie spotřebovávaná při tělesné aktivitě.

## 2.4.6. Hormony spojené se spánkem

### *Melatonin*

Melatonin je jeden z hormonů zásadních pro kvalitní spánek. Jeho vylučování souvisí s procesem C. Přirozeně je vylučován v noci a pomáhá regulovat funkci SCN. Mimo to má vliv na imunitní systém, krevní tlak, kvalitu kostí, metabolismus a další tělesné funkce.

### *Kortizol*

Hormon který souvisí s denní aktivitou a pomáhá s přípravou organismu na zátěžové situace. Vylučován bývá v ranních hodinách, kdy připravuje lidský organismus na probouzení a následnou aktivitu.

### *Růstový hormon*

Růstový hormon, jak již název napovídá, stimuluje růst kostí do délky a také opravu svalových tkání. Toho dosahuje podporou transportu aminokyselin do buněk a zde jejich zabudováním do proteinů. Velké procento celkově vyloučeného růstového hormonu je vylučováno ve spánku.

### *Ghrelín*

Ghrelín je také často nazýván hormonem hladu. Pokud se člověku dostává pouze krátkého spánku, častokrát se u něj objevuje i vysoká hladina ghrelínu. Vědci vysledovali i inverzní jev, totiž že po dlouhém spánku se člověk obecně cítí méně hladový. Jako logické vysvětlení se jeví, že člověk se obecně z hladu nevzbudí.

## 2.5. Faktory ovlivňující kvalitu spánku

### 2.5.1. Vystavení obrazovkám před spánkem

Jedna z největších chyb, která lidem v současné době brání v kvalitním spánku, jsou obrazovky. Modré světlo (záření s vlnovou délkou 445 - 500 nm) vyzařované obrazovkami spouští vylučování hormonů, které zabraňují přípravě těla na usnutí (např. cortisol). Navíc je narušen přirozený cyklus světla a tmy. Tělo ve spánku hůře vylučuje jeden ze základních hormonů pro spánek, melatonin. Ten má přímý podíl na kvalitě REM fáze spánku a jeho nedostatek ji může vážně narušit. Navíc posouvá lidské vnitřní hodiny a tím může narušit i průběh dalšího dne.

Důkazem tohoto tvrzení je výzkum provedený na Brigham and Women's hospital [24]. Účastníci výzkumu každý večer před spaním dostali ke čtení buď iPad nebo vytištěnou knihu. Čtenáři na iPadech pravidelně déle usínali a vykazovali nižší hladinu melatoninu ve spánku. Následující ráno navíc byli výrazně unavenější a méně pozorní. Ke stejnému závěru došel i výzkum profesorky Mariany G. Figueiro, PhD z Lighting Research Center [25]. Ta navíc dodává, že dlouhodobé užívání LED displayů a obrazovek před spaním může trvale ovlivnit biologický rytmus lidského těla. S tím také přichází vyšší rizika dalších onemocnění.

Další nepříjemnost, kterou mohou elektronická zařízení před spaním přinášet, souvisí s hormonem dopaminem. Tento hormon je často označován za hormon odměny. Hraje zásadní roli při vzniku motivace, emocí i pocitu potěšení a odměny. Právě tento hormon je vylučován např. při vyhledávání zajímavých informací na internetu či hraní počítačových her. Je to i jeden z důvodů vzniku závislosti

na informačních technologiích. Dopamin však způsobuje také pocit bdělosti a pozornosti. Vědci ze Stanfordské univerzity ve svém pokusu [26] eliminovali přenašeče dopaminu u myši. Tím zajistili, že jejich receptory dopamin zaznamenávali déle a mohli pozorovat jeho účinky při dlouhodobém působení. Výsledkem pozorování byl takový, že myši spaly výrazně méně.

Z výše vyjmenovaných důvodů tedy vyplývá jasný závěr, že všechny obrazovky vyzařující modré světlo je vhodné vypnout alespoň dvě hodiny před plánovaným usnutím a nejlepší je se elektronice před spaním vyhýbat úplně.

### 2.5.2. Kofein

Kofein patří do skupiny stimulantů centrálního nervového systému, který se běžně nachází v čaji, kávě a dalších nápojích. Kofein stimuluje náš organismus a mezi jeho hlavní efekty patří zvýšená bdělost, zlepšená pozornost a snížená únava. Délka jeho efektu se pohybuje mezi 3-10 hodinami. Podle amerického úřadu pro kontrolu potravin a léčiv se jedná zároveň o přídatnou látku i drogu. Lze tak bezpečně říct, že se jedná o nejrozšířenější drogu na světě.

Kofein se strukturou velice podobá adenosinu. Adenosin je látka, kterou tělo vylučuje při své denní funkci a právě receptory adenosinu dávají lidskému tělu informaci o tom, jak je unaveno. Kofein může receptory adenosinu díky své podobné struktuře zablokovat a tím eliminovat jejich funkci. Poté není lidské tělo schopné rozpoznat únavu. Tento efekt způsobuje náhlý pocit nově nabitě energie po energetickém nápoji či jiném nápoji obsahujícím kofein.

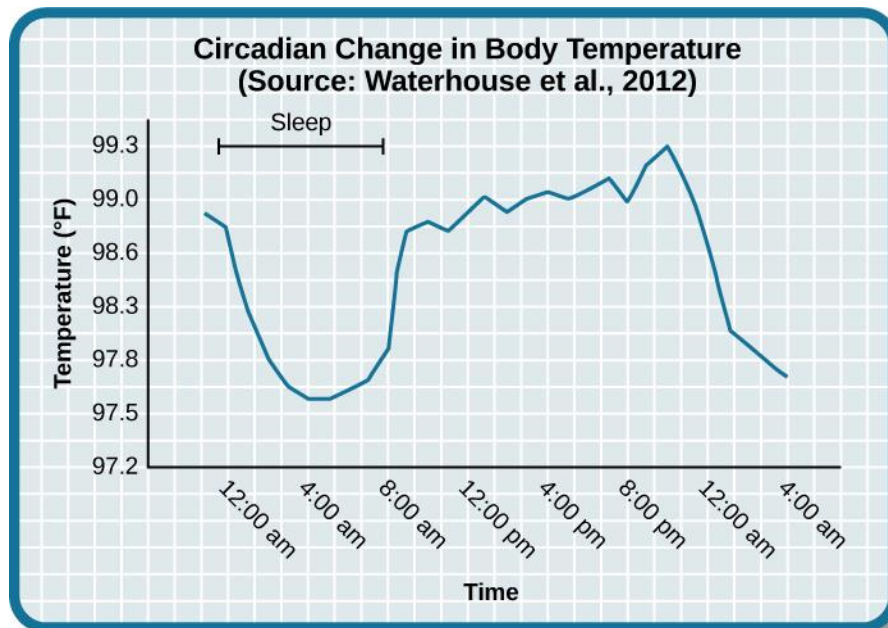
Tento efekt je dobře vidět na pokusu provedeném Christopherem Drakem, PhD z Wayne State University School of Medicine in Detroit [28]. Při tomto pokusu pili účastníci kávu těsně před spánkem, tři hodiny před spánkem a šest hodin před spánkem. Všechny skupiny vykazovaly závažné problémy během spánku. Výsledky byly vypracovány z objektivního pozorování účastníků i z jejich subjektivních dojmů, které si zaznamenávali do svých deníků. Skupina s kávou před šesti hodinami před spánkem průměrně přišla o jednu hodinu dobrého spánku, avšak ráno to nepociťovala. Během dne však začali být unavení a museli vyhledat nějaký zdroj energie – další nápoj s kofeinem.

Je tedy jasné, že kofein má zásadní vliv na kvalitu spánku. Poslední nápoj obsahující tuto látku je doporučen nejpozději 10 hodin před plánovaným usínáním.

### 2.5.3. Okolní teplota

Tělesná teplota se snižuje při přípravě ke spánku. Pokud je však teplota v místnosti příliš vysoká, může to tělu zabránit ve snížení. Studie prokázaly, že ideální okolní teploty ke spánku se pohybují mezi 15-20 °C. Cokoliv mimo tento interval způsobuje komplikaci při snaze o kvalitní spánek.

Příčinou může být měnící se tělesná teplota v průběhu dne. Lze obecně říci, že přes den je vyšší než v noci. Okolo 22:00 se přirozeně nachází na vrcholu a poté klesá až k nejnižšímu bodu. Zvýšením okolní teploty může tedy dojít k narušování tohoto přirozeného cyklu.



Obr. 2.2: Graf znázorňující pravidelné změny tělesné teploty v průběhu dne

Jak moc správná tělesná teplota ovlivňuje spánek? Výzkumy přišly se zajímavou informací. Lidé trpící nespavostí mají před uložením se ke spánku vyšší tělesnou teplotu než lidé, kteří spí bez problémů. Vědci z University of Pittsburgh proto přišli se zajímavým pokusem. Skupinu lidí trpících nespavostí oblékli před spaním do „chladících čepic“, ve kterých cirkulovala chladnější voda a ochlazovala účastníkům pokusu hlavu při spánku. Při nošení těchto čepic průměrně lidé s nespavostí usínali za 13 minut, zatímco zdraví lidé bez nich usínali celých 16 minut. Zajímavé také je, že lidé s nespavostí strávili 89% času v posteli v opravdovém spánku. To je stejné procento času, kterého dosahovala i skupina zdravých jedinců [29].

Teplota okolí má určitě vliv na tělesnou teplotu a ta má zase přímý vliv na kvalitu spánku.

#### 2.5.4. Světelné podmínky

Nejen teplota může ovlivňovat kvalitu spánku. I světelné podmínky v okolí spícího člověka mají do určité míry dopad na kvalitu jeho spánku. V posledních letech se pro přebytek umělého světla a úbytek tmy vžil pojem „světelné znečištění“. Lidé jsou přirozeně zvyklí na cyklus světla a tmy. Světelné znečištění může tento přirozený cyklus narušit a způsobovat zhoršení kvality spánku.

Stejně jako u modrého světla (viz. výše) i umělé světlo může způsobovat výkyvy ve vylučování melatoninu. Studie vypracovaná na toto téma v roce 2010 ukázala, že používání pokojového světla v porovnání s používáním tlumeného světla vyústila v potlačení vylučování u 99% lidí, kteří pokus podstoupili [30]. Množství vylučovaného melatoninu bylo také sníženo o více než 50%.

Za zmínku také stojí výzkum provedený v roce 1999 na Scheie Eye Institute v Pensylvánii. V tomto pokusu byly porovnávány zdravotní záznamy dětí, které spaly většinu dětství v různých světelných podmínkách [31]. Výsledky ukázaly, že desetina z 479 dětí, které spaly ve tmě, v dospělosti trpěla krátkozrakostí. Druhá skupina dětí, která spala se zapnutým nočním světlem, trpěla krátkozrakostí ve

34%. Poslední skupina spala se zapnutým pokojovým světlem celou noc. Tato skupina vykazovala krátkozrakost v 55%. Tato studia nebrala v potaz jiné faktory. I přesto jsou výsledky šokující a spojitost nejspíše není náhodná.

Světelné podmínky tedy dozajista ovlivňují kvalitu dosaženého spánku.

### 2.5.5. Čas usínání

Čas, ve kterém spíme, je velmi důležitý pro celkovou kvalitu spánku. Naše vnitřní hodiny jsou nastaveny tak, abychom největší výhody spánku získávali mezi 22:00 – 2:00 ráno. V tuto dobu je totiž vylučován jeden z nejdůležitějších hormonů pro spánek, melatonin, a rovněž jeden z růstových hormonů. Pokud je spánek po desáté hodině večerní odložen, může nastat efekt opačný k útlumu. Je totiž uvolněna vnitřní energie, která byla určena pro regeneraci.

Pokud člověk zůstane vzhůru i po desáté hodině večerní je schopnost jeho těla regenerovat vážně narušena. Toto narušení se může projevit jako únava druhý den. Mohou však přijít mnohem závažnější následky než pouze únava. Lidé, kteří mají noční směny, jsou těmito následky postihováni mnohem častěji než normálně spící jedinci. Důkazem může být, že mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny zařadila noční směny mezi karcinogeny [32]. Melatonin totiž funguje jako hormon zabraňující vzniku rakoviny. A statistiky tento předpoklad potvrzují. Například ženy, které pracují noční směny ohrožuje výskyt rakoviny prsu o 30 % více [33]. Další riziko, které přichází je cukrovka. Výzkum mezi zdravotními sestrami v Dánsku ukázal, že sestry pracující noční změny častěji trpěly cukrovkou po patnácti letech služby [34].

Správný čas pro spánek tedy prokazatelně hraje roli v jeho kvalitě a ovlivňuje i jeho přínos.

### 2.5.6. Sportovní a tělesná aktivita

Lidem, kteří se někdy věnovali sportu a tréninku i v teoretické rovině je jistě znám fakt, že k úspěšnému tréninku neodmyslitelně patří i odpočinek ve formě spánku. Během tréninku totiž dochází k namáhání svalových vláken a k jejich mikroskopickému poškození. Během spánku je toto poškození opravováno a výsledkem jsou silnější svalová vlákna. Pro trénink je tedy spánek zásadní. Existuje však i vztah opačným směrem?

V roce 2005-2006 posbírala organizace National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) data o více než 3000 lidech [36]. Data byla sbírána pomocí dotazníků a elektronického zařízení, které monitorovalo aktivitu daných jedinců. Sběr dat o jejich aktivitě probíhal po dobu jednoho týdne. V dotazníku byla rovněž sekce věnovaná spánku.

Po kategorizaci kontrolovaných lidí podle věku, BMI (Body mass index – index udávající poměr výšky a hmotnosti člověka), zdravotního stavu, depresí a vztahu ke kouření výsledky ukázaly, že pro pravidelně cvičící skupinu se riziko únavy během dne snižovalo, zatímco ve spánku tyto osoby trávily stejnou dobu.

Tento výzkum tedy potvrdil korelaci mezi objektivně měřenou fyzickou aktivitou a několika neobjektivně uváděnými parametry. Je však také důležité sledovat čas, ve kterém fyzická aktivita probíhá. Odborníci se shodují, že nejlepší je cvičit ihned po ránu. Naopak večerní cvičení zvyšuje

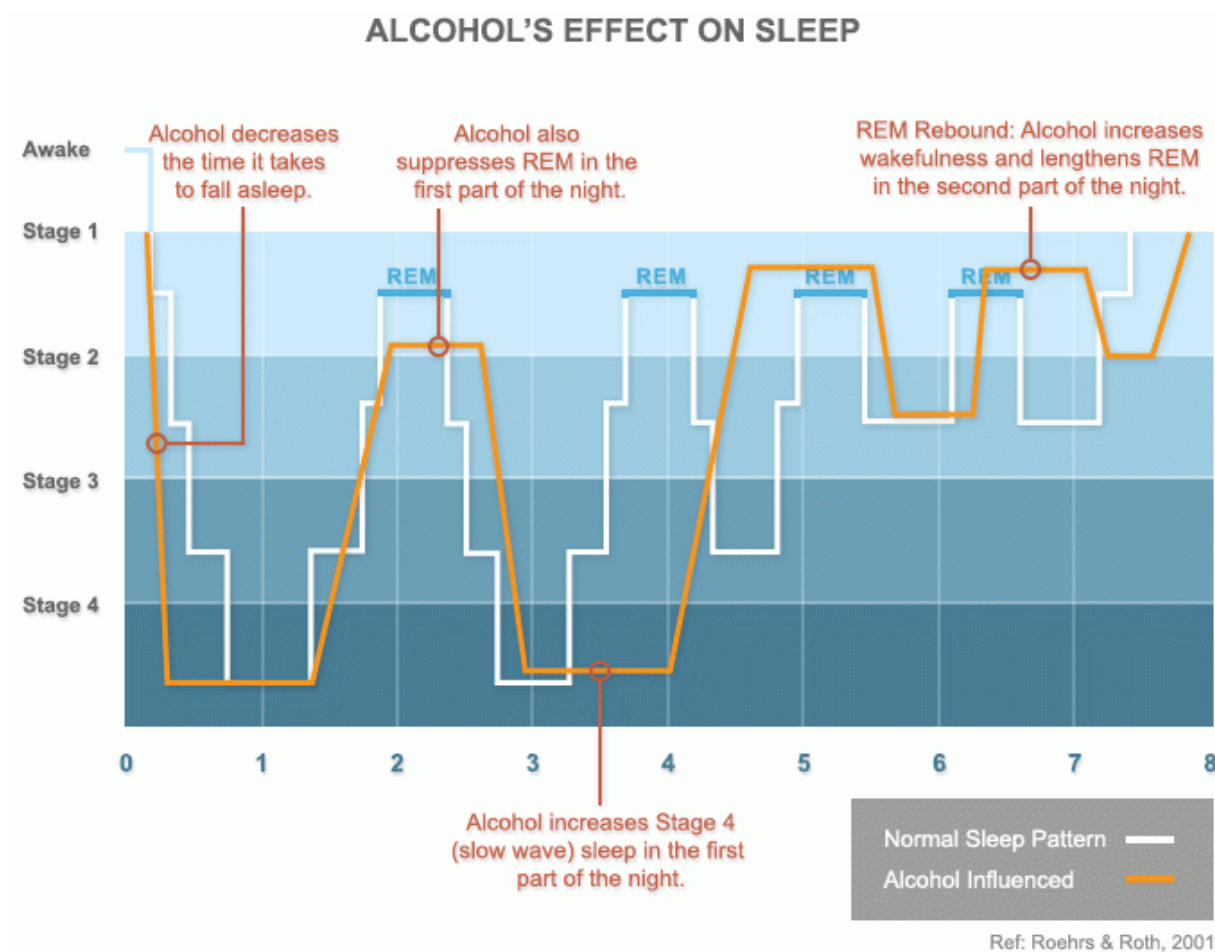
tělesnou teplotu, což může negativně ovlivnit kvalitu spánku (viz. výše). Fyzická aktivita tedy má vliv na kvalitu spánku a v aplikaci ji musíme zohlednit.

### 2.5.7. Alkohol

Ačkoliv se může zdát, že alkohol by nemusel být velkým nepřítelem spánku, není tomu tak. Mnoho lidí může oponovat připomínkou, že po alkoholu skvěle usínají. Výzkum provedený na University of Missouri School of Medicine toto tvrzení potvrzuje a přidává informaci, že téměř 20% dospělých Američanů si alkoholem pomáhá při usínání. Jedním dechem ale dodávají, že využívání této možnosti je Pyrrhovo vítězství.

Adenosin je látka, kterou naše tělo vylučuje při své běžné mimospánkové aktivitě a množství adenosinu určuje pocit tělesné únavy. Jak bylo zmíněno výše, kofein blokuje receptory adenosinu a tím zabraňuje pocitu únavy. Člověk je unavený ale neví to. Konzumace alkoholu zvyšuje rychlost vylučování adenosinu a tím i rapidně zvyšuje pocit únavy. Proto je tedy alkohol tak často vyhledávaným pomocníkem při usínání.

Co si však již člověk pijící alkohol před spaním neuvědomí je, jaké důsledky má alkohol na průběh jeho spánku. Toto nadměrné vylučování adenosinu totiž narušuje přirozené cykly lidského spánku. V důsledku tak člověk sice usne lépe ale kvalitnějšího spánku se rozhodně nedočká. Alkohol v první polovině spánku potlačuje REM fázi spánku, což vede ke zhoršené paměti událostí předchozího dne. V druhé části naopak zamezuje hlubokému spánku. Ve finále se tedy člověk probudí více unavený, než by byl po normálním spánku.



Obr. 2.3: Graf znázorňující porovnání normálního průběhu spánku a spánku ovlivněného alkoholem

Pokud by k takovému narušení spánkového cyklu docházelo pravidelně, může to vést ke značným zdravotním problémům do budoucna. Vědci z Washington School of Medicine in St. Louis zjistili, že dlouhodobé narušení spánkových cyklů prokazatelně vede k nárůstu rizika Alzheimerovy choroby [39].

Z těchto důvodů tedy alkohol není možné brát jako faktor přilepšující ke kvalitnímu spánku a je nutné ho zohlednit jako faktor negativní. V nejlepším případě pak nemusí nutně v minimálním množství škodit.

#### 2.5.8. Další faktory

Zde v rychlosti rozebereme faktory, které do značné míry mají vliv na kvalitu spánku. V první řadě bych zde rád zmínil léky. Ty mohou ovlivňovat téměř všechny tělesné funkce včetně spánku. Je proto vhodné je brát v potaz. Dalším takovým faktorem je stres. Stres, odolnost vůči stresu a jeho dopady jsou opět individuální. Přesto ho velké množství lidí uvádí jako příčinu své nespavosti. Nepochybně zde tedy má své místo.



### 3. Měření spánku a kvality spánku

V předchozí kapitole jsem rozebral spánek, jeho funkci a procesy s ním spojené. V této kapitole se rozeberu, jak ho měří lékaři a jak je možné ho měřit pomocí veřejnosti dostupného příslušenství, které mohu ve své práci dále využívat.

#### 3.1. Individualita každého člověka

Spánek je pro každého člověka individuální záležitost a výše vyjmenované faktory mohou každého z nás ovlivňovat jinak. Zatímco pro jednoho člověka může být např. světlo v ložnici začátkem bezesné noci, jiní ho nemusí ani zaznamenat. Právě kvůli těmto rozdílům mezi lidmi je obtížné nalézt jednotný recept pro svůj ideální spánek.

Proto je vhodné, aby si každý jedinec našel recept svůj. Jednou z používaných metod pro jeho nalezení je vedení spánkového zápisníku – „Sleep diary“.

#### 3.2. Sleep diary – spánkový zápisník

Spánkový zápisník je nejpoužívanější nástroj pro identifikaci spánkových procesů jednotlivce. S jeho pomocí je také možné provést diagnózu většiny nemocí ovlivňující spánek ve větší míře. Využívají ho jak jednotlivci kvůli sebepoznání, tak lékaři. Všechny dotazníky mají dvě části – ranní a večerní. Ve večerní části vyplňuje člověk údaje o svém dni. Následně se uloží ke spánku a ráno vyplní druhou část. Ta se převážně týká toho, jak dlouho onen člověk spal, jak kvalitně a jak se cítí. Ve vyplněných informacích pak hledá souvislosti mezi svým spánkem a faktory, které ho mohly ovlivnit. Do nedávné doby existovaly zápisníky pouze v papírové podobě. S rozmáháním chytrých telefonů se však začaly objevovat i elektronické verze.

Aplikace pro chytré telefony za účelem nahrazení papírových formulářů již vznikly. Jejich problém je stejný jako u papírových dotazníků, a to že vyplňované informace u tohoto dotazníku jsou zejména v ranní části jsou obtížně pozorovatelné. Měřit kolik minut člověku trvalo než usnul je už z principu usínání velmi náročné, protože usínání probíhá postupně. Rovněž měřit délku a počet probuzení během noci je téměř nemožné. Kdyby se o to snad někdo pokoušel znovu by musel vynakládat aktivitu na to, aby získal správné údaje což by mohlo mít za následek další odložení usínání.

Pro přesné výsledky tedy není možné spoléhat jen na samotného člověka. Začal jsem tedy hledat zařízení, která by umožňovala získání těchto dat lépe aniž by se jím musela osoba, která si chce tato data změřit výrazněji obtěžovat.

#### 3.3. Zařízení umožňující měření spánku

##### 3.3.1. Jak spánek měří lékaři a profesionálové

Abychom pochopili nedostatky našeho měření spánku je dobré se podívat na to, jak ho měří profesionálové a na co při onom měření zjišťují. Pro měření spánku a jeho výzkum existují zvláštní „spánkové laboratoře“. V nich dotyčná osoba stráví dvě až tři noci, během kterých je její spánek monitorován pokročilou lékařskou technikou. Pomocí této techniky nakonec lékaři získají o pacientovi následující informace o:

- Mozkových vlnách
- Dýchání
- Tep
- Svalová aktivita
- Pozice očí při spánku a jejich pohyb
- Obsah kyslíku v krvi

Nevýhodou těchto měření je to, že na většinu přístrojů musí být měřená osoba napojená přímo a noc netráví ve svém domově. To může přinášet jak stres a neklid tak i fyzické nepříjemnosti. Není proto od věci pro srovnání využít i jiné možnosti.

### 3.3.2. Zařízení dostupná široké veřejnosti

Obecně můžeme dostupné prostředky umožňující měření spánku rozdělit do tří skupin. Může se jednat o samotné chytré telefony s aplikací, zařízení zaznamenávající zvuk a nositelnou elektroniku, tzv. wearables. Na dalších řádcích je ve stručnosti popíši, zmíním se o jejich výhodách a nevýhodách a zdůrazním, proč jsem nakonec vybral přístroj z kategorie wearables.

#### *Wearables*

Nositelná elektronika – tedy wearables – se v posledních letech těší vysoké popularitě. Může se jednat o fitness náramky nebo smartwatches (chytré hodinky). Mimo spánek je možné pomocí nich měřit také denní aktivitu, využívat je jako příslušenství k telefonu nebo s rozvojem IoT (internet of things) i další elektroniku. Mezi největší výrobce, kteří se na měření spánku také zaměřili, patří značky FitBit, Basis a Jawbone.

Wearables spánek měří pomocí citlivého akcelerometru. Každé zařízení je kalibrováno tak, aby při dané úrovni intenzity pohybů rozlišovalo stav nositele. V důsledku tedy tato zařízení vychází z pohybu. Může se tedy stát, že pokud bude člověk extrémně neaktivní, bude jeho stav vyhodnocen chybně jako spánek. Novější náramky už podporují i jiné metody, například měření tepu či tlaku.

Jejich hlavní výhodou je jednoduchost používání a multifunkčnost. Dobře nakalibrovaný náramek má také kvalitní rozlišovací schopnosti.

#### *Zařízení zaznamenávající zvuk a další možnosti*

Od roku 2014 začaly technologické společnosti uvádět na trh různá samostatná zařízení pro měření spánku. Tato zařízení se dají rozdělit na kontaktní a bezkontaktní.

Kontaktní zařízení se většinou připevní k matraci a v průběhu spánku měří nejen informace o spánku ale i informace o okolí. Výrobci udávají, že takovéto měřicí přístroje dokáží zaznamenávat mimo údaje o spánku (čas usnutí, vstávání, počet probuzení, převalení se atd.) ale také dýchání a chrápání. Některé dokonce sbírají data o okolí, jako například okolní teplota či vlhkost. Jejich nevýhodou může být opět nepřesnost, pokud měřená osoba není v posteli sama.

Bezkontaktní přístroje se vyrábějí v mnoha provedeních. Za zmínku stojí například přístroj S+ od společnosti Resmed, který snímá pohyby pomocí rádiových vln s nízkou intenzitou. Rovněž sbírá informace o okolí, jako například okolní vlhkost, teplotu, osvětlení, hluk a další.

Mnoho z bezkontaktních zařízení však snímá zvuky v ložnici. Na základě jejich intenzity a četnosti vyhodnocuje stav uživatele. Nevýhodou tohoto přístupu je obtížné rozlišování v případě dvou osob spících vedle sebe. Zařízení rovněž musí být explicitně sděleno, že se daný uživatel chystá ke spánku a že se již probudil. Venkovní šum bývá zpravidla potlačen, nicméně kvalita tohoto potlačení se různí zpravidla podle cenové kategorie.

### *Chytrý telefon s aplikací*

Pro chytré telefony bylo vyvinuto několik různých aplikací se stejným principem (např. Sleep Cycle, Sleepbot nebo 24/7). Před uložením se ke spánku je aplikace spuštěna a telefon je podle instrukcí buď vložen pod polštář nebo na blízký noční stolek. Následně telefon buď snímá pohyb spící osoby pomocí akcelerometrů telefonu (umístění pod polštářem) nebo zvuky (umístění na nočním stolku).

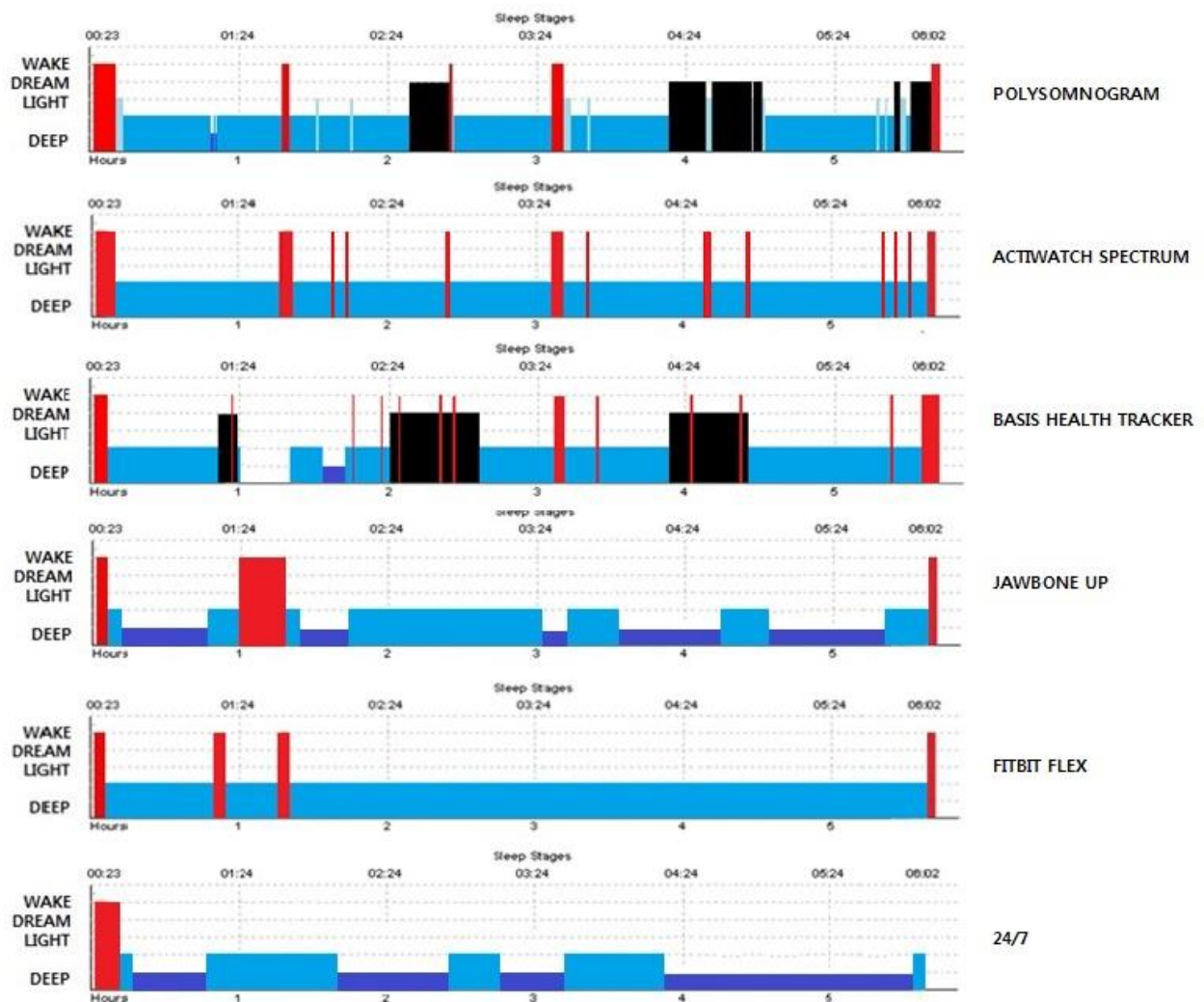
Výhody tohoto přístupu jsou zřejmé. Chytrý telefon dnes vlastní téměř každý a aplikace je o poznání levnější než kterékoliv specializovaných zařízení. Tyto aplikace mohou rovněž být vylepšovány průběžně a mohou jim být postupně přidávány další funkce.

Nevýhody jsou rovněž zřejmé. Nahrávání zvuku má své vlastní úskalí, která jsou rozebrána výše. Telefon rovněž nemá tak kvalitní a specializovaný mikrofon pro zaznamenávání tichých zvuků. Při použití akcelerometrů může být problém umístění na matraci, kdy může snímat například i pohyb partnera. Pokud by se měřená osoba rozhodla nosit ho připevněný na paži, může to způsobovat nepříjemnosti. Hlavní nevýhodou je tedy vysoká nepřesnost, chybovost a nutnost telefon celou noc nabíjet.

Mezi nově nabízené funkce těmito aplikacemi patří například možnost poslechu uklidňující hudby před usnutím či takzvaného chytrého buzení. Chytré buzení by uživatele mělo probudit v jeho nejméně hluboké spánkové fázi. Vzhledem k chabé přesnosti těchto aplikací, vyplývající z následujícího srovnání, je však užitečnost této funkce přinejlepším pochybná.

### *Srovnání*

Srovnání několika wearable zařízeními, chytrého telefonu s aplikací a polymnosogramu (lékařský přístroj používaný např. ve spánkových laboratořích, umožňuje měřit mozkové vlny, svalovou aktivitu a pohyb očí) provedl doktor Christopher Winter a své postřehy sepsal v článku zveřejněném na webu The Huffington Post [40]. Následující obrázek zobrazuje výstupy všech zařízení v jednotném formátu. Doktor Winter se omezil na pět stavů spánku. Červená barva indikuje stav bdělosti (awake), černá REM spánek, modrá lehký spánek (light sleep) a tmavě modrá spánke hluboký (deep sleep).



Obr. 3.1: Srovnání různých zařízení pro měření spánku

Z jeho výsledků vyplynulo, že většina náramků dobře odhaluje, zda byl uživatel vzhůru či spal. U detailnější rozlišení hlubokého a REM spánku se již často dopouštěly nepřesností a chyb. Naproti tomu chytrý telefon s aplikací 24/7 neodhalil ani několik probuzení během noci. Lze tedy říci, že aplikace pro chytrý telefon v porovnání s ostatními zařízeními propadla. Doktor Witner ve svém článku oceňuje přesnost produktu od značky Basis. Ostatní wearables podle něj splňují směrodatnou funkci obstojně.

Pro svou práci jsem se ve finále rozhodnul využít náramku od společnosti FitBit. Důvodů k tomuto rozhodnutí bylo hned několik. Žádné testované příslušenství nebylo schopné kvalitně rozpoznávat různé fáze spánku. Společnost FitBit kvůli nepřesnostem rozlišování hlubokého a REM spánku rezignovala na jejich měření. Určení těchto fází je totiž pouze ze snímaného pohybu jedné končetiny téměř nereálné. Za druhé jsou náramky této společnosti v našich končinách nejrozšířenější (pravděpodobně díky cenové dostupnosti) a výstupy ze všech typů náramků od této společnosti jsou stejné. Tím je zajištěno, že pro účely naší aplikace může být využito kteréhokoliv náramku od společnosti FitBit, který podporuje měření spánku. Poslední a nejdůležitější důvod je, že společnost FitBit umožňuje pomocí webového API přístup k datům vývojářům třetích stran.

## 4. Požadavky na aplikaci

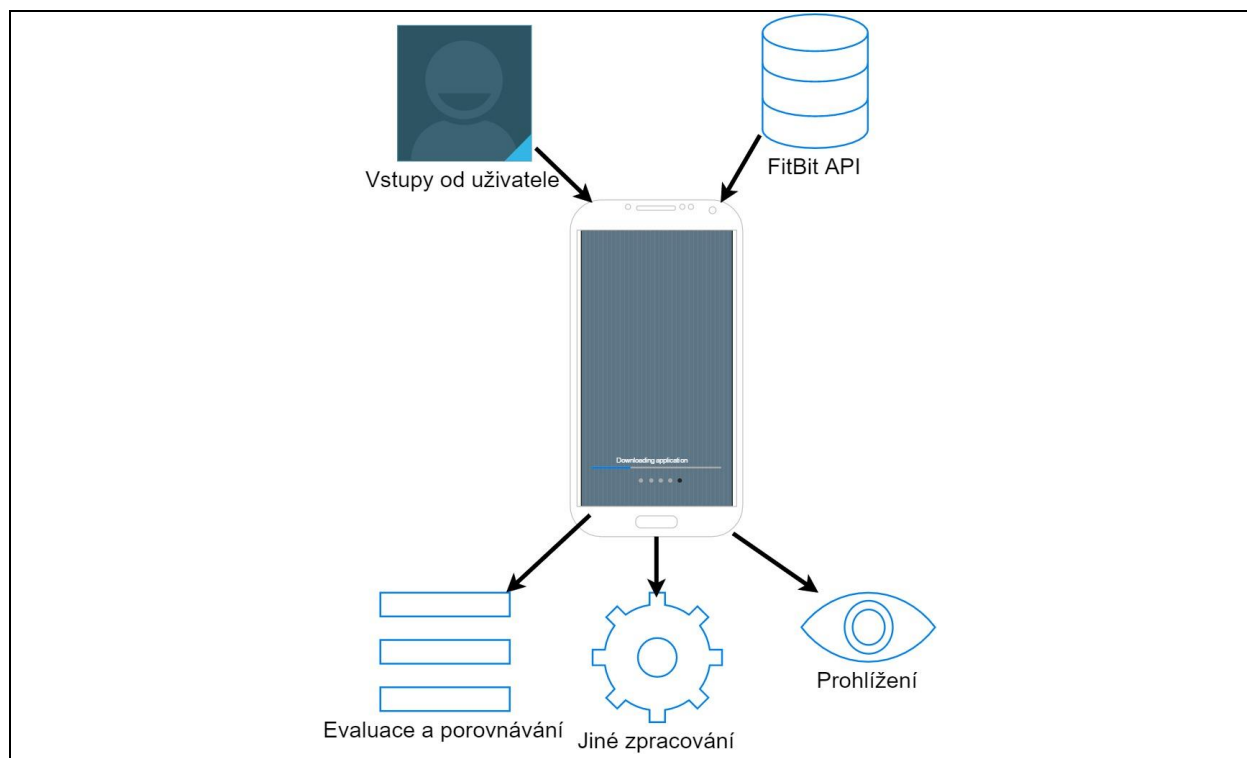
### 4.1. Účel aplikace

Cílem této bakalářské práce je vytvořit aplikaci pro chytré telefony, která zastoupí klasické papírové Sleep diaries. Pro uživatele obtížně měřitelné údaje o jeho spánku bude obstarávat fitness náramek od značky FitBit.

Stejně jako do klasického Sleep Diary bude uživatel vyplňovat vybrané informace ráno a večer. Ty aplikace uloží a umožní na ně uživateli nahlížet spolu s naměřenými informacemi. V aplikaci bude také možnost vyhledat den s nejlepším spánkem pomocí tří kritérií. První kritérium bude na základě subjektivních pocitů, které uživatel vyplnil. Druhé sestavíme z naměřených informací o uživatelově spánku. Poslední bude spojením předchozích dvou.

Z těchto informací bude uživatel schopný uzpůsobit svůj den tak, aby v noci dosáhl kvalitního spánku. Oblasti, kterých se budou sbírané a vyhodnocované informace jsme identifikovali v kapitole Spánek.

Tato aplikace však nemá sloužit jako prostředek pro samoléčbu onemocnění spojených se spánkem. Může být použita pro stejné účely jako samotný Sleep Diary, nebude však schopná odhalovat poruchy ani navrhnout řešení problémů. Pokud bude využívána lékaři, mělo by tak být čistě k diagnostickým účelům. Funkci aplikace vystihuje následující obrázek.



Obr. 4.1: Zjednodušené znázornění funkcionality aplikace

### 4.2. Vstupy z náramku FitBit

Pro měření spánku využívám v této práci fitness náramku značky FitBit, konkrétně modelu Charge. Tento model zaznamenává informace o délce spánku a pohybové aktivitě člověka, který jej nosí.

Pokud se měřená osoba nehýbá déle než jednu hodinu, náramek vyhodnotí, že daná osoba spí. Čas, který byl před hodinou aktuální označí za čas usnutí a pokračuje s dalšími měřeními. Další data (například délka, intenzita a četnost pohybů) určují stav spánku a také zde daná osoba stále spí.

Stav spánku náramek vyhodnocuje ve třech úrovních. Konkrétně se jedná o úrovně Awake, Restless a Asleep. Asleep indikuje klidný a kvalitní spánek. Restless je stav, který popisuje neklidný spánek. Může se jednat například o občasné převalování z jedné polohy do polohy jiné. Když náramek zaznamená příliš mnoho tělesné aktivity, vyhodnotí stav jako Awake.

Ve chvíli, kdy se uživatel pohybuje ve stavu awake příliš dlouho bude počáteční čas bloku hodnot awake nastaven jako wake up time (čas, kdy uživatel vstal). Důležitým naměřeným ukazatelem je také tzv. Sleep efficiency. Tento ukazatel vyjadřuje poměr doby klidného spánku ku době spánku celkového. Hodnota je vyjádřena v procentech.

Je také možné spustit odpočet spánku ručně v oficiální FitBit aplikaci. Tento čas aplikace označí jako čas, kdy se uživatel uložil ke spánku. Poté dokáže také proměřit čas, který uplynul od uložení se ke spánku až do samotného usnutí. Pokud tuto možnost uživatel v aplikaci před každým usnutím nespustí, bude čas, který byl potřebný k usnutí, defaultně nastaven na nulu. Při vyhodnocování totiž neexistuje referenční bod, ke kterému by se bylo možné přesně odkázat pro výpočet tohoto časového údaje.

Novější náramky FitBit navíc používají měření tepové frekvence k přesnějšímu vyhodnocování. Při použití těchto náramků by tedy určování stavů bylo ještě přesnější. Protože získávat informace o stádiu spánku je pomocí náramku velmi nepřesné, možná až nemožné, budeme předpokládat, že pokud je spánek klidný, budou i všechny děje probíhat tak, jak mají. Náramky nám detailnější diagnostiku neumožňují a kvůli možným nepřesnostem se o ní nebudeme ani pokoušet.

Všechny náramky FitBit poskytují data ve stejném formátu, je proto možné pro potřeby aplikace klidně využívat jiný model, než je pouze Charge.

### **4.3. Zobrazení naměřených vstupů**

Jako ideální zobrazení naměřených vstupů se mi jeví detailní graf zobrazující stav uživatele minutu po minutě. V takto zobrazeném grafu budou údaje nejvíce názorné. Spolu s grafem bude možné vidět, kolikrát se uživatel během noci probudil, v kolik usnul, v kolik hodin šel spát a kolik minut strávil klidným spánkem stejně jako neklidným. Tyto údaje je nejpřehlednější zobrazit jako čísla.

Graf by měl nabízet i možnost zjištění stavu uživatele v konkrétních bodech. Zobrazení tak musí být dostatečně jemné, aby bylo možné minutu po minutě určovat stav uživatele, nebo nabízet alternativní řešení. Tato funkcionality je důležitá zejména pro testování přesnosti a ověřování naměřených dat.

## 4.4 Vstupy od uživatele

### 4.4.1. Večerní dotazník

Dotazník, který uživatel vyplňuje večer se týká průběhu jeho dne. Jeho účelem je sesbírat informace relevantní k následnému spánku. Pro večerní dotazník budeme vycházet z faktorů, které mohou ovlivňovat spánek. Tyto faktory byly detailněji rozebrány v kapitole Spánek. Zde pouze faktory vyjmenujeme a stanovíme typ vstupů, které uživatel bude pro daný faktor sbírat.

Otázka	Typ vstupu
Vystavení obrazovce hodinu před spánkem	Ano/Ne
10 hodin před spánkem uživatel vypil nápoj s obsahem kofeinu	Ano/Ne
Teplota v ložnici je vyšší než 20 stupňů Celsia	Ano/Ne
Při spánku je v okolí tma	Ano/Ne
Dnes jsem bral léky (jaké)	Text
Je některý z léků primárně určený ke zlepšení spánku?	Ano/Ne
Dnes jsem sportoval	Ano/Ne
Před usnutím jsem pil alkohol	Ano/Ne
Jiné možné faktory (stres, cizí prostředí, nemoc atd.)	Text

Tab.4.1: Seznam otázek ve večerním dotazníku, které jsou vztažené ke dni vyplnění

Tyto otázky jsou relevantní k následujícím spánku. Ve stejném dotazníku ze dne však musíme zjistit i informace o tom, jak se člověk v tento den cítil odpočatý a efektivní. Sbírat tyto informace ráno nemá smysl, zahrneme je proto do večerního dotazníku následujícího dne a vztáhneme je k předchozímu dni.

Otázka	Typ vstupu
Během dne jsem byla moje energie	Na vysoké úrovni/Kolísavá/Nízká

Tab.4.2: Seznam otázek ve večerním dotazníku, které jsou vztažené ke dni předcházejícímu dni vyplnění

### 4.4.2. Ranní dotazník

Ranní dotazník je kratší a týká se zejména pocitů po probuzení a možných vyrušení během noci. Ty mohly způsobit špatný spánek a mělo by je být možné zaznamenat a vzít v potaz.

Otázka	Typ vstupu
Po probuzení se cítím	Odpočatě/Poměrně odpočatě/Unaveně
Spánek hodnotím jako	Dobrý/Normální/Špatný/Velmi špatný
Můj spánek byl vyrušen (mazlíčky, sousedy atd.)	Text

Tab.4.3: Seznam otázek ve ranním dotazníku, které jsou vztažené ke dni vyplnění

## 4.5. Zpětná vazba od odborníků

Pro lepší návrh metodiky hodnocení spánku a otázek jsem kontaktoval několik učitelů z různých lékařských univerzit v České republice. Nejvíce jsem získal z krátké komunikace s panem profesorem Karlem Šonkou, neurologem a předsedou České společnosti pro výzkum spánku a spánkovou medicínu.

Profesor Šonka doporučil, že pokud bychom aplikaci chtěli dát do reálného provozu, bylo by nutné zlepšit popis otázek. Z jeho zkušeností bývají takto položené otázky často nepochopeny a následné hodnocení potom nemá hodnotu. Také doporučil posílat notifikace o nutnosti vyplnění dotazníků. Pacienti často zapomínají a data vyplňují až před odevzdáváním. Výstupy poté nejsou přesné.

Pokud by šla aplikace do provozu, mohlo by být také řešením zablokování zpětného vyplňování dotazníků a jejich úpravy. Zajistili bychom tím to, že data by musela být vyplněná v daných časových intervalech a nebo vůbec. Výstupy by tak byly korektnější. Nechozílo by tak ke zkreslování následného hodnocení.

Největší přínos by však nastal ve chvíli, kdy by se vyplněné a získané informace mohli elektronickou formou (např. emailem) zaslat přímo lékaři. Z jeho doporučení tedy vyplývá nutnost vysvětlení otázek na subjektivní pocity a důslednější kontroly vyplňování dotazníků uživatelem.

Lidé z VFN a Přírodovědecké fakulty UK by zřejmě měli zájem o další spolupráci na této aplikaci a jejím následném využívání.

## 4.6. Shrnutí kapitoly

V této kapitole jsem navrhnul funkcionalitu aplikace. Z komunikace s odborníky z praxe jsem získal pocit, že by o podobnou aplikaci mohl být s několika přidávanými funkcemi zájem a mohla by být používána v praxi.



## 5. Metodika pro hodnocení spánku v aplikaci

### 5.1. Účel metodiky

Účelem této metodiky je vyhodnotit spánek uživatele naší aplikace a stanovit mu jednu číselnou hodnotu. Tyto hodnoty by mělo být možné porovnávat a spánek s vyšší číselnou hodnotou by měl být obecně vzato kvalitnější. Vyhodnocování probíhá na základě informací vyplněných informací a dat naměřených fitness náramkem. Navrhujeme zde tři způsoby hodnocení. Objektivní hodnocení vychází z naměřených hodnot, subjektivní hodnocení z informací vložených uživatelem. Poslední způsob hodnocení je spojení subjektivního a objektivního.

Na níže popsaných způsobech hodnocení jsem spolupracoval s Mgr. Janem Novákem z Přírodovědecké Fakulty UK. Pan Novák se aspekty spánku a jejich následným hodnocením věnoval ve své diplomové práci, kterou konzultoval s panem profesorem Šonkou. Společně s profesorem Šonkou také spolupracuje na odborných studiích a zabývá se vyhodnocováním dotazníků.

V našem hodnocení jsme u některých hodnot a jejich zohlednění vycházeli z používaného hodnocení Pittsburgh Sleep Quality Index – PSQI [46].

### 5.2. PSQI –Pittsburgh Sleep Quality Index

Pittsburgh Sleep Quality Index je metodika pro hodnocení spánku vytvořená na univerzitě v Pittsburghu v roce 1988. Celé hodnocení vychází z 9 otázek, které respondent vyplní na základě svých subjektivních pocitů z posledního měsíce.

Otázky se týkají následujících oblastí:

- Čas usínání
- Spánková latence (doba usínání)
- Doba spánku
- Spánková účinnosti (čas strávený spánkem dělený časem stráveným v posteli)
- Narušení spánku
- Používání léku na spaní
- Energie v průběhu dne

Hodnocení poté vychází buď přímo z odpovědí uvedených respondentem nebo daty z nich odvozených. Toto hodnocení následně vypovídá o tom, zda respondent trpí obtížemi spojenými se spánkem. Za jednotlivé odpovědi se přičítají body k celkovému hodnocení, u kterého vyšší hodnota značí horší výsledek

Následné testování PSQI ukázalo, že se jedná o přesnou diagnostickou metodu. Reliabilita PSQI byla testována pomocí výpočtu Crochnbachova koeficientu alfa a výsledek byl 0,85 [48]. To svědčí o jeho vysoké vypovídající hodnotě. Dotazník samotný byl přeložen do 56 různých jazyků a je využíván napříč celým světem. Dodnes je PSQI bráno jako etalon všech metodik pro hodnocení spánku.

Pro jeho využití je potřeba zažádat o povolení. Na mou žádost o povolení bylo odpovězeno kladně, za což děkuji Department of Psychiatry na University of Pittsburgh.

### 5.3. Objektivní hodnocení

Při návrhu metodiky pro kvalitu spánku budu vycházet ze článku uveřejněném v magazínu Sleep health. Objektivní kvalitu spánku jsem již rozebíral v kapitole Spánek/Definice kvalitního spánku. Ve stručnosti by podle tohoto článku kvalitní spánek měl splňovat tyto body:

1. Spánková účinnost minimálně 85%
2. Spánková latence kratší než 30 minut
3. Maximálně jedno probuzení za noc
4. Celkový čas, po který byl člověk zhůru po prvním usnutí, nesmí přesáhnout 20 minut

Z náramků FitBit získáváme minutu po minutě informace o stavu uživatele. Stav může nabývat jedné ze tří úrovní- Asleep, Restless či Awake (tyto stavy jsou určeny na základě intenzity pohybů uživatele). Do metodiky chceme určitě zohlednit i délku spánku. Navrhli jsme proto tento postup.

#### *Krok 1. : Vyhodnocení kvality spánku*

Výše zmíněné body ohodnotíme každý jedním bodem. Pokud uživatelův spánek splní daný bod, bude přičten jeden bod k celkovému skóre. To platí pro body 3. a 4. Pro bod 1. převezmeme škálu z PSQI. Ta vypadá následovně:

Spánková účinnost	Bodové hodnocení
>85%	0
75-84%	1
65-74%	2
<65_	3

*Tab.5.1: Hodnocení Sleep efficiency použité v PSQI*

Je tedy zjevné že >85% znamená nejlepší hodnotu. My body přičítáme za dobré výsledky, navíc každou z výše zmíněných podmínek oceňujeme jedním bodem. Proto naše hodnocení je následovné

Spánková účinnost	Bodové hodnocení
>85%	1
75-84%	2/3
65-74%	1/3
<65_	0

*Tab.5.2: Hodnocení Sleep efficiency v mojí aplikaci*

Bod 2., tedy spánkovou latenci, řeší PSQI následovně:

Spánková latence	Bodové hodnocení
<16 minut	0
16-30 minut	1

<b>31-60 minut</b>	2
<b>&gt;60 minut</b>	3

Tab.5.3: Hodnocení Sleep latency použité v PSQI

Opět hodnocení převedeme k obrazu svému a tím získáme následující:

<b>Spánková latence</b>	<b>Bodové hodnocení</b>
<b>&lt;15 minut</b>	1
<b>16-30 minut</b>	2/3
<b>31-60 minut</b>	1/3
<b>&gt;60 minut</b>	0

Tab.5.4: Hodnocení Sleep latency použité v mojí aplikaci

### **Krok 2.: Vyhodnocení spánku**

V tomto kroku pronásobíme celkové skóre z minulého kroku počtem minut, který uživatel strávil ve stavu Asleep. Maximální počet však může být 480 (480 minut je rovno 8 hodinám). 7-8 hodin je univerzálně doporučovaná délka spánku, bereme zde nejvyšší možnou hodnotu. Vyšší počty minut budou ignorovány a bude se místo nich brát právě 480.

### **Krok 3.: Přepočítání na poměr**

Hodnotu objektivního hodnocení vydělíme jeho maximální hodnotou (1920). Tím získáme poměrnou hodnotu ku maximální možné hodnotě. Tuto hodnotu zaokrouhlíme na dvě desetinná čísla a ve výsledku zobrazíme jako procenta.

## **5.4. Subjektivní hodnocení**

Zde vycházíme pouze z informací od uživatele. Dáváme mu následující otázky a může vybírat z těchto možností. Znovu budeme sčítat koeficienty za jednotlivé faktory.

### **Faktor: Spal jsem – max. 3**

<b>Odpověď</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Velmi dobře</b>	3
<b>Neklidně</b>	2
<b>Špatně</b>	1
<b>Velmi špatně</b>	0

Tab. 5.5: Přehled umožněných subjektivních hodnocení spánku a jejich bodového ohodnocení

### **Faktor: Pocit po probuzení – max. 3**

<b>Odpověď</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Odpočatý</b>	3
<b>Celkem odpočatý</b>	2
<b>Neodpočatý</b>	1
<b>Unavený</b>	0

Tab. 5.6: Přehled umožněných hodnocení pocitu po probuzení a jejich bodového ohodnocení

### **Faktor: Energie v průběhu dne – max. 3**

<b>Odpověď</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Vysoká</b>	3

<b>Normální</b>	2
<b>Nízká</b>	1
<b>Velmi nízká</b>	0

*Tab. 5.7: Přehled umožněných hodnocení pocitu energie v průběhu navazujícího dne a jejich bodového ohodnocení*

Tyto otázky vycházejí z detailnějšího rozboru v kapitole Spánek/Definice kvalitního spánku. Navíc jsme přidali otázku týkající se medikace, která má jako primární účel zlepšení spánku. Tuto otázku jsme přidali na základě zkušeností Mgr. Nováka.

Hodnocení budeme sbírat formou počtu hvězdiček, kde vyšší počet znamená např. lepší pocit po probuzení. K takovému hodnocení jsme se rozhodli přejít kvůli obecně srozumitelnějšímu výkladu hodnocení.

Znovu zde máme maximální hodnotu. Ta je rovná 12 bodům. Pro získání poměrné hodnoty znovu podělíme výslednou hodnotu maximální možnou hodnotou. Tím znovu získáme poměrnou hodnotu.

## 5.5. Návrh spojení objektivního a subjektivního

Spojením objektivního a subjektivního hodnocení chceme docílit vyjádření kvality spánku jedním číslem. Poměr mezi důležitostmi objektivního a subjektivního hodnocení je však neprobádaná oblast a ani odborníci si jím nejsou jisti. Proto jsme se s Mgr. Novákem shodli, že zvolíme nejjasnější variantu a poměry důležitosti nastavíme 1:1.

### *Krok 1.*

Hodnoty subjektivního a objektivního hodnocení sečteme.

### *Krok 2.*

Výsledný součet vydělíme 2.

## 5.6. Shrnutí kapitoly

Ve spolupráci s odborníkem z Všeobecné fakultní nemocnice v Praze jsme stanovili metodiku pro objektivní, subjektivní a kombinované hodnocení spánku. Drželi jsme se již vypracovaných studií na tato témata a v případě určování konkrétnějších hodnot u dílčích faktorů jsme tyto hodnoty přebrali z PSQI.

## 6. Vývoj aplikace

V této kapitole je popsán vývoj aplikace tak, aby bylo zjevné, jak byly jednotlivé komponenty vytvořeny a jak na sebe navazují. Hlavním účelem této kapitoly je usnadnit pochopení fungování celé aplikace z technického hlediska.

### 6.1 Návrh chování aplikace a její funkcionalita

Po spuštění aplikace vyzve uživatele k přihlášení k účtu FitBit. Náramek komunikuje pouze s oficiální aplikací od společnosti FitBit a je tedy možné ho synchronizovat pouze přes tuto aplikaci. Data o uživatelském spánku tedy musí nejdříve získat oficiální aplikace a až poté k nim můžeme přistupovat my. Uživateli tato data nabídneme přímo v jednom dialogovém okně.

Aplikace nabídne uživateli vyplňování dvou formulářů ke každému dni. Den bude možné vybrat pomocí interaktivního kalendáře, kde bude defaultně zvoleno aktuální datum. Po vyplnění těchto informací si je aplikace uloží. Uživatel na ně bude moci zpětně nahlížet spolu s informacemi o tom, jak kvalitně a dlouho v daný den spal. Na informace o spánku samotném bude možné nahlížet i bez informací vyplněných uživatelem. Vyplňování dotazníků do budoucnosti bude zablokováno.

Není žádoucí stanovovat přesné termíny pro vyplňování dotazníků. Dotazníky bude možné vyplňovat i zpětně. Tím docílíme toho, že bude možné vyplňovat např. večerní dotazník až následující ráno. Pokud bychom časové úseky fixovali a nutili uživatele vyplňovat údaje do aplikace například těsně před spánkem, mohli bychom ho nutit k určitému vzorci chování, který by mohl mít vliv na jeho spánek a tím všechno vynaložené úsilí kompromitovat (viz. kapitola Spánek – Faktory ovlivňující kvalitu spánku – Obrazovky před spaním). Rovněž tím umožníme lepší a detailnější testování aplikace.

Na dané množině uživatelem vybraných dnů bude také možné spustit výběr dne s nejlepším spánkem podle jeho subjektivních pocitů a našich měřitek. K těmto dnům budou připojeny vyplněné informace a synchronizována naměřená data. Tyto dny pak bude možné zobrazit.

Zobrazení dne bude rozděleno na tři záložky. První záložka bude obsahovat informace o dnu, který předcházel dané noci. Druhá záložka bude obsahovat informace o samotném spánku a poslední záložka bude zobrazovat informace o následujícím dni.

## 6.2. Vývoj

### 6.2.1 Fitbit API

Fitbit poskytuje webové API pro přístup k datům nasbíraných zařízeními společnosti Fitbit. Kdokoliv si při použití tohoto API může vyvinout aplikaci pro přístup k údajům, které může rovněž přepisovat.

Fitbit API využívá pro uživatelskou autorizaci OAuth 2.0 framework. Ten požaduje po aplikaci získání Access Tokenu při přístupu k datům. Access Token je poté přidáván k http requestu jako header. Pro použití Fitbit Web API není potřeba žádné speciální knihovny, je možné vystačit pouze s HTTP knihovnamy.

FitBit API je omezeno vysláním 180 požadavků za jednu hodinu. Pokud by uživatel toto množství přesáhnul, budou všechny následující požadavky pro danou hodinu vracet kód 429 (Too many requests).

## 6.2.2 Přihlášení do služby

### *Obdržení souhlasu*

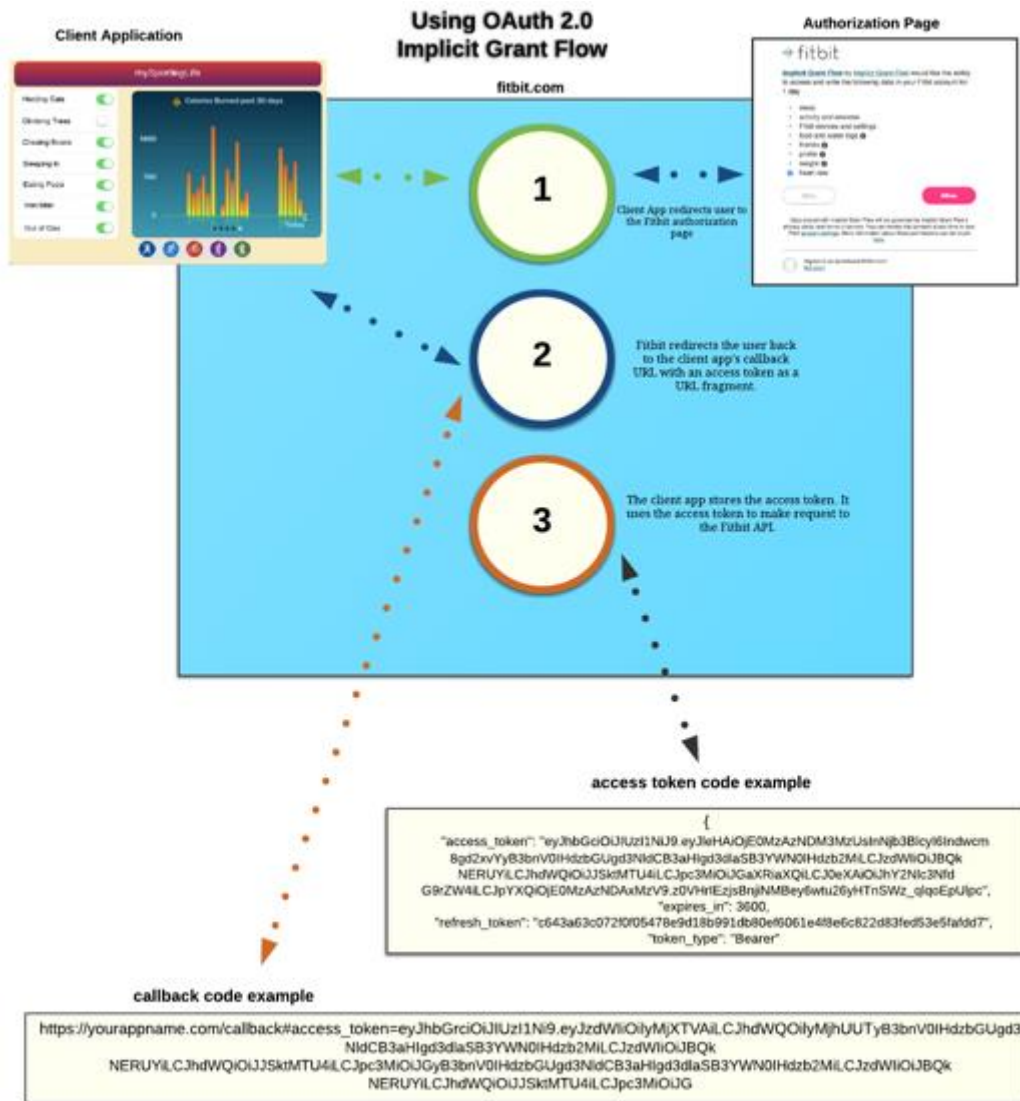
Fitbit nabízí dva způsoby získání souhlasu: Authorization Code Grant a Implicit Grant. Authorization Code Grant je doporučen pro webové aplikace a Implicit Grant pro ostatní. Rozhodnul jsem se držet tohoto doporučení a využít Implicit Grant.

### *Implicit grant*

Implicit Grant je ukotven ve frameworku OAuth 2.0 podle RFC6749. Kroky pro využití Implicit Code Grant jsou následující:

1. Aplikace uživatele odkáže na přihlašovací stránku Fitbit. Zde se uživatel přihlásí pomocí svého přihlašovacího jména a hesla.
2. Po úspěšném přihlášení je uživatel přesměrován na stránku aplikace, ke které je připojen Access Token jako URL součást.
3. Aplikace si uloží Access Token a pomocí něj následně posílá HTTP požadavky.

Následující obrázek zobrazuje postup u Implicit Grantu.



Obr 6.1: Popis postupu pro získání autorizace použitím OAuth 2.0

Narozdíl od Authorization Code Grantu, který po těchto krocích poskytuje Refresh Token (token, u kterého není platnost časově omezena a žádá se s ním o Access Token s omezenou platností) je u Implicit grantu rovnou předán Access Token. U toho je možné vybrat délku platnosti. Nejdelší je však na rok a poté se musí uživatel znovu přihlásit.

### Implementace

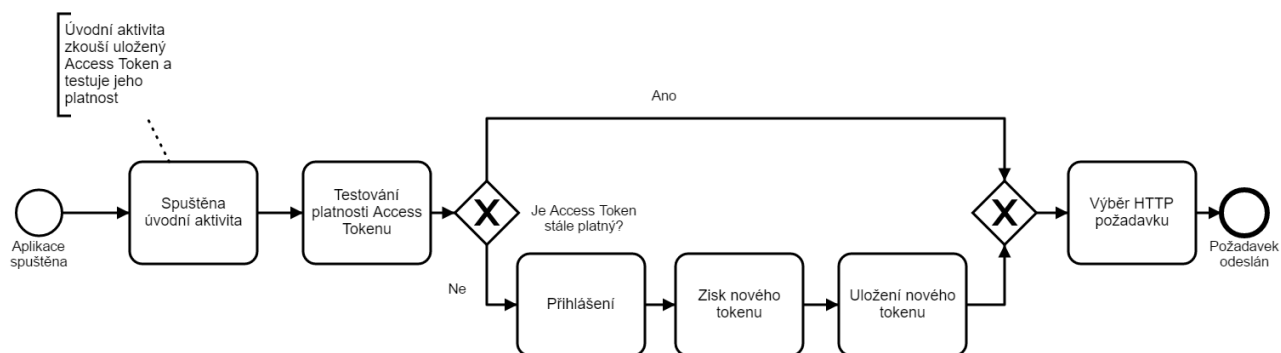
Nejjednodušší způsob implementace této funkcionality je použití zobrazení Webview. Webview zobrazuje vyhledávanou stránku přímo v aplikaci a umožňuje rovněž okamžité získání adresy, na kterou byl uživatel přesměrován. Bohužel zobrazení autorizační stránky frameworku OAuth 2.0 přímo v aplikaci bylo z bezpečnostních důvodů zablokováno.

Pro zobrazení autorizační stránky v systému Android by měl být využit webový prohlížeč Chrome. Spuštění Chromu z aplikace s požadovanou stránkou k zobrazení není větší problém. Ten však nastal ve chvíli, kdy jsem potřeboval získat redirect url obsahující Access Token. Jako redirect url jsem

v rozhraní pro vývojáře aplikací nastavil loopback ip 127.0.0.1. V manifestu aplikace bylo nutné vytvořit intent filter, který zajistil, že při zobrazení této adresy (127.0.0.1) bude uživateli poskytnuta možnost otevřít aplikaci a zároveň obdržet celou url adresu, ze které byla aplikace otevřena. Následně již není problém adresu ořezat a získat tak Access Token.

### Sekvence prvních kroků aplikace

Po spuštění je jako první spuštěna Login aktivita. Ta se podívá do paměti a vybere uložený naposledy použitý Access Token (pokud tam nějaký je). Pokud již token není platný a kód vrácený na HTTP požadavek je jiný než 200 (Success) je uživatel vyzván k přihlášení. Následně je nový token uložen a dále využíván, dokud neztratí svou platnost. Celý postup je zobrazen v následujícím procesním diagramu.



Obr. 6.2: Diagram procesu přihlašování

### 6.2.3. HTTP Requesty

V tuto chvíli máme již Access Token k dispozici a dalším krokem je tedy odeslání HTTP požadavků, obdržení a zpracování odpovědi na něj. V jazyce Java je vyslání HTTP požadavku poměrně jednoduché, dá se pohodlně odeslat pomocí knihovny HttpURLConnection. V Androidu je však situace o něco složitější.

Pro vyslání HTTP požadavku je nutné vytvořit a použít nové vlákno. Dříve totiž často docházelo k zamrznutí aplikace ve chvíli, kdy UI a proces vysílání HTTP požadavku běžely na stejném vlákne. Vlákno totiž čekalo na odezvu dokončení operace HTTP požadavku a pokud se ten zastavil, zastavila se celá aplikace.

Pro zjednodušení použití dalšího vlákna byla však dána vývojářům k dispozici děditelná třída AsyncTask.

### Třída AsyncTask

Třída AsyncTask umožňuje správně a jednoduše pracovat s UI vlákem. Tato třída nabízí možnost provádění operací na pozadí a zveřejňování výsledků na hlavním UI vlákne bez používání handlerů.

Každá třída AsyncTask obdrží tři generické typy. Ty jsou Params, Progress a Result. Params označují vstupní parametry, tzn. to, co do třídy vstupuje z hlavního vlákna. Progress slouží jako ukazatel



průběhu a může být použito např v progressbaru. Result označuje výstup „hlavní“ metody celého AsyncTasku doInBackground().

Když je AsyncTask proveden, následují po sobě tyto čtyři kroky:

1. onPreExecute() – metoda, která se zavolá při spuštění AsyncTasku
2. doInBackground (Params) – Hlavní metoda, která provádí požadované akce AsyncTasku na pozadí. Vstupem jsou Params a výstupem Result
3. onProgressUpdate(Progress) – tato metoda zobrazuje průběh vykonávání doInBackground() metody
4. onPostExecute(Result) – metoda, která se zavolá po ukončení doInBackground() metody

### **Naše použití AsyncTask**

Jelikož celý AsyncTask používáme pouze jako HTTP vysílač, potřebujeme do něj dostat jenom token a URL, na kterou se bude požadavek vysílat. Vytvořil jsem pro ní samostatnou třídu, která tyto dva prvky obsahuje, tu nastavím jako Params a vstup každého dalšího použitého AsyncTasku bude tedy obsahovat potřebné parametry pro uskutečnění HTTP požadavku.

Jako Result jsem nastavil JSONObject a ten rovnou exportuji do hlavního vlákna, kde se postarám o zbytek. Nevyužiji ani metodu onPostExecute(), protože by bylo nutné data z JSONu dostat dvakrát (zobrazení a následná práce s nimi).

### **6.2.4 JSON**

JSON (JavaScript Object Notation) je formát, ve kterém FitBit API poskytuje odpovědi na HTTP requesty a zde nahrazuje dříve používaný formát XML. Jedná se o textový formát, který je nezávislý na použitém programovacím jazyku a využívá dvě známé struktury:

- Kolekce pár/hodnota – v podstatě proměnná s hodnotou
- Seznam hodnot – v programovacích jazycích často realizovaný jako pole

Pro zpracování formátu JSON ve své aplikaci využívám knihovnu org.json.JSONObject. Ta výrazně zjednodušuje manipulaci s objekty ve formátu JSON. JSON rovněž využívám k ukládání dat do paměti aplikace.

### **6.2.5. Vykreslování grafu**

Pro vykreslování grafu jsem využil open source knihovnu com.jjoe64.graphview.GraphView. Tato knihovna umožňuje programátorům vytvářet jednoduché grafy a další zobrazení hodnot. Jako osu x jsem zvolil hodnoty ve formátu HH:MM a jako osu y stavy asleep, restless a awake. Tyto hodnoty jsou však pouze v zobrazení. Na pozadí graf pracuje s číselnými hodnotami. Minuty jsou číslovány od 0 (čas uložení ke spánku/čas usnutí) až po maximální x (minuta probuzení).

### **6.2.6. Ukládání dat**

Android nabízí tři možnosti ukládání dat pro účely aplikace. Prvním způsob je určený pro menší objekty. Probíhá jako ukládání Key-Value. Toto pro Android určené API se nazývá SharedPreferences. Další možností ukládání dat je ukládání datových souborů, které je vhodné zejména pro větší

soubory. Ty je možné ukládat buď do vnitřní paměti telefonu nebo do externí paměti. Poslední možností je ukládání databází SQL.

Pro účely prototypu své aplikace jsem se rozhodnul využívat API SharedPreferences. Key value bude vždy string ve formátu DD-MM-YYYY. K němu bude za další pomlčkou připojeno buď slovo evening nebo morning, které specifikuje zda se jedná o v ten den vyplněný večerní či ranní dotazník.

### 6.2.7. Sběr dat

Sbíraná data z dotazníků jsou uložena v objektech k tomu určených. Vytvořeny pro ně byly třídy MorningSurveyContainer a EveningSurveyContainer. Tyto třídy obsahují proměnné připravené pro příjem hodnot vycházejících z otázek, popsány v kapitole Požadavky na aplikaci.

Pro sběr dat jsem vytvořil další aktivity FillMorningSurveyActivity a FillEveningSurveyActivity. V jejich grafickém rozvržení jsem připravil prvky tak, aby v nich bylo možné odpovídat na dané otázky. Pro vypisování textu jsem dal uživateli k dispozici android widget Edit text. Ten mu umožní vpsat libovolný text. Pro hodnocení s výběrem více hodnot jsem využil Rating bar s hvězdičkami. Na otázky s odpověďmi typu Ano/Ne jsem připravil Checkboxy. Tímto způsobem jsem zajistil co největší uživatelskou přívětivost a rychlost vyplňování dotazníků.

Po vyplnění těchto informací a stisknutí tlačítka Submit je vytvořen nový objekt, který převezme data z aktivity a je uložen do paměti pro pozdější zobrazení nebo evaluaci.

### 6.2.8. Výsledné zobrazení dat

#### *Zobrazení dat*

Výsledné zobrazení dat bylo realizováno jako aktivita se třemi záložkami. První záložka zobrazuje informace vyplněné uživatelem ve večerním dotazníku, který se vztahuje k vybranému dni. Na druhé záložce je zobrazen zmenšený graf vykreslený z hodnot nasbíraných náramkem FitBit a k nim se vztahujícím číselným údajům. Zde chceme pouze nabídnout zmenšený přehled a detailní přehled nabídneme uživateli v aktivitě k tomu určené. K té je možné se dostat přímo pomocí tlačítka pod grafem. Poslední záložka zobrazuje informace o následujícím dni.

Každá záložka má své vlastní rozvržení popsané v souboru xml. Rovněž má vlastní třídu, která obsahuje hlavní metodu onCreate. V té je specifikováno, jak jsou využity a co zobrazují widgety specifikované v xml.

#### *Přechody mezi dny*

Pro co nejlepší přehled o tom, jak na sebe jednotlivé dny navazují, je nutné zajistit plynulé přechody mezi dny. K tomuto účelu jsem do spodních rohů zobrazení aplikace přidal tlačítka pro přechod na navazující či předchozí den.

Zde je nutné kontrolovat to, aby následující či předchozí den měl správně nastavené datum. K zajištění této funkcionality jsem se rozhodnul využít java knihovnu Calender. Do něj vložíme informace o tomto dni, získané parsováním ze stringu, který byl použit pro ukládání a načítání dat z a do paměti.

K tomuto dni je pak přidán jeden den v kalendáři. Tím zajistíme, že jsou dobře vyřešeny přechody mezi měsíci a nemůže být vyhledáván neexistující den. Posunutá data z instance Calenderu znovu převedeme do stringu a můžeme je tak využít k novému spouštění stejné aktivity, pouze s jinými parametry.

### *Dny a spojení dat pro jeden den*

Problém nastal ve spojení dat. FitBit API přiřazuje spánek z prvního dne na druhý den ke dnu druhému. Například při spánku z pátku na sobotu se data přiřadí k sobotnímu datu. Abych zachoval konzistenci u zobrazování, sjednotím proto data v tomto příkladě z pátečního večera k sobotě, sobotního rána k sobotě, a informaci o energii v průběhu dne ze sobotního večera znovu k sobotě. Zbytek dotazníku ze sobotního večera se bude vztahovat již k neděli.

Při vyplňování dotazníků tyto změny uživatel nezaznamená, objeví je pouze při zobrazení shromážděných dat.

## 6.2.9. Evaluace

### *Výběr dní k zobrazení*

Výběr dní k zobrazení je vyřešen pomocí dvou za sebou jdoucích aktivit s výběrem dne z kalendáře. Tyto dny označují interval, který bude vyhodnocován. Pro každý den z tohoto intervalu bude vytvořen nový objekt DayEvaluationDataContainer, který bude následně zobrazen další aktivitou ListView spolu s vypočtenými hodnotami.

### *Výpočet*

Pro účely provedení výpočtu jsem vytvořil novou třídu DayEvaluationDataContainer. V jejím konstruktoru je předáno datum dne, který je hodnocený, JSONObject obsahující údaje naměřené náramkem FitBit, EveningSurveyContainer ze dne vyplněného v daný den, EveningSurveyContainer z následujícího dne a MorningSurveyContainer z následujícího dne.

Atributy třídy určené pro výpočet jsou subjectiveRating, objectiveRating, combinedRating, medicalSupplements a date. Date a medicalSupplements jsou přímo vybrané z vyplněných dat. Ratingy jsou vypočteny v konstruktoru. Pokud některá data nutná k výpočtu chybí, je atributu nastavena hodnota -1.

### *Zobrazení*

Pro zobrazení je využit widget ListView. Tento widget je velmi flexibilní a dokáže zobrazit různé objekty jednoho druhu v seřazeném seznamu. Abych do něj mohl vkládat objekty svého typu, vytvořil jsem nejprve v aktivitě list objektů, které budu chtít zobrazit. Tento list bude naplněn ohodnocenými dny. Ty se vytvoří v metodě populateEvaluationList a jsou rovnou přidávány do seznamu.

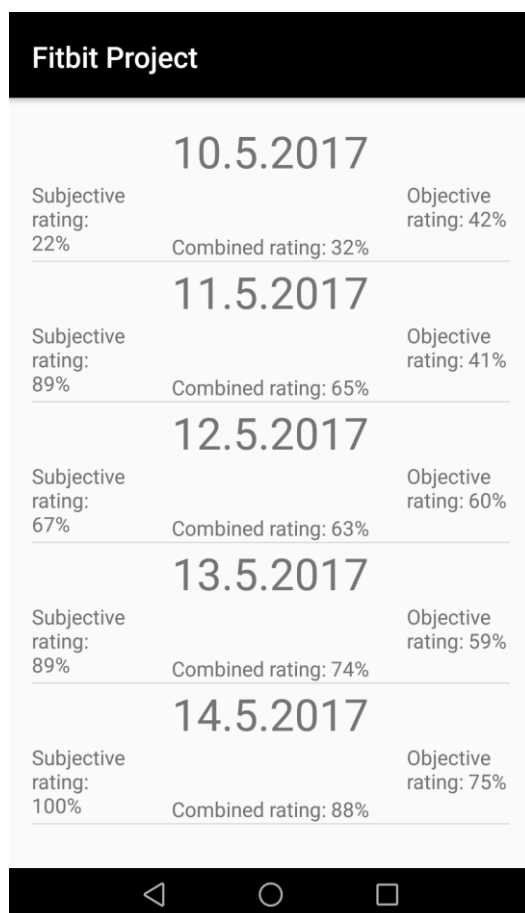
Dále je nutné vytvořit nové xml, které ve kterém budou zobrazovány objekty obsažené v ListView. Toto navržené xml bude vzorem pro všechny řádky v tomto seznamu.

Poté musí být připraven objekt typu Array adapter. Ten je v mém kódu vytvořen jako vnitřní třída, která dědí od třídy ArrayAdapter. Dědění zde zaručuje povinnou implementaci metody getView. V něm již přiřazuji jednotlivé widgety k atributům zobrazovaného objektu.

V této třídě je také nastaveno, aby se podle potřeby nezobrazovaly některé hodnoty. Např. pokud nejsou dostupná data k objektivnímu hodnocení a nemůže být tedy spočteno ani související kombinované hodnocení, zde je zařízeno aby se na obrazovku vypsala hláška „Data not available“.

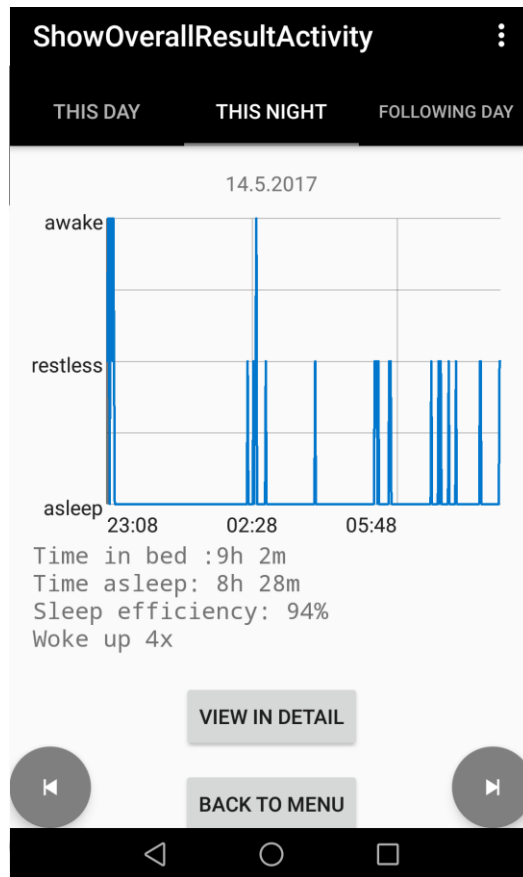
## 7. Testování aplikace

Do aplikace jsem po dobu dvou týdnů vyplňoval informace a synchronizoval data z náramku. Na obrázku 7.1 je vidět souhrn vyhodnocení za čtyři dny. Jednalo se konkrétně o dny středa až neděle. Z dat je zřejmé, že kvalita mého spánku byla o víkendu podle objektivních hodnocení vyšší. To je způsobeno delší dobou, kterou jsem měl pro spánek k dispozici. Subjektivní hodnocení je však u všech dní podobné, což svědčí o tom, že jsem si na svou rutinu zvykl.



Obr 7.1: Obrazovka s výsledky evaluací vybraných dnů

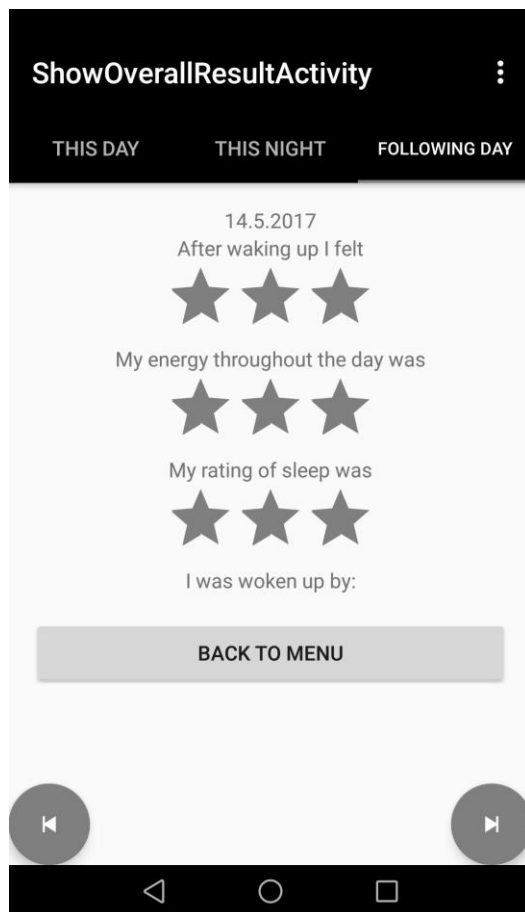
Po klepnutí na poslední den (14.5.2017) se mi zobrazila data vztažená k danému dni. Všechna data, ze kterých je vypočteno objektivní hodnocení jsou zobrazena na prostřední záložce nadepsané „THIS NIGHT“ (Obr. 7.2). Stiskem na tlačítko „VIEW IN DETAIL“ přenese uživatele na aktivitu, ve které jsou informace o spánku detailnější.



Obr 7.2: Zobrazení naměřených dat

Objektivní hodnocení pro 14.5.2017 bylo 75%. Z obrázku je zřejmé, že mimo podmínku počet probuzení je maximálně 1 jsou splněny všechny body. Délka spánku rovněž přesahuje maximální hodnocenou délku spánku (8 hodin) a výsledné hodnocení tedy opravdu odpovídá 75%.

Na záložce „FOLLOWING DAY“ obsahuje základ pro výpočet subjektivního hodnocení (Obr. 7.3). Všechny tři otázky byly ohodnoceny maximálním počtem bodů, výsledkem subjektivního hodnocení tedy musí být 100%.



*Obr 7.3: Zobrazení dat pro stanovení subjektivního hodnocení*

## 8. Další rozvoj aplikace

V současnou chvíli aplikace umí uchovávat vložení dat a posbírat potřebná data z Fitbit Api. Takto získaná data umí zkombinovat a zobrazit uživateli. Dále uživateli umožňuje vybrat v kalendáři interval a dny z tohoto intervalu vyhodnotit podle dané metodiky.

Pokud by se aplikace měla dál využívat, bylo by nutné jí opatřit funkcemi zajišťující co nejlepší validitu vstupů. Profesor Šonka konkrétně zmiňoval zablokování zpětného vyplňování dotazníků. Tzn. uživatel může vyplnit dotazník například pouze během 24 hodin od stanoveného intervalu, ve kterém by být vyplněn měl. Pro jednodušší využívání nasbíraných informací lékaři by se hodilo vytvoření datového souboru např. ve formátu csv, který by bylo možné exportovat. Možnost zaslání tohoto souboru by mohla být řešena emailem.

Z uživatelského hlediska by si aplikace zasloužila více nápověd. Uživatelské rozhraní by rovněž mohlo být přívětivější a jeho rozvržení by mohlo být lepší. Zajímavé a užitečné by pro lékaře i uživatele mohlo být statistické zpracování dat za daný interval, např. průměrná délka spánku nebo usínání, průměrná účinnost atd.

Přínosné by rovněž mohlo být využití data miningu pro získávání souvislostí s dostupnými daty a spánkem. Například by mohlo být možné automaticky vyhledávat faktory, které uživateli zhoršují spánek a dávat mu různá doporučení.



## 9. Závěr

Cílem této práce bylo vytvoření elektronické náhrady papírových nástrojů sleep diary. Součástí této náhrady je využití dat o spánku nasbíraných fitness náramkem značky FitBit a evaluace těchto dat spolu s daty získanými od uživatele.

Z odborné literatury jsem získal informace o spánku i jeho procesech a na základě těchto informací jsem vytvořil dotazník, pomocí kterého je možné identifikovat faktory narušující spánek. Spolu s odborníkem VFN jsem vytvořil tři různé metodiky pro hodnocení spánku. Všechny tyto výstupy jsem využil při vytváření aplikace pro operační systém Android. Právě tu považuji za náhradu klasických sleep diaries.

Rozebrané informace o spánku jsem čerpal z literatury od předních světových odborníků a v popisu spánkových mechanismů jsem zašel hlouběji, než bylo pro účely této práce nutné. Vytvořenou metodiku pro hodnocení spánku jsem konzultoval po emailu s paní profesorkou Soňou Nevšímalovou z neurologické kliniky 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Z jejího vyjádření vyplývá, že mnou navržená metodika pro hodnocení jí přijde rozhodně „fundovanější“ než doposud dostupné techniky. Samotná vytvořená aplikace splňuje na ní kladené požadavky, ačkoliv by mohla být uživatelsky přívětivější a její běh by mohl být po optimalizaci plynulejší.

Přínos této práce spočívá v možnosti shromažďování jak objektivně naměřených tak subjektivních dat. Měření spánku v domácích podmínkách je již delší dobu komerčně dostupné, v lékařské praxi ho v našich podmínkách ale odborníci doposud nevyužívali, přesto že výstupy z něj jsou přesnější než doposud používané výstupy subjektivní. Přes všechnu snahu se mi nepodařilo získat technické parametry náramků FitBit a provést jejich popis a rozbor.

Z konzultace s Mgr. Novákem jsem se dozvěděl, že pokud by se v aplikaci objevily ještě další funkce, například zablokování zpětného vyplňování dotazníků a možnost zaslání vyplněných a získaných informací v datovém souboru (např. csv či jiné) na email, mohla by si aplikace najít své místo v ordinacích. Pro další využití práce je tedy nutné konzultovat požadavky lékařů a poté je zapracovat do aplikace.

Stanovené cíle se nám podařilo naplnit.

## 10. Seznam zkratek a pojmů

Access Token – přístupový klíč

API - Application Programming Interface, rozhraní pro programování aplikací

ATP - Adenosintrifosfát, základní nukleotid, který uchovává buněčnou energii

BMI - Body mass index, indikátor tělesné hmotnosti

EEG - Elektroencefalografie, diagnostická metoda používána k záznamu elektrické aktivity mozku

HTTP - Hypertext Transfer Protocol, internetový protokol určený pro výměnu hypertextových dokumentů

JSON - JavaScript Object Notation, způsob zápisu dat nezávislý na počítačové platformě

K complexes - mozkové vlny vyskytující se v NREM spánku, vyčnívají vysokou amplitudou

NREM - Non Rapid Eye Movement, fáze spánku, při které je mozek spíše v útlumu

NSF - National Sleep Foundation, nezisková organizace

OAuth 2.0 - protokol, umožňující zisk dat

PSQI - Pittsburgh Sleep Quality Index, metodika pro hodnocení spánku

REM - Rapid Eye Movement - fáze spánku, při které je mozek aktivní

RFC6749 - Request For Comments s označením 6749, řada dokumentů popisující internetové protokoly

SCN - suprachiasmatic nucleus, část hypothalamu

Sleep efficiency – spánková účinnost, poměr času stráveného spánku ku času stráveného v posteli

Sleep spindles – výskyt mozkových vln s nízkou amplitudou a vysokou frekvencí

Spánková latence – zpoždění spánku, v podstatě čas nutný k usnutí

SQL - strukturovaný databázový dotazovací jazyk

## 11. Reference

- [1] DEMENT, William C. a VAUGHAN, Christopher. *The promise of sleep: the scientific connection between health, happiness, and a good night's sleep*. London: Macmillan, 2000. ISBN 9780333776216.
- [2] STEVENSON, Shawn. *Sleep smarter: 21 essential strategies to sleep your way to a better body, better health, and bigger success*. ISBN 9781623367398.
- [3] ROSENBERG, Robert S. *Sleep soundly every night, feel fantastic every day: a doctor's guide to solving your sleep problems*. ISBN 9781936303724.
- [4] LOCKLEY, Steven W. a Russell G. FOSTER. *Sleep: a very short introduction*. New York: Oxford University Press, 2012. Very short introductions, 295. ISBN 9780199587858.
- [5] CHAPUT, Jean-Phillipe a TREMBLAY, Angelo. *Adequate sleep to improve the treatment of obesity*. Canadian Medical Association Journal [online]. CMAJ 2012. 184(18), 1975-1976 [cit. 18.3.2017]. ISSN. Dostupné z: DOI:10.1503/cmaj.120876
- [6] ppm factum a.s.: *Spánek je pro regeneraci klíčový. Jak spí Češi?* [online]. ppm factum a.s. © 2014 [cit. 18.3.2017] Dostupné z: <http://www.factum.cz/aktuality/aktualita/spanek-je-pro-regeneraci-klicovy-jak-spi-cesi>
- [7] National Sleep Foundation: *Sleep Diary* [online]. National Sleep Foundation: ©2015 [cit. 18.3.2017]. Dostupné z: <https://sleepfoundation.org/sites/default/files/SleepDiaryv6.pdf>
- [8] PAVLÍČEK, Jakub. *Bádání o spánku a snění ve spisech Aristotelových*. Praha, 2007. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze. Fakulta humanitních studií. Vedoucí práce Hynek BARTOŠ.
- [9] American Heritage Publishing Company. *American Heritage® Dictionary of the English Language, Fifth Edition*. (2011). Houghton Mifflin [cit. 9.3.2017]. Dostupné z: <http://www.thefreedictionary.com/sleep>
- [10] ChartsBin statistics collector team 2011. *How Many Hours of Sleep on Average Different Species of Mammals Require?* [online]. ©2011 ChartsBin.com. 2011 [cit. 16.3.2017]. Dostupné z: <<http://chartsbin.com/view/1923>>.
- [11] Harvard Medical School. *Sleep, Learning, and Memory* [online]. WGBH Educational Foundation. Poslední změna 18.12.2007. [cit. 20.3.2017] Dostupné z: <http://healthysleep.med.harvard.edu/healthy/matters/benefits-of-sleep/learning-memory>
- [12] ELLENBONGEN, JM a PAYNE, JD a STICKGOLD, R. *The role of sleep in declarative memory consolidation: passive, permissive, active or none?* Curr Opin Neurobiol 2006. Dostupné z: DOI:10.1016/j.conb.2006.10.006

- [13] ElephantVoices. *Elephants learn from others*. elephantvoices.org [online]. ElephantVoices 2014 [cit 17.3.2017]. Dostupné z: <https://www.elephantvoices.org/elephant-sense-a-sociality-4/elephants-learn-from-others.html>
- [14] GREEN, Jenny. *How do elephants sleep?*. <http://sciencing.com/> [online]. Sciencing.com 2015 [cit 17.3.2017]. Dostupné z: <http://sciencing.com/elephants-sleep-4565899.html>
- [15] BEDNÁŘ, Marek. *Mikrospánek má prý na svědomí 21 procent smrtelných nehod*. Autoforum.cz [online]. MotorCom s.r.o 2014 [cit 18.3.2017]. Dostupné z: <http://www.autoforum.cz/zivot-ridice/mikrospanek-ma-pry-na-svedomi-21-procent-smrtelnych-nehod/>
- [16] TAFFINDER, NJ a MCMANUS, I C. *Effect of sleep deprivation on surgeons' dexterity on laparoscopy simulator*. The Lancet. 1998, 352, 1191
- [17] AYAS, NT. *A prospective study of sleep duration and coronary heart disease in women*. Arch Intern Med 2003;163(2):205-209 12546611.
- [18] LANGE, T. a PERRAS, B. a FEHM, HL. *Sleep enhances the human antibody response to hepatitis A vaccination*. Psychosom Med. 2003 9;65(5):831-5.
- [19] KRYSTAL, Andrew J. a EDINGER, Jack D. *Measuring sleep quality*. Sleep Medicine 9 Suppl. 1 (2008) S10–S17.
- [20] OHAYON, Maurice a WICKWIRE, Emerson M. a kolektiv. *National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report*. Sleep Health 3 (2017) 6-19
- [21] ALBRECHT, Urs. *The Circadian Clock: 12 (Protein Reviews)*. ISBN: 1461425123
- [22] ABBOT, Jo. *Here's how our hormones get us to sleep*. Sciencealert.com [online]. © ScienceAlert Pty Ltd. 2015 [cit. 3.4.2017] Dostupné z: <http://www.sciencealert.com/chemical-messengers-how-hormones-help-us-sleep>
- [23] Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development. *What is REM sleep?*. [online]. Rockville, Maryland, United States [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <https://www.nichd.nih.gov/health/topics/sleep/conditioninfo/Pages/rem-sleep.aspx>
- [24] *Detrimental Effects of Blue Light from Electronics on Sleep* [online]. Troy, NY: Rensselaer Polytechnic Institute, 2015 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <file:///C:/Users/JP/Desktop/School/BP%20Teorie/factory/Effects%20of%20Blue%20Light%20from%20Electronics%20on%20Sleep.pdf>
- [25] *Light-Emitting E-Readers Before Bedtime Can Adversely Impact Sleep* [online]. Boston, MA: National Institutes of Health, 2014 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: [http://www.brighamandwomens.org/about\\_bwh/publicaffairs/news/pressreleases/PressRelease.aspx?PageID=1962](http://www.brighamandwomens.org/about_bwh/publicaffairs/news/pressreleases/PressRelease.aspx?PageID=1962)

- [26] LAMMEL, Stephan, Elizabeth E. STEINBERG a Csaba FÖLDY. Diversity of Transgenic Mouse Models for Selective Targeting of Midbrain Dopamine Neurons. *Neuron*. 2015, **2015**(85), Pages 429–438.
- [27] Effects of caffeine on the body. *Medical News Today* [online]. University of Illinois-Chicago, School of Medicine: Healthline Media UK, 2016 [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/285194.php>
- [28] DRAKE, C a ROEHRS, T a SHAMBROOM, J a ROTH, T. Caffeine effects on sleep taken 0, 3, or 6 hours before going to bed. *J Clin Sleep Med*. 2013;9(11):1195-200.
- [29] *Cooling the brain during sleep may be an easy, natural and effective treatment for insomnia* [online]. DARIEN, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2011 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.aasmnet.org/articles.aspx?id=2322>
- [30] GOOLEY, Joshua J., Kyle CHAMBERLAIN, Kurt A. SMITH, et al. Exposure to Room Light before Bedtime Suppresses Melatonin Onset and Shortens Melatonin Duration in Humans. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* [online]. 2011, **96**(3), E463-E472 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1210/jc.2010-2098. ISSN 0021-972x. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jcem/article-lookup/doi/10.1210/jc.2010-2098>
- [31] TONKS A. Children who sleep with light on may damage their sight. *BMJ*. 1999;318(7195):1369A. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17276798>
- [32] Night Shift Working "A Probable Human Carcinogen". *Medical News Today* [online]. Brighton, UK.: Healthline Media UK, 2011 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.medicalnewstoday.com/articles/236731.php>
- [33] HANSEN, Johnni a Richard G. STEVENS. Case–control study of shift-work and breast cancer risk in Danish nurses: Impact of shift systems. *European Journal of Cancer* [online]. 2012, **48**(11), 1722-1729 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1016/j.ejca.2011.07.005. ISSN 09598049. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959804911005016>
- [34] HANSEN, Anne B, Leslie STAYNER, Johnni HANSEN a Zorana J ANDERSEN. Night shift work and incidence of diabetes in the Danish Nurse Cohort. *Occupational and Environmental Medicine* [online]. 2016, **73**(4), 262-268 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1136/oemed-2015-103342. ISSN 1351-0711. Dostupné z: <http://oem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/oemed-2015-103342>
- [35] Sleep For Success!. *Bodybuilding.com* [online]. 5777 N. Meeker Ave: Bodybuilding.com, 2006 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://www.bodybuilding.com/fun/dean22.htm>
- [36] LOPRINZI, Paul D. a Bradley J. CARDINAL. Association between objectively-measured physical activity and sleep, NHANES 2005–2006. *Mental Health and Physical Activity* [online]. 2011, **4**(2), 65-69 [cit. 2017-04-15]. DOI: 10.1016/j.mhpa.2011.08.001. ISSN 17552966. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1755296611000317>

- [37] How Alcohol Affects the Quality—And Quantity—Of Sleep. *Sleepfoundation.org* [online]. Washington, D.C: The National Sleep Foundation, 2012 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://sleepfoundation.org/sleep-topics/how-alcohol-affects-sleep>
- [38] ROEHRS, T., a ROTH, T. Alcohol-induced sleepiness and memory function. *Alcohol Health Res World* 19(2):130-135, 1995.
- [39] Sleep loss linked to increase in Alzheimer's plaques. *Washington University in St. Louis* [online]. St. Louis: Washington University in St. Louis, 2009 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <https://source.wustl.edu/2009/09/sleep-loss-linked-to-increase-in-alzheimer-plaques/>
- [40] Personal Sleep Monitors: Do They Work? *The Huffington Post* [online]. Charlottesville, Virginia: The Huffington Post, 2014 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: [http://www.huffingtonpost.com/dr-christopher-winter/sleep-tips\\_b\\_4792760.html](http://www.huffingtonpost.com/dr-christopher-winter/sleep-tips_b_4792760.html)
- [41] Sleep Diary. *National Sleep Foundation* [online]. National Sleep Foundation, 2016 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <https://sleepfoundation.org/sites/default/files/SleepDiaryv6.pdf>
- [42] How Do Sleep Trackers Work And Are They Reliable? *No Sleepless Nights* [online]. No Sleepless Nights, 2017 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.nosleeplessnights.com/how-do-sleep-trackers-work/>
- [43] The Ultimate Guide To Sleep Tracking. *Sleep Junkies* [online]. National Sleep Foundation, 2016 [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <https://sleepjunkies.com/features/the-ultimate-guide-to-sleep-tracking/>
- [44] MESARWI O., POLAK J., JUN J. a POLOTSKY V.Y. Sleep Disorders and the Development of Insulin Resistance and Obesity. *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America* [online]. 2013, 42(3), 617-634 [cit. 2017-04-20]. DOI: 10.1016/j.ecl.2013.05.001. ISSN 08898529. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889852913000364>
- [45] HARVEY A.G., STINSON K., WHITAKER K.L., MOSKOVITY D. a VIRK H. *The subjective meaning of sleep quality: a comparison of individuals with and without insomnia*. *SLEEP* 2008;31(3):383-393.
- [46] BUYASSE, D.J., REYNOLDS, C.F., MONK, T.H., BERMAN, S.R. a KUPFER, D.J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric research and practice. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213
- [47] PSQI. The University of Pittsburgh - Department of Psychiatry [online]. Pittsburgh: UMC Web team, 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <http://www.psychiatry.pitt.edu/node/8240>
- [48] BACKHAUS, Jutta, JUNGHANNS, Klaus, Andreas BROOCKS, Dieter RIEMANN a Fritz HOHAGEN. Test-retest reliability and validity of the Pittsburgh Sleep Quality Index in primary insomnia. *Journal of Psychosomatic Research* [online]. 2002, 2002(53), 737 – 740 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/profile/Dieter\\_Riemann/publication/11172694\\_Test-retest\\_reliability\\_of\\_the\\_Pittsburgh\\_Sleep\\_Quality\\_Index\\_PSQI\\_in\\_patients\\_with\\_primary\\_insomnia](https://www.researchgate.net/profile/Dieter_Riemann/publication/11172694_Test-retest_reliability_of_the_Pittsburgh_Sleep_Quality_Index_PSQI_in_patients_with_primary_insomnia)

[/links/0912f501105dcf419b000000/Test-retest-reliability-of-the-Pittsburgh-Sleep-Quality-Index-PSQI-in-patients-with-primary-insomnia.pdf](#)