

Univerzita Karlova

Filozofická fakulta

Ústav informačních studií a knihovnictví

Studijní program Informační studia a knihovnictví

Studijní obor INSK



Bakalářská práce

Denisa Šourková

Monitorování spánku pomocí aplikací dostupných na chytrém mobilním zařízení

Monitoring of Sleep Using Applications Available on a Smartphone

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu Mgr. Jakobovi Fialovi za jeho trpělivost, cenné rady, pomoc i podporu v průběhu psaní této práce. Zároveň musím také vyjádřit vděčnost za úsilí a čas, které věnoval mé bakalářské práci.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, že jsem řádně citovala všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 13. 05. 2022

.....

Denisa Šourková

Identifikační záznam

ŠOURKOVÁ, Denisa. *Monitorování spánku pomocí aplikací dostupných na chytrém mobilním zařízení*. Praha, 2022, 50 s. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví. Vedoucí práce Mgr. Jakub Fiala.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá monitorováním spánku prostřednictvím aplikací dostupných na platformách chytrých telefonů s operačním systémem iOS. V teoretickém přehledu popisuje především metody nelékařského sledování spánku a definuje pojem sleep-tracking. Uvádí také možné limity sebe-sledování. Výzkumná část práce se zakládá na vlastních zdokumentovaných zjištěních autorky. V rámci výzkumu jsou testovány aplikace s funkcí monitorování spánku. Zájem je orientován především na jejich vlastnosti. Práce také zkoumá konkrétní funkce, vyhodnocovaná data nebo výpovědní hodnotu těchto údajů. Veškerá data jsou získávána na základě kontinuálního testování jednotlivých aplikací. Cílem je zejména dojít ke kritickému zhodnocení těchto aplikací a posoudit, zda mohou být vyhodnocované informace nějak užitečné danému uživateli.

Klíčová slova

spánek, monitorování spánku, sleep-tracking, kvalita spánku, aplikace, chytrý telefon, iOS

Abstract

The bachelor thesis discusses sleep monitoring using applications available on a platform of mobile devices with the operating system iOS. In the theoretical part, the author describes non-medical methods in the quality of sleep monitoring and the term sleep-tracking is also defined. Furthermore, this work introduces some limits to self-tracking. The empirical part of the thesis is based on author's own documented results. In the research, some applications with sleep monitoring functions are tested. Firstly, the main interest is oriented toward the properties of these applications. Secondly, the thesis examines specific functions, data, or their validity. The data are gained from continual testing of the mobile applications. The main target is to critically evaluate of these applications and assess whether the evaluated information can be somehow beneficial to the user.

Keywords

sleep, sleep monitoring, sleep-tracking, sleep quality, application, smartphone, iOS

Obsah

Úvod	8
1. Vymezení tématu.....	10
1.1 Spánek a jeho monitorování.....	10
1.2 Současné systémy monitorující spánek.....	12
1.3 Aplikace s funkcí sledování spánku.....	16
1.4 Validita a limity vyhodnocovaných dat	19
2. Metodika	22
2.1 Pilot – monitorování spánku pomocí aplikace v chytrém telefonu	25
2.1.1 Nastavení aplikace	25
2.1.2 Proces sebe-monitorování prostřednictvím aplikace	26
2.1.3 Uživatelské rozhraní	26
3. Výsledky.....	28
3.1 Chytrý alarm	28
3.2 Monitorování spánkového cyklu	29
3.3 Analýza spánkových vzorců	30
3.4 Sledování nastaveného cíle a kvality spánku.....	32
3.5 Efektivita vyhodnocování a ukládání dat.....	34
3.6 Užitečnost informací.....	36
3.7 Význam a potenciál využití aplikací.....	37
4. Diskuze.....	39
Závěr	42
Seznam použité literatury	44
Seznam obrázků.....	49
Seznam tabulek	50

Úvod

Spánek je součástí základních lidských potřeb. Jeho dostatečná délka i kvalita jsou nezbytné pro správné fungování organismu člověka. Uvědomění si podstaty spánku, je čím dál důležitější zejména v současné době, kdy na něj působí tolik vnějších vlivů (např. dlouhá pracovní doba, využívání elektroniky před spaním). Lidé ho tak často zanedbávají a tím u nich vzniká spánková deprivace. Po čase se mohou začít projevovat i různé problémy v souvislosti se spánkem (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2019). Následně se snaží najít možnosti, jak tyto disfunkce vyřešit, případně jim alespoň s předstihem předejít. Z toho důvodu, a také v důsledku neustálého vývoje vyspělejších technologií vznikají nové metody, jak svůj spánkový cyklus sledovat. Kromě různých odborných přístrojů využívaných zejména v oblasti lékařství se v posledních letech objevují na trhu tzv. komerční sebe-měřicí zařízení. Jejich výhoda spočívá především v tom, že mohou být používány z pohodlí domova. Navíc k práci s nimi nejsou vyžadovány žádné zvláštní znalosti nebo dovednosti. S jejich pomocí tak lze snadno monitorovat a analyzovat spánkový cyklus člověka. Tento sociokulturní jev často bývá označován pojmem sleep-tracking. Tzv. sledovači spánku se snaží prostřednictvím těchto technologií obvykle zjišťovat proces fungování svého spánkového cyklu. S rozvojem chytrých mobilních zařízení vznikají nové aplikace s funkcí sledování spánku, prostřednictvím kterých lze provádět sebe-měření.

Aplikace je možné řadit mezi snadno dostupné či levné systémy, které umí provádět nelékařské monitorování spánkového cyklu. Jejich potencionální využití se v mnoha směrech stále zvyšuje. Na trhu se objevuje poměrně velké množství těchto aplikací. Zatím jsou však spíše určené především pro komerční účely i laickou veřejnost. Obvykle svým uživatelům poskytují množství nejrůznějších pokročilých funkcí a pomáhají jim zejména ke zlepšení kvality jejich dosavadního spánku. Na základě průběžného monitorování spánkového cyklu, zpracovávají a vyhodnocují množství dat. Následně tak poskytují uživateli informace o jeho spánku. Tyto získané výsledky mohou mít pro spotřebitele zajímavou výpovědní hodnotu, která by mu zároveň měla přinášet nějaký užitek.

V této práci jsou představeny i testovány dvě vybrané komerční aplikace s funkcí monitorování a analýzy spánku. Konkrétně se jedná o Sleep Cycle a Sleep Time, které jsou určené pro širokou veřejnost. Obě uživatelům slibují zlepšení kvality spánku. Autorka se orientuje zejména na jejich obecné vlastnosti, jako jsou funkce, uživatelské rozhraní nebo

způsob nastavení. Zájem je dále směřován také na vyhodnocovaná data a na to, jakou mají výpovědní hodnotu.

Tato bakalářská práce se zabývá především monitorováním spánku prostřednictvím aplikací dostupných na chytrém mobilním zařízení s operačním systémem iOS. Poskytuje podrobnější vhled do tématu sebe-měření pomocí různých komerčních aplikací. Teoretická část definuje zejména pojem Sleep-tracking a popisuje aktuální míru poznání v oblasti hlavně nelékařského monitorování spánku. Autorka se dále zaměřuje na aplikace jako jeden ze způsobů pro sledování spánkových vzorců. Zabývá se jejich vlastnostmi, funkcemi a zajímá se také o data, která zpracovávají i o výpovědní hodnotu těchto údajů. Cílem práce je kriticky posoudit vybrané aplikace na základě výsledků zjištěných z průběžného testování. Kromě toho je také porovnává a zkoumá, zda mohou být vyhodnocované informace nějak užitečné danému uživateli.

1. Vymezení tématu

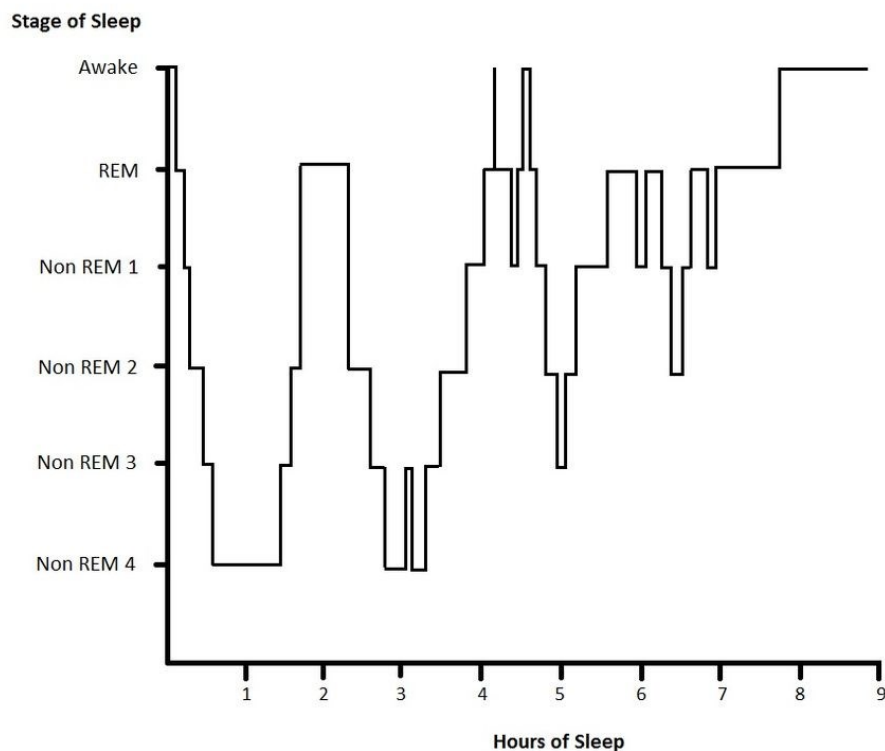
Sociokulturní jev sebepoznávání a sebe-reflexe prováděný obvykle za účelem dosažení osobního rozvoje je známou praktikou, která trvá již celá tisíciletí. V několika posledních letech docházelo ke značnému vývoji současného pojetí konceptu sebe-měření (Lupton, 2016a). Nově se zavádí různé termíny, jež pojmenovávají tuto aktivitu, jako jsou např. lifelogging (zaznamenávání životních funkcí), personal informatics (vyhodnocování osobních informací), personal analytics (analýza osobních údajů) nebo quantified self (kvantifikované já). (Lupton, 2014) Podstata kvantifikovaného já dnes zejména spočívá ve shromažďování dat o individuálním lidském chování, popřípadě o tělesných funkcích člověka. Analýza je prováděna v každodenním životě, v reálném čase, a to za pomoci digitálních technologií. Informace vyhodnocené na základě moderních vyspělých zařízení, jsou tak novou formou sebepoznávání, která značně může ovlivnit lidské návyky, vnímání, sociální vztahy nebo umožnit nové příležitosti (Lupton, 2016a). V rámci sebe-měření jsou zkoumány například hmotnost, nálada, energie, zdraví, kognitivní výkonost, popřípadě i kvalita spánku (Swan, 2013), která je mimo jiné tématem této práce.

1.1 Spánek a jeho monitorování

Každé lidské tělo je řízeno na základě tzv. cirkadiálního rytmu, jehož průběh je přizpůsoben rotaci Země, tj. 24 hodinám. Mozek člověka dokáže rozpoznat jednotlivé fáze tohoto biorytmu, a to např. pomocí střídání dne a noci. Se setměním tak intuitivně začíná jedinec pociťovat únavu (Littlehales, 2019). Obecně je spánek označován jako proces, při kterém dochází ke zklidnění těla nebo mysli, je přesným opakem bdění a může se během něj snít. (Velký lékařský slovník, 2021) Patří k jedné ze základních lidských potřeb. Jeho kvalita i dostatek jsou pro člověka nezbytné. Podporuje např. učení, soustředěnost, uchovávání nových vzpomínek v paměti nebo zvyšuje odolnost proti nemocem. Délka spánku, kterou by měl daný jedinec dodržovat, se liší v závislosti na věku, ale není nijak přesně stanovená. Udává se přesto, že nejmladší děti potřebují přibližně 16-18 hodin spánku, starší poté 9,5 h a dospělí 7-9 h denně (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2019). Matthew Walker ve své knize Proč spíme mimo jiné zmiňuje, že lidé mají dvě základní fáze spánku, jimiž jsou REM (rapid eye movement) a NREM (non-rapid eye movement). Jedná se v podstatě o tzv. pohyby očí pod zavřenými víčky během spánku, jejichž rychlost se mění v závislosti na tom, v jaké fázi spánkového cyklu se daný jedinec právě nachází. NREM se dále rozděluje celkem na 3 fáze:

- První fáze je stav, kdy u člověka dochází k přechodu mezi bdělostí a spánkem.
- Druhá fáze představuje lehký spánek, po němž následuje hlubší.
- Při třetí fázi již jedinec upadá do hlubokého spánku.

Nakonec probíhá poslední fáze REM, během které se oči rychle pohybují pod zavřenými víčky, spánek je opět lehčí a také obvykle lidé sní. Celý cyklus se takto opakuje několikrát za noc (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2019). Člověku, který nevykazuje žádné abnormální jevy během spánku, se REM a NREM fáze obvykle vystřídají odhadem po devadesáti minutách, přičemž každá z nich proběhne asi čtyřikrát až pětkrát za noc. (Medline Plus: Trusted Health Information for You, 2020) Všechny fáze je možné monitorovat a následně se z nich může snadno odvodit, jaký byl průběh spánku daného jedince od bdělosti až do jeho opětovného probuzení. (Walker, 2018) Záznam jednotlivých fází tak, jak se u daného jedince měnily během spánku, je obvykle vizualizován prostřednictvím grafu, který se nazývá hypnogram (viz obr. 1). Jejich proces je zde vyznačován v časové posloupnosti (Van der Plas, Verbraecken, Willemsen, Meert, Davis, 2021).



Obrázek 1: Hypnogram – zdroj:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HYPNOGRAM_created_by_Natasha_k.jpg

Sledování spánku se dnes již stalo trendem v moderní společnosti a na základě toho se také mění nabídka i poptávka. Na trhu existuje mnoho speciálních zařízení s funkcí pro jeho

monitorování nebo analýzu, které zprostředkovávají různé firmy. V současnosti lidé stále více vnímají dostatek spánku jako důležitou součást biorytmu, ať už kvůli svému psychickému i fyzickému zdraví, anebo kvůli jeho dopadu na soustředěnost při náročných podmínkách v zaměstnání, popřípadě ve vzdělávání (O'Boyle, 2021). Někteří lidé přesto stále mají tendenci skutečnost o síle spánku podceňovat a mnoho jedinců ho zanedbává. Trpí následně deficitem, protože např. nadměrně pracují nebo upřednostňují jiné zájmy (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2019). Navíc v populaci a zejména pak u starší věkové kategorie se čím dál častěji objevují různé poruchy spánku i další problémy s ním související. (Pan, Brulin, Campo, 2020) Senioři mají obecně spaní kratší, lehčí a mnohdy několikrát za noc přerušované. Zároveň k jejich horšímu spánku přispívají také léky, jež ho mohou negativně ovlivňovat (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2019). Všechny tyto výše zmíněné důvody jsou často podnětem k tomu, proč se někteří lidé rozhodnou zajímat o tzv. sleep-tracking (sledování spánku). (O'Boyle, 2021) Tato aktivita spočívá zejména v tom, že daný jedinec monitoruje sám svůj spánkový cyklus prostřednictvím nositelných zařízení v prostředí i podmínkách, kde obvykle spí. (Roveda, Chen, Powers, 2017) Sleep-Trackeři neboli „sledovači spánku“ se konkrétně zaměřují např. na délku svého spánkového cyklu, jeho kvalitu (zda během noci docházelo k probouzení, nějakým abnormálním jevům či jiným problémům), na jednotlivé výše zmíněné fáze, vliv prostředí nebo také životní styl. (Johns Hopkins Medicine, 2021) S rychlým vývojem technologií a jejich širokým výběrem na trhu je tak Sleep-Trackerům snadněji umožněno používat levnější, obecně dostupnější i vyspělejší systémy, vyvinuté pro dlouhodobé měření. (Pan, Qiang, Brulin, Campo, 2020)

1.2 Současné systémy monitorující spánek

Existují různé systémy sloužící k monitorování spánku (např. ke sledování vzorců, jako jsou: poloha těla, latence, doba usínání apod.). Pomocí tzv. senzorů se tato zařízení zaměřují na rychlost pohybů očí pod zavřenými víčky během REM a NREM fází, případně také na funkce v mozku, když daný jedinec spí. Obvykle se takové pozorování provádí v klinickém/spánkovém centru nebo v prostředí domova, pokud se jedná o přenosný systém. Údaje z těchto zařízení následně slouží lékařům k diagnostikování poruch, jako jsou např. spánková apnoe, narkolepsie atd. Na základě výsledků doktor stanoví vhodnou léčbu. Pokud však daný jedinec abnormální chování spojené se spánkem nijak neřeší, může to vést až k srdečnímu selhání, cukrovce, zvýšenému krevnímu tlaku a dalším nemocem (National

Heart, Lung, and Blood Home, 2021). Konkrétní příklady systémů, které poskytují funkci monitorování spánku, jsou představeny níže.

Polysomnografie (PSG)

Jedná se o jednu ze spolehlivých současných používaných metod ke sledování délky spánku, odlišení jeho jednotlivých fází a k objevení případných poruch s ním spojených. Polysomnografie byla představena již v roce 1960. Podává podrobné informace o průběhu spánku daného jedince, které hodnotí na základě různých fyziologických aspektů, např. polohy těla apod. Bohužel její použití v praxi je poměrně složité. Navíc se s tímto zařízením sleduje spánek obvykle jen jednu noc v klinickém centru, ale pro nalezení případných abnormálních změn s ním spojených, je daleko efektivnější monitorování dlouhodobé, a to nejlépe z pohodlí domova (Pan, Brulin, Campo, 2020). Kromě toho je PSG také nákladná a k jejímu použití je vyžadována asistence odborníků i speciální vybavení. Na druhou stranu poskytuje zatím nejpřesnější informace o spánku (Pan, Brulin, Campo, 2020). V praxi proto bývá polysomnografie často označována za zlatý standard. (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017) Existuje také jednodušší verze PSG, kterou je tzv. polygrafie (PG)¹. Oproti té klasické, bývá pohodlnější a levnější, ale na druhou stranu nemá tolik funkcí, případně nedokáže objevit některé spánkové poruchy. (Vandenberghe, Geerts, 2015)

Elektroencefalografie (EEG)

Jedná se o další metodu monitorování spánku za použití elektrod umístěných na pokožce hlavy. Dokáže snímat elektronickou aktivitu v mozku. EEG je velmi užitečná a přesná při sledování jednotlivých fází, které se střídají během spánkového cyklu. EEG však také neumožňuje dlouhodobé monitorování z domova. Navíc je složitá na ovládání stejně jako PSG, případně může být nepohodlná pro uživatele při snaze usnout (Pan, Brulin, Campo, 2020).

Elektrokardiografie (EKG)

Zařízení, které slouží pro zaznamenávání elektronických aktivit v oblasti srdce. Na kůži se připevňují elektrody, jež dokážou sledovat jednotlivé probíhající změny. Při pohybech během spánku, dochází ke zvýšení rychlosti srdečního tepu, na základě čehož je možné také

¹ Polygrafie je zařízení, s nímž lze provádět sledování spánku a jež je uzpůsobené k domácímu použití. Na rozdíl od PSG, kterou musí pacient absolvovat v klinickém centru. PG tak může být mnohem pohodlnější, levnější pro uživatele i rychlejší ve vyhodnocování výsledků. Naopak výhodou polysomnografie je, že ji řídí odborníci, poskytuje pak přesnější data z monitorování, a tudíž zaručuje stále nejvyšší kvalitu (Pachlopníková, 2018).

vyhodnocování spánku. Avšak stejně jako u předchozích metod, použití EKG v domácnosti, je poměrně náročné, protože vyžaduje odbornost a speciální vybavení (Pan, Brulin, Campo, 2020).

Aktigrafie (ACT)

Zařízení, které také umožňuje monitorování spánku, ale na rozdíl od předchozích metod ho lze už využít i mimo laboratorní prostředí. Při sledování shromažďuje data prostřednictvím akcelerometru a dokáže tak detekovat pohyby těla, čímž následně zjistí, jestli se daný jedinec právě nachází ve stavu spánku nebo bdění. Jeho nedostatkem však je, že neumí rozlišovat jednotlivé fáze během spánkového cyklu, což snižuje využití zařízení v praxi (Markwald, Bessman, Reini, Drummond, 2016). Tím, že se jedná o přenosný systém, může tedy monitorovat spánek dlouhodobě. (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017)

Komerční produkty

Vývoj nových systémů v oblasti sledování spánku se neustále zrychluje. Vzbuzuje se o něj větší zájem a klade se důraz především na tvorbu menších, jednodušších nebo lehčích technologií, které by dokázaly vyhodnocovat informace o spánku s podobnou kvalitou jako PSG (Pan, Brulin, Campo, 2020). Lidé konečně umí sami sledovat své chování i v tak nevědomém stavu, jako je spánek mimo prostředí nemocnic. Zatím jsou však spotřebitelské systémy nesrovnatelné v porovnání s kvalitou monitorování spánku prostřednictvím zlatého standardu (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017). Předpokladem přesto zůstává, že data z komerčních zařízení budou užitečná jak uživatelům, tak i lékařům. S tím souvisí jejich efektivní shromažďování, aby následné výsledky monitorování byly co nejpřesnější a zároveň poskytované v reálném čase. Některé technologie však mohou zpracovávat získaná data až po skončení analýzy spánku, přesto zůstává předpokladem, že budou vyhodnocována co nejrychleji (Pan, Brulin, Campo, 2020). Obvykle tyto přístroje dokážou měřit veličiny, jako jsou např. minuty strávené spánkem (MASL – minutes asleep), bdělostí (MAWK – minutes awake), počtem probuzení (NAWK – number of awakenings), dobou usínání (MTFA – minutes to fall asleep), efektivitou spánku (SE – sleep efficiency) nebo jeho kvalitou. (Liang, Liu, Ploderer, Bailey, Kulík, Li, 2017) Data jsou v současnosti následně nejčastěji zobrazována v textové, zvukové, obrazové nebo audiovizuální podobě. Zatím se v systémech s funkcí sledování spánku plně nepoužívají technologie, jako je umělá inteligence, strojové učení, big data ani data mining.

Důležitým aspektem je totiž také cena. Do některých zařízení je potřeba investovat i v průběhu jejich využívání. Důvodem obvykle bývá výměna jednotlivých součástí, aby byla zajištěna stálá údržba a funkčnost. Musí se tedy zohledňovat další náklady, které případně bude nutné do systémů vynaložit. Jednoznačně by však stále měly být dostupné pro co nejširší okruh spotřebitelů. Vytvářejí se proto zařízení, s nimiž bude možné jednoduše manipulovat přímo z domova. Jedná se především o nositelné, popřípadě bezkontaktní technologie, např. různé senzory, multimediální systémy nebo softwary a algoritmy pro shromažďování dat apod. Dokážou monitorovat obvykle pohyby těla, jeho teplotu, srdeční frekvenci nebo dýchání... Proto, aby mohly být sledovány veškeré tyto fyziologické změny z pohodlí domova, nerušeně, vzdáleně a dlouhodobě, byly vytvořeny tzv. miniaturní senzory. Hardware jednotlivých zařízení pro sledování spánku tvoří často např. akcelerometr nebo termočláňkový senzor, které detekují pohyb. V současné době, vybrané systémy také fungují přes bezdrátovou síť, jež umožňuje sledování spánku na základě senzorů obvykle rozmístěných na nebo vedle lidského těla. Přístroje s touto funkcí se nazývají WBAN (Wireless Body Area Network). Metodu lze využívat v domácnosti a je vysoce ceněna i v oblasti zdravotnictví (Pan, Brulin, Campo, 2020).

Velký výběr těchto spotřebitelských technologií umožňuje uživatelům, využívat také množství jejich nejrůznějších funkcí, které nabízejí. Měly by např. navozovat spánek, monitorovat ho a zároveň i okolní prostředí, v němž se daný jedinec nachází, zaznamenávat snění, probuzení apod. Sleep-trackeri z těchto systémů získávají následně informace o délce a kvalitě jejich spánku, fázích, jimiž procházeli v průběhu noci, o tom, jak usínat a probouzet se odpočatí nebo o zdravých spánkových návycích. Tyto produkty mohou potencionálně prozkoumávat vlivy působící na spánek konkrétního jedince. Důležité totiž je, aby technologie byly schopné zohledňovat např. životní styl, fyziologické i psychické změny nebo sociologické a environmentální faktory. Mnoho uživatelů však často ani neví, že je podstatné sledovat další související aspekty se spánkem. Mohly by jim následně pomoci pochopit důvody, které vedou k jejich případným problémům s ním spojeným (Liang, Liu, Ploderer, Bailey, Kulík, Li, 2017). Důležitá je také zpětná vazba a motivace, aby spotřebitelé lépe porozuměli svému spánku, případně dospěli ke spánkové hygieně. Mnoho uživatelů má ovšem často jiná očekávání o tom, jak systémy opravdu fungují. (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017). Veškeré výše zmíněné lékařské přístroje obvykle řeší léčbu spánkových poruch, popřípadě odstraňování abnormálního chování. Naopak komerční technologie se spíše zaměřují na předcházení disfunkcí a dosahování zdravého spánku. Zvyšující se počet lidí trpících různými spánkovými nemocemi, vede odborníky k vytváření stále spolehlivějších i vyspělejších systémů (Liang, Liu, Ploderer, Bailey, Kulík, Li, 2017).

Tím, že je však na trhu již dostupné obrovské množství těchto zařízení, může někdy konkrétního jedince zmást v nalezení vhodného typu systému ke sledování spánku. Z toho důvodu je potřeba, aby se při vytváření těchto technologií vývojáři zaměřovali také na uživatelské preference. Měla by být vyvíjena tzv. „sociotechnická“ zařízení, která usnadňují interakci mezi systémem a uživatelem (Pan, Brulin, Campo, 2020). Patří k nim nositelné přístroje, jako např. Fitbit, Applewatch atd. (Liang, Liu, Ploderer, Bailey, Kulík, Li, 2017)

Spotřebitelské technologie uzpůsobené pro monitorování spánkového cyklu, jsou využívány od počátku roku 1970. Původně byly vytvořené zejména pro komerční účely, ale dnes jsou již také podrobovány různým výzkumům. To vede k jejich neustálému vývoji a zlepšování jejich softwaru. Během dostupnosti těchto technologií na trhu se začala používat např. digitální akcelerometrie, detekování na blízkost nebo dokonce umělá inteligence (Grandner, Lujan, Ghani, 2021). Součástí vyspělých komerčních zařízení se staly také aplikace. Jsou především levnou a snadno dostupnou variantou širokému okruhu uživatelů. Pro monitorování spánkového cyklu využívají především vestavěných senzorů v chytrých telefonech. (Pan, Brulin, Campo, 2020).

1.3 Aplikace s funkcí sledování spánku

Období digitálního věku přispělo k nárůstu využití chytrých telefonů v moderní společnosti. Na těchto platformách jsou snadno dostupné různé aplikace, z nichž si velkou oblibu získaly zejména ty, jež se zaměřují na podporu zdravého životního stylu člověka. Z toho důvodu se vyvíjí neustále nové komerční produkty, orientující se zejména na vitalitu a kondici daného jedince (Ong, Gillespie 2016). Mobilní zařízení mají potenciál, stát se praktickým nástrojem nejen u laické veřejnosti ale také v medicíně. Aplikace dostupné na platformách chytrých telefonů, dokážou poskytovat osobní informace o zdravotním stavu člověka, případně efektivní rady, jak ho zlepšit. Pro tento způsob pozorování se zavedl termín mHealth (mobilní zdraví). Většina těchto aplikací byla vytvořena s předpokladem, že budou alespoň částečně schopné vyřešit problémy spojené se zdravím (Shin, Kim, Grigsby-Toussaint, 2017). Mezi ně patří také aplikace s funkcí pro zlepšování kvality a množství spánku. Slouží především k sebe-sledování a analýze spánkového cyklu uživatele.

U těchto aplikací taktéž platí, že by mohly být užitečné v lékařství. Bohužel, spoustu doktorů však nemá zatím příliš mnoho zkušeností s jejich využitím (Ong, Gillespie 2016). Velkou výhodnou v praxi ale je, že aplikace přinášejí novou možnost bezproblémového sledování spánku jedince odkudkoli. (Shin, Kim, Grigsby-Toussaint, 2017) V poslední době

si lidé volí aplikace i další komerční systémy právě jako vhodnou alternativu pro monitorování svého spánkového cyklu. (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017) Uživatelé jsou schopni, ovládat tyto komerční produkty jednoduše sami z prostředí domova. Získávají z nich však mnoho dat, jimž ne vždy úplně rozumí (Ong, Gillespie 2016). V případě, kdy se u nich objeví nějaké abnormální jevy spojené se spánkem, bylo zjištěno, že spousta uživatelů zprvu nevyhledá odbornou pomoc, ale snaží se vyřešit daný problém sami. Většinou se upnou k relaxačním terapiím nebo v horším případě k lékům či jiným návykovým látkám (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017). Lidé aplikace totiž obvykle využívají zejména pro potřebu vyléčení nějakého svého problému se spaním, který je trápí delší dobu. (Fage-Butler, 2018) V nedávné době bylo zjištěno, že i respirační virus SARS-CoV-2 může způsobit problémy se spánkem. Pacientům, kteří mají následky po tomto onemocnění, jsou potencionálně aplikace s funkcí monitorování spánku užitečné (Yang, Wu, Hu, Ye, Yang, Rao, Ma, Hu, 2021). Spotřebitelé by však měli mít na paměti, že veškeré problémy, změny apod., vyplývající z průběžně získaných hodnot z různých komerčních systémů, je vždy lepší, raději probrat s odborníkem. (Hosszu, Rosner, Flaherty, 2019) Nutnost provádět tyto lékařské konzultace ohledně výsledných informací ze sebe-monitorování je důležitá zejména proto, aby jim uživatelé správně porozuměli. (Ong, Gillespie 2016) Data navíc mohou poskytnout lékařům užitečný souhrn o tom, jak jejich pacient spal v posledních několika dnech. (Hosszu, Rosner, Flaherty, 2019)

Většina aplikací však zprostředkovává informace o spánku, které bohužel nejsou nijak vědecky podložené. (Hosszu, Rosner, Flaherty, 2019) Mnoho z nich není založeno na předešlém empirickém výzkumu a data tudíž nejsou sestavena na základě žádné odborné literatury. Uživatelé se navíc obvykle příliš nezajímají o to, zda informace obsažené v aplikacích, vycházejí z nějakých faktů (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017). Mnohdy se lze setkat také s aplikacemi, jejichž schválení neproběhlo přes žádnou akreditovanou instituci. Obvykle nemohou být srovnatelné ani s ověřenými a odbornými přístroji, jako je např. již zmíněné PSG, proto je odborníci zatím moc neuznávají. Aplikace také mohou vzbuzovat nedůvěru vzhledem ke shromažďování i zpracování citlivých a osobních dat o svých uživatelích (Hosszu, Rosner, Flaherty, 2019). Nicméně, aplikace nabízejí obvykle mnoho atraktivních funkcí pro spotřebitele, jež umožňují např. probuzení ve chvíli REM fáze, hodnocení spánku nebo nastavení harmonogramu, spojení s ostatními sleep-trackery a zároveň sdílení informací. Dále v nich uživatel najde také různou zábavu v podobě her, relaxační hudby, které by měly pomoci s usínáním atd. (Fage-Butler, 2018). Podle skeptiků však nelze úplně přesně určit jednotlivé fáze spánku jen na základě údajů o pohybu, dýchání a srdeční frekvenci,

kteře produkují aplikace. PSG vyhodnocuje tato data prostřednictvím zachycování mozkových vln a očních pohybů (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017).

Aplikace většinou provádějí analýzu spánku automaticky na základě vestavěných senzorů v telefonu, ale neumožňují příliš ručních úprav, které by byly užitečné při opravě případného nepřesného monitorování. Na druhou stranu aplikace alespoň umožňují, někdy zadávat informace, jež mohou spánek ovlivňovat (např. kofein, cvičení, elektronika...), případně si uživatelé stanovují cíle, kterých se snaží dosáhnout. Popularita používání těchto aplikací neustále narůstá, a proto je důležité, aby vývojáři zohledňovali uživatelské požadavky. Nastavení i využívání funkcí v aplikaci by mělo být snadné pro co nejširší okruh spotřebitelů (Choi, Demiris, 2018).

Komerční softwary na chytrém telefonu obvykle fungují tak, že je stačí položit na noční stolek vedle postele nebo přímo na matraci, než jde uživatel spát. Nemůže se ale umístit například pod polštář, protože hrozí, že by došlo k přehřátí telefonu (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017). Aplikace také způsobují rychlejší úbytek baterie. (Yang, Wu, Hu, Ye, Yang, Rao, Ma, Hu, 2021) Spánek je pak monitorován na základě akcelerometru, jež dokáže snímat pohyby těla. Pokud je přístroj detekuje, vyhodnotí to většinou jako bdělost nebo jen lehký spánek. Některé aplikace také používají mikrofon v chytrém telefonu, aby nahrávaly zvuk. Pomocí těchto přístrojů poté určí např. kvalitu spánku, jednotlivé fáze spánkového cyklu a jeho délku (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017).

Sebe-sledování pomocí aplikací také může uživatele motivovat a podpořit ho, aby dbal na kvalitu svého spánku. Informace, které spotřebitelské produkty vyhodnocují, mohou změnit pohled lidí na jejich současný celkový stav spánku. Pokud se uživatelé dozvědí o problémech s ním spojených, v důsledku pravidelného používání těchto aplikací, může je to znepokojit, v lepším případě však také navést k vyhledání odborné pomoci (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017). Aplikace jsou uzpůsobené k tomu, aby je lidé směli používat každý den, zařadili je do svého rutinního plánu, v rámci něhož jsou následně monitorovány i hodnoceny životní funkce daného člověka. Sleep-tracker tedy prostřednictvím aplikací provádí sebe sledování v reálném čase (Fage-Butler, 2018). Kontroverzní však zůstává fakt, že chytré telefony vyzařují umělé světlo, které není vhodné používat před spaním. Aplikace právě mohou uživatele podnítit k tomu, aby své mobilní zařízení zapnul před tím, než jde spát (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017). I když je všeobecně známé, že technologie spánek spíše narušují, tyto komerční produkty by naopak měly uživatelům pomoci. Mohou přispívat ke změnám alespoň v jejich dosavadní návycích a chování (Fage-Butler, 2018). Aplikace zároveň vedou

lidi k sebeuvědomění a k dosahování vytyčeného cíle. Na základě toho konkrétní jedinec často přehodnocuje své chování. Dále by měly pomoci se spánkovou hygienou (Vandenberghe, Geerts, 2015). Otázkou ovšem zůstává, zda to není jen marketingový tah. (Fage-Butler, 2018)

1.4 Validita a limity vyhodnocovaných dat

Pomocí těchto stále vyspělejších technologií s funkcí monitorování a analýzy spánku, mohou lidé shromažďovat různá data. (Liand, Ploderer, Martell, Nishimura, 2016) Možnost dlouhodobého sledování spánkového cyklu díky komerčním systémům přináší často velké množství údajů. S tím, jak používá stále více lidí sebe-monitorovací zařízení, vznikají masivní soubory dat (tzv. big data) (Menghini, Cellini, Goldstone, Baker, de Zambotti, 2021). Data jsou zpracovávána i získávána, aniž by do toho musela příliš zasahovat lidská ruka. Některé údaje se vyhodnocují kvantitativní formou a jiná jsou vizualizována pomocí obrázků nebo slov. Zpracovávané informace poté mohou být přínosné v mnoha oblastech, jako jsou např. vzdělávání či zdravotnictví. Data jsou často ukládána na cloudech, ke kterým pak mají přístup vývojáři. Malé množství dat, které uživatel vygeneruje průběžným používáním těchto technologií, se nakonec stávají součástí souborů s velkým množstvím údajů. Jinak neveřejná data je také možné pomocí těchto sebe-sledovacích zařízení sdílet. Bohužel, z různých výzkumů zatím vyplývá, že vyhodnocované informace nejsou příliš validní, přesné a spolehlivé. Vědecká komunita se je snaží zkoumat, ale jejich práce postupuje pomalu, oproti neustálému vytváření nových technologií a zavádění vyspělejších algoritmů v této oblasti. Navíc spoustu zařízení k monitorování spánkového cyklu se od sebe velmi liší v metodě např. sběru dat, analýze těchto údajů, funkcích nebo také terminologii jednotlivých spánkových vzorců (Menghini, Cellini, Goldstone, Baker, de Zambotti, 2021). Zkoumání těchto přístrojů také narušují neustálé aktualizace a vytváření novějších verzí systému. (Tuominen, Peltola, Saaresranta, Valli, 2019) Navíc většina vývojářů tají způsob, jak jejich aplikace fungují. (Grifantini, 2014) Každopádně, průběžně vyhodnocované údaje o daném jedinci mohou přispívat alespoň k jeho sebepoznání, případně k identifikaci sebe samého. Lidé na základě těchto výsledků mění své dosavadní návyky a chování nebo celkově to má vliv na jejich životní styl. Díky sledování vlastního chování lze také získat jistou kontrolu nad sebou samým (Lupton, 2016b).

Proces získávání dat, je stále snadnější, ale problém vzniká někdy v jejich následné interpretaci i výpovědní hodnotě. Koncoví spotřebitelé ne vždy naprosto jasně chápou tyto poskytovaná data. Mnohdy je to způsobeno tím, že uživatelé nemají dostatek všeobecných

znalostí o spánku, případně nerozumí plně analýze dat. Také často nezohledňují různé vedlejší faktory, které mohou jejich spánek negativně ovlivňovat, případně způsobovat problémy s ním související. Bohužel, tyto kontextové údaje o životním stylu daného jedince jsou velmi individuální. Zatím neexistuje jednoduchá metoda analýzy, jež by dokázala každému jednotlivci zvláště vyhodnocovat takto specifické informace. Z toho důvodu většina komerčních technologií v současnosti neposkytuje příliš funkcí, jež by pracovaly s vedlejšími faktory působícími na spánek konkrétního jedince. Existují ovšem již speciální softwary, které shromažďují tyto kontextové údaje o životním stylu daného spotřebitele, avšak běžní uživatelé je nemohou používat pro nedostatek odbornosti potřebné k jejich ovládnutí. Zohledňování vedlejších faktorů by přitom mohlo vyřešit problém u uživatelů se správným porozuměním vyhodnocovaným datům a celkovému kontextu o svém spánkovém cyklu (Liand, Ploderer, Martell, Nishimura, 2016).

Různé vnější faktory také mohou narušovat proces monitorování spánku. Některé přístroje snímají zvuky a pohyby, jež však nemusí pocházet přímo od uživatele. Jsou způsobeny např. domácími zvířaty, rodinnými příslušníky apod. Data pak zahrnují údaje, jež nesouvisí se spánkem konkrétního uživatele. Pokud daný jedinec zároveň vykazuje nějaké známky abnormálního chování, komerční přístroje je obvykle nedokážou rozpoznat a mají následně problém se správným vyhodnocením dat kvůli těmto problémům (Mansukhani, Kolla, 2017). Někdy se také může stát, že spotřebitelské systémy nadhodnocují některé měřené spánkové vzorce. (Tuominen, Peltola, Saaresranta, Valli, 2019) Fino a Mazzetti zmiňují, že pokud se vytvořily speciální algoritmy pro monitorování spánku prostřednictvím chytrých telefonů, přesnost měření jednotlivých spánkových vzorců by tak mohla být spolehlivější.

Lupton poznamenává, že dalším negativním jevem používání sebe-měřících zařízení a následné shromažďování dat, může být poskytování osobních údajů vývojářům pro účely komerčního zisku. Jedná se často o osobní i citlivé informace, jež následně mají sloužit k individuálním potřebám jednotlivce. Bohužel, tyto data jsou přístupná i vývojářům, kteří je dále sdílí také se třetími stranami apod. Tím, že jsou osobní údaje poskytovány dalším lidem pro komerční účely, může znamenat bezpečnostní riziko pro uživatele. Navíc další nástrahou mohou být hackeři, kteří se snaží útočit a získávat tyto osobní a citlivé údaje. Soukromé informace nutné k fungování aplikace, případně různé personalizované souhlasy, zadávají spotřebitelé sami. Uživatelé ovšem někdy mohou ztratit kontrolu nad tím, jaká osobní data sdílejí a co se s nimi následně děje. Z toho důvodu se jeví jako potřebné, aby nad daty

z monitorování uživatelé také přemýšleli či je správně chápali. Celkově bývá podstatné, aby data byla shromažďována smysluplně a následně i tak využívána. (Lupton, 2016b).

2. Metodika

Cíl výzkumu

Ve výzkumné části této práce se autorka zaměřuje na vybrané aplikace s možností sledování a analýzy spánku dostupných na chytrém mobilním zařízení s operačním systémem iOS. Zájem je orientován především na konkrétní funkce, které tyto aplikace nabízejí svým spotřebitelům, vyhodnocovaná data a jejich výpovědní hodnotu. Cílem je zejména zjistit, v čem přesně mohou být výsledné informace z monitorování spánku prostřednictvím těchto aplikací užitečné danému uživateli. Výsledky z pozorování by následně měly pomoci poskytnout autorce kritický pohled na tento typ aplikací, případně možnost jejich vzájemného porovnání. Konečné závěry lze vyvodit pomocí níže stanovených výzkumných otázek.

Výzkumné otázky:

- 1) Jaké konkrétní funkce a data poskytují vybrané aplikace s funkcí monitorování spánku svým uživatelům?
- 2) Jak aplikace efektivně a účelně dokážou shromažďovat data o aktuálním stavu spánku?
- 3) Mohou být tyto výsledné informace vyhodnocené z aplikací nějak užitečné danému uživateli?
- 4) Jaký má význam průběžné využívání aplikací s funkcí monitorování a analýzy spánku?

Výběr aplikací

V dubnu 2021 byl prozkoumán internetový obchod s mobilními aplikacemi App Store dostupný na zařízeních s operačním systémem iOS nebo macOS, iPadOS. Předmětem vyhledávání se staly zejména aplikace s funkcí sledování i analýzy spánku. Často bývají řazeny v kategorii zdraví a fitness nebo jsou snadno k nalezení pod obecnými klíčovými pojmy, jako je spánek, sledování spánku apod. Na trhu se jich však objevuje opravdu velké množství, navíc přibývají stále nové, a proto volba pro uživatele nemusí být úplně jednoduchá. Autorka při výběru aplikací zohledňovala zejména níže uvedená kritéria:

- Každá aplikace bude muset být volena s ohledem na její dostupnost pro operační systém iOS.
- Aplikace musí být také dostupné v českém případně anglickém jazyce.

- Při výběru aplikací budou podstatné informace, jako jsou recenze od uživatelů, celkový počet instalací nebo aktuálnost jejich poslední verze.
- Aplikace bude dostupná zdarma, případně alespoň umožní používání v základní omezené verzi.
- Aplikace bude vybírána taktéž s ohledem na její obecné vlastnosti a funkce, které poskytuje svým uživatelům, a jež jsou v souladu se zadáním této práce.

Nakonec byly v internetovém obchodě App Store vyhledány dvě aplikace s funkcí monitorování i analýzy spánku, které se jeví jako relevantní pro tento výzkum vzhledem k výše stanoveným kritériím (viz tabulka 1).

Název aplikace	Vydání	Počet stažení	Vývojář	Operační systém	Jazyk	Odkaz
Sleep Cycle	2014	5 mil.+	Sleep cycle AB	iOS/Android	Angličtina	https://www.sleepcycle.com/
Sleep Time	2012	1 mil. +	Azumio Inc	iOS/Android	Angličtina/čeština	https://www.azumio.com/s/sleeptime/index.html

Tabulka 1: Vybrané aplikace

Sleep Cycle

První vybraná aplikace dokáže sledovat nebo analyzovat spánkový cyklus uživatele během noci. Mimo jiné je zařazena na čtvrtém místě v žebříčku doporučených aplikací v kategorii zdraví a fitness v App Storu. Zatím je dostupná ve čtrnácti světových jazycích včetně angličtiny, ale češtinu bohužel nezahrnuje. Sledovat spánek umožňuje i prostřednictvím chytrých hodinek Apple Watch, které mohou být např. užitečné pro automatické shromažďování dat. Jejich využití však není přímo nutné a postačuje mobilní zařízení. Cílem této aplikace je zejména přispívat k lepšímu spánku nebo pomáhat svým uživatelům k jeho porozumění. Pro monitorování spánkového cyklu, využívá neustále vylepšované algoritmy strojového učení, sbírá data a následně je zprostředkovává sleep-trackerům prostřednictvím statistik. (Sleep Cycle, 2021)

Sleep Time

Další vybranou aplikací sloužící k monitorování fází spánku, je Sleep Time. Byla zahrnuta do tohoto výzkumu především proto, že umí během sledování spánkového cyklu daného jedince, rozlišovat mezi REM i NREM fází, což většina jiných aplikací neumožňuje. Mimo jiné je dostupná v bezmála 30 jazycích, a to včetně češtiny. Jejím cílem je zajistit, aby uživatel vstal odpočatý a nebyl během dne unavený. (Sleep Time, 2021) Kromě toho také analyzuje a poskytuje data o jednotlivých spánkových vzorcích, které následně shrnuje ve statistikách stejně jako Sleep Cycle.

Metoda sběru dat

Pro sběr dat je v této práci zvolena metoda kvalitativního výzkumu, která v tomto případě nejnadhěji umožňuje zodpovědět stanovené otázky a popsat objektivně získané výsledky z pozorování. Autorka postupně používá jednotlivé vybrané aplikace dostupné na chytrém telefonu s operačním systémem iOS, aby získala následně podrobnější přehled o jejich možnostech nastavení, celkovém fungování nebo vyhodnocovaných datech. Prostřednictvím těchto aplikací je prováděno nelékařské monitorování vlastního procesu spánku. Na základě toho jsou získávána data, která se dále zpracovávají i shromažďují prostřednictvím aplikací a poskytují autorce aktuální informace o stavu jejího spánku.

Vizualizace a systematizace dat

Během využívání jednotlivých aplikací, autorka průběžně pořizuje snímky obrazovky. Účelem je prostřednictvím těchto snímků, lépe vizualizovat uživatelské rozhraní či provedení aplikací, které je u každé z nich jiné a originální. Konkrétní výsledná data, zjištěná na základě kontinuálního využívání aplikací, jsou pak systematicky shrnutá do tabulek kvůli jednodušší přehlednosti.

Průběh testování aplikací

Testování dvou zvolených aplikací Sleep Cycle a Sleep Time probíhalo ve dnech od 20. 01. 2022 do 22. 03. 2022. Každá z těchto aplikací byla používána zvlášť po dobu jednoho měsíce. Časové vymezení ke zkoušení jednotlivých aplikací, se jeví jako optimální pro tento výzkum, protože jejich fungování obvykle závisí na dlouhodobém sledování chování daného uživatele (např. Sleep Cycle zpracovává jak denní, týdenní, tak i měsíční přehledy o spánku). Sleep Cycle konkrétně nakonec zaznamenala data celkem z 31 nocí a Sleep Time sledovala

proces spánku 28 nocí. Obě aplikace se testují pouze v základní verzi, i když zpřístupňují také rozšířenou verzi s více funkcemi, ale ta už je zpoplatněná. Analýzu a monitorování spánku prostřednictvím vybraných aplikací, provádí autorka na sobě. Před zahájením testování je však zahájeno ještě pilotní zkoušení náhodně zvolené aplikace. Účelem má být podrobnější seznámení se základním fungováním, uživatelským rozhraním, nebo se samotným procesem sebe-sledování v těchto aplikacích. Jako pilotní aplikace s funkcí monitorování a analýzy spánku je vyzkoušena Sleptic.

2.1 Pilot – monitorování spánku pomocí aplikace v chytrém telefonu

Sleptic je běžně dostupná komerční aplikace široké veřejnosti v obchodě App Store. Její výhodou může být možnost používání uživatelského rozhraní v českém jazyce. Nic méně, již tato aplikace zpřístupňuje některé své funkce pouze v omezené bezplatné verzi. Celkově toto pilotní pozorování probíhalo 13 dní v září roku 2021. Během tohoto zkušebního období už byla nashromážděna nějaká data z monitorování a analýzy spánkového cyklu prostřednictvím Sleptic. Důležité ovšem je, že poskytuje informace nebo přispívá k podrobnějšímu vhledu do obecného fungování těchto zkoumaných aplikací. Na základě průběžného zkoušení, jsou tak prozkoumány zejména vlastnosti, jako je nastavení, proces sebe-monitorování nebo uživatelské rozhraní.

2.1.1 Nastavení aplikace

Před samotným začátkem monitorování spánku i celkovým využíváním aplikace je často nutné její přednastavení. Konkrétně Sleptic vyžadovala nejprve zaregistrování a vytvoření profilu s nezbytnými informacemi, jako jsou věk, pohlaví, výška nebo hmotnost. Dále bylo důležité zvolit si jazyk, ve kterém bude Sleptic používána. Nevýhodou některých aplikací je, že jsou dostupné pouze v anglickém nebo jiném jazyce, nikoli však v češtině. Následně to způsobuje jazykovou bariéru pro spotřebitele. Z tohoto důvodu pak během interakce mezi uživatelem a aplikací může docházet k nesprávnému porozumění vyhodnocovaným datům apod. U těchto aplikací je tedy také důležité, zjistit si před jejím stažením, zda s ní lze pracovat v jazyce, kterému uživatel bez problémů rozumí. Dalším důležitým nastavením je, volba verze aplikace. Pokud spotřebitel zvolí pouze základní verzi, funkce bývají často omezené, přesto ty nezbytné jsou dostupné a mnohdy i dostačující. U rozšířené je obvykle poskytováno více služeb, ale jsou již zpoplatněné. V neposlední řadě je podstatné vytvořit si také harmonogram spánku. Uživatel musí zvolit dny, ve kterých chce

být aplikací probouzen. Následně si konkrétně určí čas, kdy bude chodit spát, vstávat a kolik celkově hodin denně věnuje spánku. Aplikace Sleepitic např. umožňuje nařízení i více takovýchto harmonogramů, které si uloží a pamatuje si je během procesu monitorování. Nastavení ukládání dat v aplikaci je mimo jiné také její podstatnou součástí, kterou by neměl uživatel na začátku podcenit. V posledním kroku si uživatel už jen zvolí, zda chce dostávat notifikace, aby nezapomněl včas spustit analýzu spánku.

2.1.2 Proces sebe-monitorování prostřednictvím aplikace

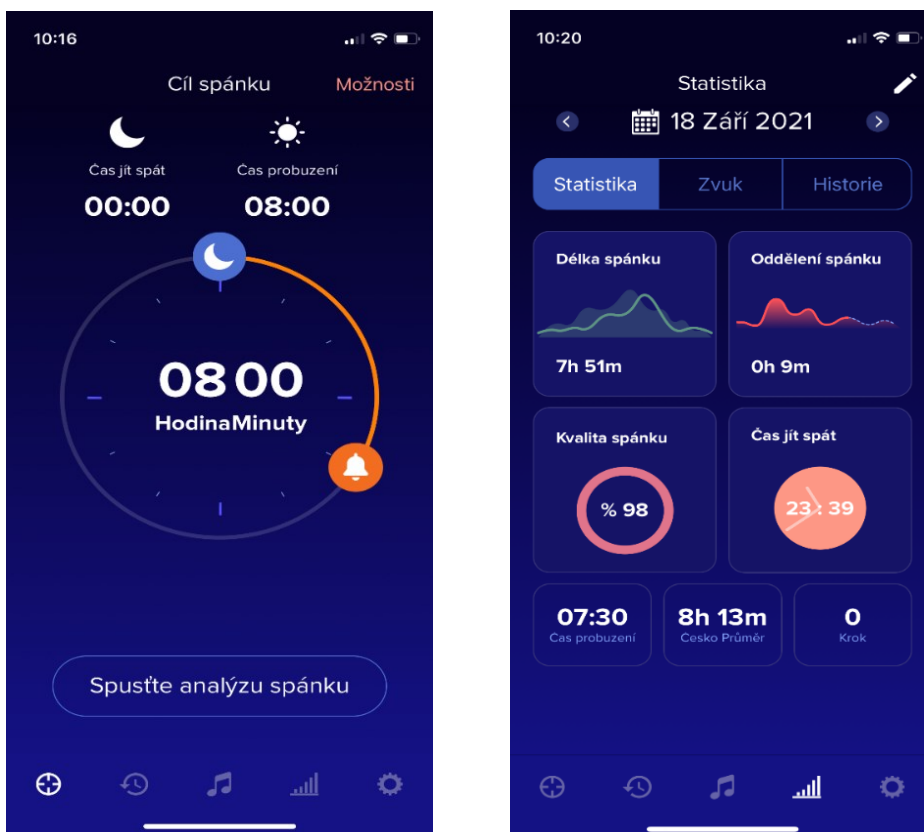
Základní vlastností zkoumaných aplikací je monitorování a analýza spánkového cyklu, díky níž daný uživatel může provádět sledování svého chování i v tak nevědomém stavu, jako je spánek. Aplikace jsou v tomto případě závislé na chytrém mobilním zařízení, v jehož rámci mohou poskytovat tuto funkci, ovšem pouze při připojení k internetu. Pilotní aplikace Sleepitic využívala zejména akcelerometr v telefonu, aby detekovala pohyb autorky a také mikrofon, s nímž snímala zvuk během jejího spánku. Pro používání těchto systémových komponentů si aplikace nejprve vyžádala přístup od správce mobilního zařízení. Následně obeznámila autorku s tím, že telefon musí být umístěn buď na posteli nebo vedle na nočním stolku mikrofonem směřem k ní v průběhu analýzy. Zároveň upozorňovala také na případnou nízkou výdrž baterie, protože během monitorování často dochází k jejímu vyššímu úbytku než normálně. Z toho důvodu je lepší, mít telefon současně nabíjený v průběhu sebe-sledování, aby měl uživatel jistotu, že nedojde k jeho vybití a tím pádem k přerušení monitorování. Samotný proces analýzy pak musí být manuálně spuštěn i vypínán uživatelem. Po dokončení sebe-sledování, aplikace okamžitě vyhodnotí a zpřístupní veškeré výsledky nashromážděné během spánku.

2.1.3 Uživatelské rozhraní

Zkoumané aplikace s funkcí monitorování i analýzy spánku jsou určeny především k využití široké veřejnosti, proto by mělo být jejich uživatelské rozhraní jednoduché a intuitivní. Zvláště vyhodnocovaná data je důležité zprostředkovávat spotřebiteli přehledně tak, aby jim snadno porozuměl. Konkrétně aplikace Sleepitic se ovládala pomocí lišty s ikonami, které představovaly její jednotlivé funkce. Při spuštění Sleepitic, se vždy uživateli nejprve otevřela první ikona, pod kterou se zobrazila možnost zapnutí analýzy spánku s již přednastaveným harmonogramem. To zajišťovalo, že ji uživatel případně mohl ihned aktivovat před spánkem. Další byl seznam nastavených budíků, které se daly libovolně měnit podle potřeby, a knihovna s nahrávkami různých simulací zvuků přírody. Důležitou součástí

aplikace je také ikona se statistikami průběžně vyhodnocovaných dat. Obvykle bývají jednotlivé výsledné hodnoty samostatně popsány nebo prezentovány prostřednictvím grafů. Některé aplikace s funkcí monitorování i analýzy spánku také získávají ještě různá data z aplikace Zdraví. Ta je dostupná na telefonech s operačním systémem iOS a shromažďuje zdravotní informace o daném jedinci (např. počet kroků, ušlá vzdálenost atd.).

Ze zkoušení Sleepitic je zřejmé, že aplikace by měly poskytnout koncovému uživateli informace z průběžného monitorování spánku, které budou mít o něm nějakou výpovědní hodnotu. Zaznamenaná data zpřístupní výsledky zejména o aktuálním stavu spánku, u kterých ovšem většinou nelze očekávat, že budou podložena na základě nějaké odborné literatury. Navíc výsledná data získaná z průběžného testování aplikace dost často závisí na její přesnosti měření. Mohou se tak výrazně lišit v porovnání se skutečností. Kromě toho lze předpokládat, že vlivem využívání těchto aplikací, bude docházet ke změnám v chování nebo návycích uživatele.



Obrázek 2: Cíl spánku a statistika Sleepitic

3. Výsledky

Aplikace Sleep Cycle sledovala spánkový cyklus autorky konkrétně ve dnech od 20. 01. 2022 do 20. 02. 2022. Sleep Time následně pokračovala v monitorování spánku od 22. 02. 2022 do 22. 03. 2022. Pro každou z těchto testovaných aplikací je typický jiný cíl, jímž chtějí přispět k potencionálnímu zlepšení kvality spánku daného uživatele. Přesto jejich vlastnosti jsou si stále velmi podobné. Obvykle tyto aplikace poskytují svým uživatelům nejružnější zajímavé funkce, aby pro ně byly dost možná co nejzábavnější, ale i užitečnou formou při objevování podstaty spánku. Nejprve autorka zkoumá, jaké konkrétní funkce či data vybrané aplikace poskytují svým uživatelům. Na základě jejich průběžného testování a následného pozorování je zjištěno, že mají zejména tyto specifické funkce:

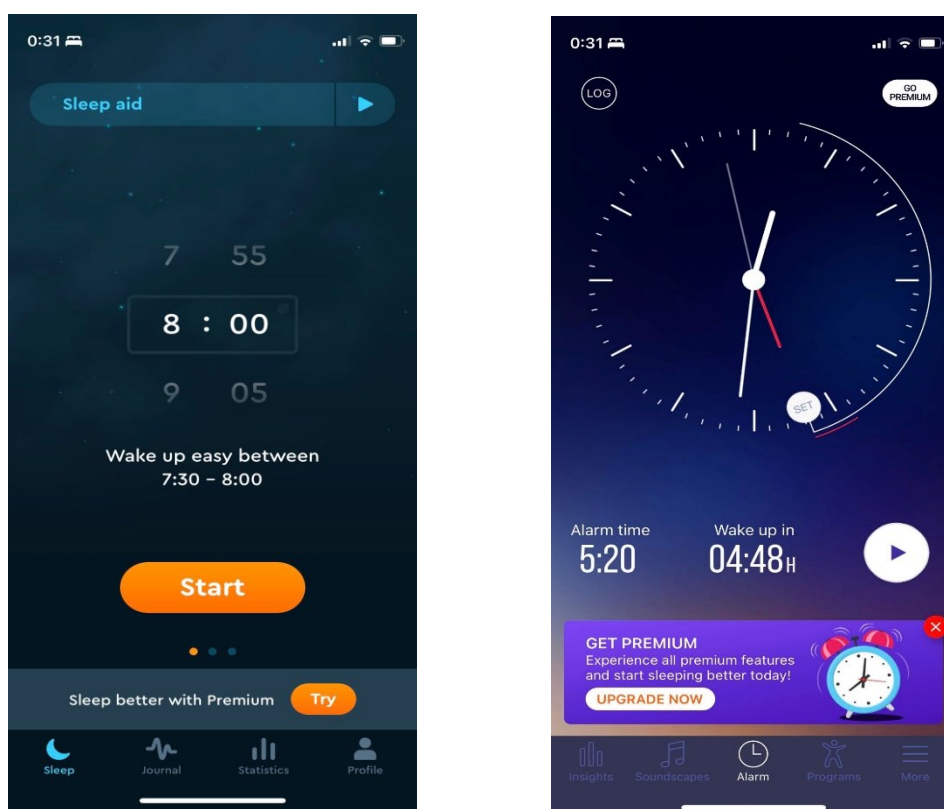
Funkce aplikací
Chytrý alarm
Monitorování spánkového cyklu
Analýza spánkových vzorců
Sledování nastaveného cíle a kvality spánku

Tabulka 2: Funkce aplikací

3.1 Chytrý alarm

Většina aplikací s možností monitorování spánku často funguje jako budík, který si uživatel nastaví na každý den podle své potřeby. Sleep Cycle i Sleep Time poskytují funkci tzv. chytrého alarmu (viz obr. 4 a 5), na jehož základě se snaží zachytit bdělost a probudit daného jedince v průběhu nejlehčí fáze spánku. Uživatel si jednoduše nastaví hodinu, kdy chce vstávat. Ve Sleep Cycle ho chytrý alarm následně probudí většinou chvíli před spuštěním nařízeného budíku. Uživatel si před tím však nejdříve musí nastavit tento mezičas, ve kterém ho chytrý alarm může probudit. V aplikaci je doporučených 30 minut předem. To zajistí, aby se daný jedinec nejprve dostal do nejlehčí fáze spánku a se zazvoněním nastaveného budíku vstal následně více odpočatý. Pokud však uživatel nechce využívat chytrý alarm, stačí si nastavit ten klasický, jenž se spustí pouze v konkrétní hodinu. Aplikace dokonce umožňuje také analýzu spánku bez nařízení budíku, což může být výhodné např. o víkendech, kdy uživatel

nepotřebuje být probouzen v daném čase, ale zároveň chce monitorovat svůj spánkový cyklus. Spotřebitel si také může vybrat znělku alarmu z poměrně rozsáhlé nabídky různých zvuků. Některé jsou však dostupné pouze v rozšířené verzi aplikace. Kromě toho si lze zvolit také postupné regulování hlasitosti alarmu. Naopak Sleep Time již takovou rozšířenou nabídku služeb nenabízela, přesto autorku probouzela většinou taktéž v čase cca o 30 minut dříve, kdy se snažila odhadnout její nejlehčí fázi spánku. Například, byl alarm nastaven v 7:30 a aplikace spustila budík již v 7:12. Pokud ovšem odhadovala, že se autorka nachází stále v hlubokém průběhu spánku, budík spustila tak, jak byl původně nařízen. Její nevýhodou oproti Sleep Cycle bylo i to, že neumožňovala analýzu spánku bez nastaveného chytrého alarmu. Koneckonců, ani jedné aplikaci se však nestalo, že by nařízený budík vůbec nespustila v průběhu monitorování.



Obrázek 3: Chytrý alarm vlevo Sleep Cycle a vpravo Sleep Time

3.2 Monitorování spánkového cyklu

Další a zřejmě nejpodstatnější funkcí je monitorování spánkového cyklu. Obě aplikace sledují, v jaké fázi spánku se daný uživatel konkrétně nachází. Jednotlivé fáze jsou detekovány pomocí frekvence intenzity každého pohybu. Když tedy tělo daného jedince bude vykazovat známky zklidnění, aplikace to vyhodnotí pravděpodobně tak, že se uživatel nachází v hlubokém

spánku. Naopak, jestli u něj dojde k časté změně polohy, odvodí na základě toho pouze lehký průběh. Podle střídání jednotlivých fází během spánku, aplikace následně vyhodnocují celý jeho proces od úplné bdělosti až po opětovné vstávání. Dokážou také zaregistrovat, když se daný jedinec v noci zcela probudí. Aplikace Sleep Time se vyznačuje především tím, že umožňuje monitorování REM a NREM fází. Autorka však nezaznamenala více méně žádný rozdíl ve sledování jednotlivých fází mezi těmito dvěma aplikacemi, protože obě nakonec vyhodnocovaly jak lehký, tak hluboký průběh spánku, ale Sleep time proto využila pouze jiné pojmenování. Sleep Cycle navíc poskytovala ještě jednu funkci, která pomáhala monitorovat další faktory, které mohou působit na průběh spánku daného jedince. Nahrávala zvuk, kterým dokázala snímat vnější hluk z okolního prostředí, případně detekovat nejčastěji mluvení ze spaní, kašláni nebo chrápání. Jednotlivé záznamy následně zpřístupňovala společně s ostatními vyhodnocenými spánkovými údaji ve statistikách.

3.3 Analýza spánkových vzorců

Po skončení monitorování i analýze spánku během noci, se na základě této funkce uživateli okamžitě zpřístupní veškerá zaznamenaná data. Výsledné informace z průběhu spánku byly v obou aplikacích vizualizovány prostřednictvím interaktivního grafu, který byl velmi podobný hypnogramu (viz obr. 1). Aplikace umožňovaly uživateli, pohybovat se na grafu, zobrazovat si různé fáze spánku, jak probíhaly v jednotlivých hodinách. V případě Sleep Cycle byly v grafu také zaznamenány v určitých časových intervalech další procesy, které se děly během spánku, např. mluvení nebo kašláni apod. Jednotlivé procesy aplikace získala prostřednictvím nahrávání zvuku. Sleep Time naopak jednotlivé fáze odlišovala různými barvami. Oranžová označovala bdělost, žlutá lehký a modrá hluboký spánek. Ostatní výsledné hodnoty, které již graf nezobrazoval, byly samostatně popsány. Kromě toho, obě aplikace ještě zpracovávaly průběžné statistiky ve sloupcových grafech s průměrnými výsledky. Sleep Cycle v rozšířené verzi také zpřístupňuje demo data o spánku z různých zemí, která ale slouží spíše pro srovnání. Obě aplikace konkrétně vyhodnocují zejména tyto data:

Data o spánku	
Sleep Cycle	Sleep Time
Pravidelnost	Lehký a hluboký spánek
Čas spuštění analýzy	Čas spuštění analýzy
Čas ukončení analýzy	Čas ukončení analýzy
Čas dřímání	Čas spuštění alarmu
Čas v posteli	Čas nastaveného alarmu
Doba usínání	Bdělost
Délka spánku	Délka spánku
Kvalita spánku	Kvalita spánku

Tabulka 3: Vyhodnocovaná data o spánku

Z tabulky je patrné, že obě aplikace vyhodnocovaly převážně podobná data, pouze některé spánkové vzorce se od sebe lišily. Sleep Cycle i Sleep Time zaznamenaly vždy nejprve čas, kdy šla autorka spát a následně také v kolik hodin vstávala. Sleep Time navíc uváděla informaci o spuštění alarmu v lehké fázi spánku a pak hodinu, na kterou byl původně budík nastaven. Aplikace se taktéž snažily měřit dobu, za kterou autorka usne. Během analýzy spánku se zaměřovaly na jeho celkový průběh, např. kolik minut uživatel pouze dřímá nebo jestli je spánek něčím narušován, případně zda došlo k úplnému probuzení. Na konci byla následně z těchto údajů vyhodnocována jeho kvalita, tedy v podstatě, jak dobře daný jedinec spal. Délka se odvíjela ze zaznamenaných údajů o začátku a konci spánku. Sleep Cycle uváděla ještě, jakou má daný uživatel latenci spánku a zda chodí spát vždy přibližně ve stejnou hodinu, z čehož se následně odvozovala hodnota nazvaná pravidelnost. Sleep Time poskytovala informaci o celkovém času, který autorka strávila v lehkém a hlubokém spánku. Mimo jiné aplikace Sleep Cycle ukládala také nahrávky zvuků, pořízené z jeho snímání. Bohužel však nešly zpětně pustit, protože to bylo možné pouze v předplacené verzi. Ze záznamů zvuku by přitom mohlo být patrné, jaké další vnější faktory ovlivňují kvalitu spánku daného jedince.



Obrázek 4: Analýza dat vlevo Sleep Time a vpravo Sleep Cycle

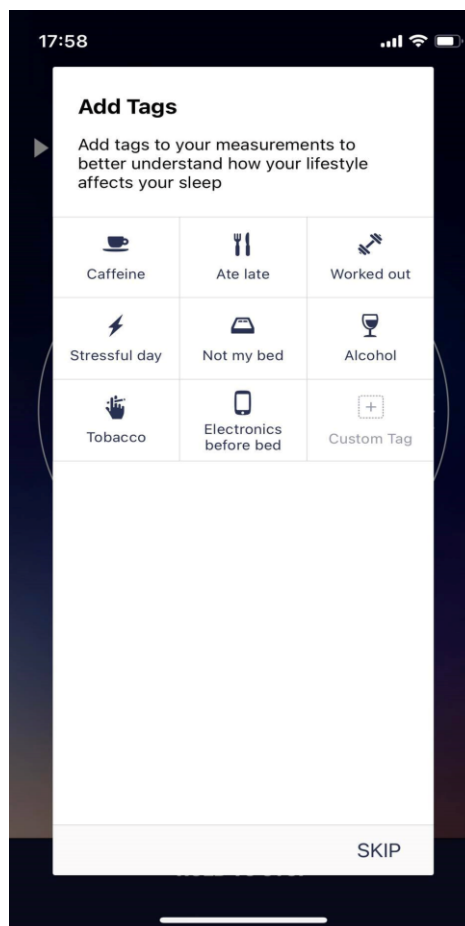
3.4 Sledování nastaveného cíle a kvality spánku

Jak již bylo zmíněno, v aplikaci s funkcí monitorování i analýzy spánku, je nejprve nutné, nastavit harmonogram před samotným sebe-sledováním. Když si uživatel vytvoří svůj tzv. spánkový cíl, Sleep Cycle i Sleep Time předpokládají, že ho bude dodržovat. Z toho důvodu mu poskytují další funkci, prostřednictvím níž dokážou zprostředkovávat informace o tom, jak se uživateli daří plnit tento stanovený harmonogram. Autorka si konkrétně v obou aplikacích nastavila denní cíl na doporučených 8 hodin spánku. Sleep Cycle však uvádí pouze 6 dní, kdy se jí podařilo jím řídit. Sleep Time vykazuje pouze jeden den dodržení spánkového cíle z celého měsíce kontinuálního monitorování. Důvodem, proč se většinou autorce nedařilo plnit přednastavený harmonogram, mohou být často různé vnější faktory, které negativně působí na její spánek.

Aplikace Sleep Time také poskytovala autorce navíc možnost zaznamenávání poznámek, která jí pomáhaly objasnit, jak její životní styl ovlivňuje spánek. Sleep Time v nich uváděla předvolbu zejména těchto negativních faktorů:

- kofein
- pozdní požívání jídla
- fyzická zátěž (ve smyslu cvičení)
- nadbytek stresu během dne
- spánek mimo vlastní postel
- alkohol
- nikotin/tabák
- používání elektroniky před spaním

Autorka si také mohla případně doplnit vlastní poznámky, pokud postrádala jinou příčinu narušující průběh jejího spánkového cyklu. Autorka např. díky postupně vytvořeným poznámkám zjistila, že nadměrně využívá elektronické přístroje před tím, než jde spát. Sleep Time zaznamenala celkem 24 nocí s touto uvedenou poznámkou z 28 naměřených. Dále pak ještě uvádí 3 dny, kdy autorka zadala zvýšenou fyzickou námahu. Tyto uvedené vedlejší faktory následně nejspíše způsobovaly, že autorka chodila spát až v pozdních večerních hodinách a nedařilo se jí tak plnit přednastavený cíl. Následně to mohlo mít případně i vliv na její kvalitu spánku. Ohledně docílení dobrého spánku, Sleep Time odkazovala na různé články na jejích webových stránkách. Aplikace Sleep Cycle ovšem také umožňovala zaznamenávání poznámek, ale jen v předplacené verzi. Přesto se snažila motivovat autorku ke zlepšení jejího spánku ještě jiným způsobem. Poskytovala jí zpětnou vazbu, jak by mohla vylepšit svůj spánkový cyklus, aby se následně cítila odpočinitější. Autorka např. často dostávala tip, že by měla chodit pravidelněji spát ve stejnou hodinu, na základě čehož by tak dosáhla delšího i kvalitnějšího odpočinku. Tuto zpětnou vazbu o spánku aplikace zpracovávala z průběžně vyhodnocovaných a ukládaných průměrných dat.



Obrázek 5: Negativní faktory - Sleep Time

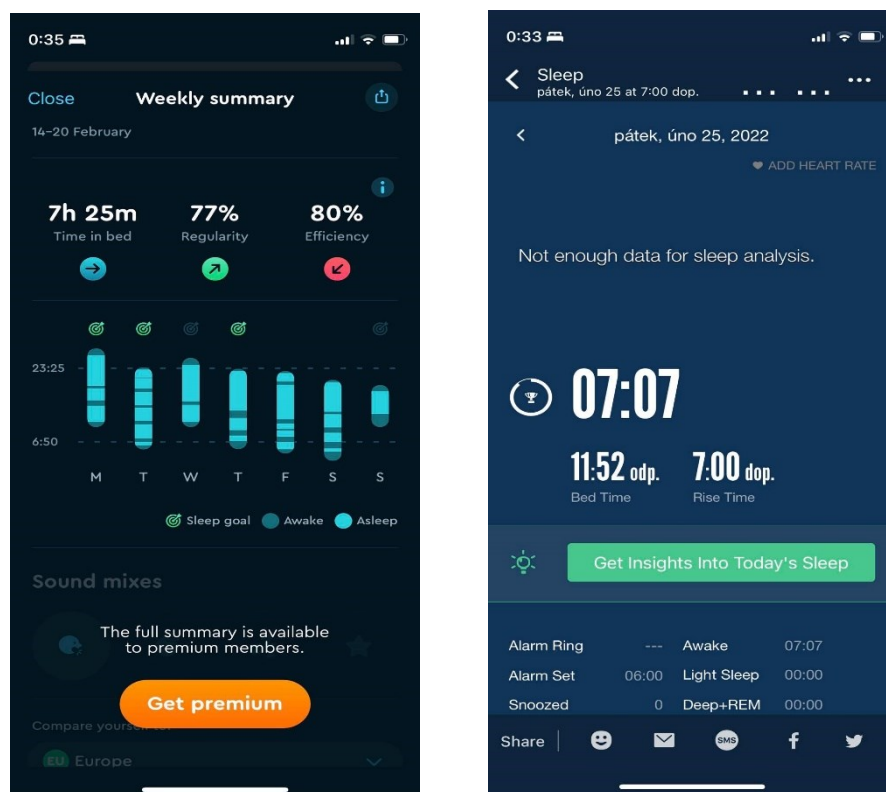
3.5 Efektivita vyhodnocování a ukládání dat

Jak již bylo zmíněno, veškerá data o spánku byla přístupná ihned po ukončení monitorování. Autorka se v tomto výzkumu zaměřuje také na to, jak mohou být data v aplikacích efektivně i účelně shromažďována. Na rychlosti jejich zpracování záleželo zejména proto, aby se zaznamenávaly nejnovější nezbytné údaje potřebné k další analýze. Mimo jiné také z důvodu okamžitého přístupu uživatele k nejaktuálnějším informacím o svém spánku. Efektivní uchování informací sloužilo následně k dlouhodobému sledování spánku, na kterém je založen celý proces monitorování v těchto aplikacích. Sleep Cycle nabízí historii zaznamenaných dat prostřednictvím průběžně zpracovávaných grafů, nahrávek zvuku nebo jen samostatných hodnot z každé noci. Průměrné výsledky následně shrnovala v týdenních nebo měsíčních zprávách, které uživatel pravidelně získává.

Zpočátku však aplikace Sleep Cycle neuměla hned vyhodnotit všechny měřené spánkové vzorce, např. autorce chybí údaje o pravidelnosti spánku z prvního dne monitorování. Je jasné, že aplikace nedokázala generovat tato data hned, protože závisela právě

na dlouhodobějším sledování spánku. Na základě průběžného shromažďování dat, Sleep Cycle vytvářela průměr z hodnot různých spánkových vzorců získaných vícedenní analýzou. Průměrné hodnoty v týdenních statistických zprávách vyhodnocovala minimálně po čtyřech dnech kontinuálního monitorování. Tato aplikace nakonec zaznamenala během měsíce průběžného sledování celkový průměr kvality spánku 71 % a délku 6 h 57 m. Naopak Sleep Time zpracovávala průběžné výsledky hned. Vizualizovala je taktéž ve sloupcových grafech od prvního dne jejího používání. Průměrné hodnoty se ovšem měnily během sběru dalších informací o spánku z každé noci. Poskytovala pouze týdenní přehledy. Sleep Time v posledních pěti dnech testování, naměřila konkrétně denní průměr 6 h 36 m, kvalitu 76 %, celkové množství lehkého i hlubokého spánku 5 h 02 m a mimo jiné také počet hodin strávených spánkem 33 h 01 m. Z průběžného testování aplikací je jednoznačné, že čím déle aplikace byly používány, tím lépe i přesněji dokázaly vyhodnocovat průměrné hodnoty a zároveň tak poskytovat jasnější informace o spánku.

Velkou výhodou poskytovala mimo jiné aplikace Sleep Cycle, která umožňovala stáhnout veškerá naměřená data. Autorce se tak zpřístupnily všechny informace v detailním přehledu, jež o ní Sleep Cycle doposud shromáždila. Kromě již známých naměřených hodnot, obsahoval index výsledků také např. množství pohybů za hodinu nebo tlak vzduchu, které jinak ve statistikách v aplikaci vidět přímo nebyly. Některé hodnoty však Sleep Cycle změřit nedokázala přes chytrý telefon, a to např. srdeční tep nebo teplotu v ovzduší, jež mohou mít taktéž nemalý vliv na autorčin spánek. Sleep Time neposkytovala žádné souhrnné zprávy ani neumožňovala stahovat data v základní verzi a nedokázala také měřit srdeční tep. Poskytovala alespoň možnost případného doplnění dat. Otázkou tak zůstává, zda by měla každá aplikace s funkcí sledování spánku poskytovat export veškerých dat již v základní verzi, protože jsou shromažďovány poměrně osobní i citlivé údaje o uživatelích, kteří by k nim měli mít volný přístup. Obě aplikace alespoň ve svém nastavení nabízely průběžné mazání těchto informací, anebo manuální odstraňování, které spotřebitel provádí sám. Dalším otazníkem je, zda je možné tyto výsledky sledování pokládat za přesné. Autorce např. chybí data ve Sleep Time ze dne 25.2.2022, protože aplikace nedokázala vytvořit výsledek z monitorování spánku kvůli nedostatečnému množství dat. V tom případě však Sleep Time nemohla efektivně vyhodnotit již průměr z ostatních hodnot, když nemá data ze všech monitorovaných dní. Z toho důvodu je velmi důležité v těchto aplikacích hned na začátku jejich používání, nastavit ukládání veškerých vyhodnocovaných výsledků, aby nedocházelo k jejich zbytečné ztrátě. Přesto výpovědní hodnota těchto dat může zůstat pro uživatele stále podstatná.



Obrázek 6: Tydenní statistika ve Sleep Cycle a nevyhodnocená data Sleep Time

3.6 Užitečnost informací

Každý zpracovaný spánkový vzorec v aplikaci může mít pro uživatele určitou významnou výpovědní hodnotu. Při zkoumání užitečnosti informací, je zjištěno, že aplikace poskytují spotřebiteli zejména zpětnou vazbu o jeho aktuálním stavu spánku. Tím, že umožňují každodenní nepřetržité monitorování spánkového cyklu, má uživatel neustále přístup k nejnovějším informacím o spánku. Navíc toto dlouhodobé sebe-sledování může vést k objevení případného abnormálního chování, které zprvu nemusí být patrné. Někdy tak mohou informace vyhodnocené z aplikací tvořit význam i ve zdravotnictví. (Ong, Gillespie 2016) Bohužel, konkrétně zkoumané aplikace v této práci nebyly vyvinuty pro účely výzkumu nebo medicíny. Jedná se pouze o nelékařské monitorování spánku. Aplikace Sleep Cycle i Sleep Time neposkytovaly informace, které by dokazovaly na základě nějakých vědeckých poznatků. Například, zpětná vazba ze Sleep Cycle nebo články dostupné na webových stránkách Sleep Time neobsahovaly žádné zdroje odborné literatury. Je tedy naprosto zřejmé, že jsou tyto aplikace vytvořené spíše pro komerční využití a laickou veřejnost.

Z průběžného testování vybraných aplikací bylo mimo jiné také zjištěno, že informace mohou sloužit jako zdroj motivace. Již z jejich cíle může být patrné, že účelem je zlepšit dosavadní přístup ke spánku daného uživatele, případně mu pomoci nalézt příčinu jeho problémů s ním spojených. Nicméně, tyto aplikace nejsou vytvořeny proto, aby dokázaly léčit spánkové choroby. Přesto pomáhají uživateli získat prostřednictvím dat více porozumění o svém spánku. (Lee-Tobin, Ogeil, Savic, Lubman, 2017) Na základě průběžného monitorování, může uživatel např. dospět ke spánkové hygieně. Už jen tím, že si na začátku nastaví harmonogram, nejspíše bude jeho spánek pravidelnější, dostatečně dlouhý i kvalitnější. Musí ovšem dodržovat tento cíl, což může být mnohdy náročné zejména kvůli dalším různým vnějším faktorům, které na něj působí. Aplikace uživateli však umožňují přijít na tyto faktory prostřednictvím poznámek, které si může libovolně doplňovat ke každé analýze. Na základě toho je následně schopný zjištěné negativní příčiny eliminovat. Aplikace tedy tak podněcují uživatele, aby změnil své chování a návyky. Vnímání spánku je však hodně subjektivní a vždy záleží na samotném uživateli, jak informace vyhodnocené z aplikací přijme za důležité nebo zda má motivaci pro to něco udělat. Navíc, jak již bylo zmíněno v podkapitole Efektivita vyhodnocování a ukládání dat, záleží vždy také na přesnosti měřených informací, které se mnohdy mohou výrazně lišit v porovnání se skutečností.

3.7 Význam a potenciál využití aplikací

Dosavadní pozorování umožňuje autorce odpovědět na poslední výzkumnou otázku a zohlednit, zda mají testované aplikace nějaký význam pro daného uživatele. Z průběžného testování vyplývá, že mohou podporovat zdraví spánek a zlepšovat tak celkově životní styl konkrétního jedince. Navíc zdůrazňují podstatu spánku, tudíž motivují uživatele v mnoha případech k seberozvoji nebo provádění změn v dosavadních návycích, případně spánkové hygieně. Jejich velký nedostatek je zatím stále v nepřesném vyhodnocování dat. Jak je již zřejmé z teoretické části, vývojáři těchto aplikací se snaží stále vylepšovat software. Autorka si myslí, že další vývoj technologií potencionálně může přispět k jejich využití ve vědě či medicíně. Do budoucna se nejspíše implementují do aplikací již zmíněné vyspělé metody (umělá inteligence, data mining apod.). Informace by mohly být vyhodnocovány na základě odborných zdrojů a předešlého empirického výzkumu. Zatím tyto aplikace slouží spíše pro komerční účely. Revichandran (et al. 2017) také zmiňují, že systémy pro spánek vyhodnocováním nevědeckých informací a v podstatě nijak podložených, mohou zapříčinit to, že uživatel jim bude důvěřovat natolik, až začne v podstatě dělat nakonec zdraví škodlivé

činnosti, proto, aby si „zlepšil“ svůj spánek. Autoři upozorňují, že na toto by vývojáři měli být opatrní a přijmout zodpovědnost.

Nespornou výhodou těchto aplikací je jejich využití z prostředí domova. V teoretické části je popsáno, že veškeré lékařské přístroje jsou dostupné pouze v nemocnicích či spánkových centrech. Zároveň jsou zapotřebí odborné znalosti pro práci s nimi. Tyto aplikace lze poměrně snadno získat v internetových obchodech (např. App Store nebo Google Play). V základní verzi zpřístupňují své funkce zdarma a často uživatel nepotřebuje žádné zkušenosti nebo specifické poznatky pro pochopení, jak s nimi pracovat. Lidé tak mají možnost sledovat svůj spánkový cyklus sami bez lékařské pomoci. (Ravichandran, Sien, Patel, Kientz, Pina, 2017) Autorka si ovšem myslí, že pokud uživatel objeví nějaký problém, je lepší přesto vyhledat lékařskou pomoc, protože jak již bylo zmíněno, aplikace neslouží k léčbě spánkových chorob.

4. Diskuze

V této bakalářské práci je prováděno kvalitativní pozorování formou výzkumných otázek a průběžného testování vybraných aplikací. Aplikace jsou zkoušeny pouze na platformě chytrého telefonu s operačním systémem iOS. K jejich volbě autorka dospěla jen na základě svého usouzení o jejich relevanci a také s ohledem na vlastní stanovená kritéria. Průběžné testování aplikací provádí na sobě, proto se veškeré zjištěné závěry zakládají spíše na autorčiným subjektivním hodnocení. Navíc nemohla u jednotlivých aplikací využít všechny funkce, protože je používala pouze v základní bezplatné verzi. Konečný počet aplikací, které jsou v práci testovány, nebyl předem stanoven. Pilot nastiňuje spíše jejich obecné fungování a seznamuje s procesem sebe-sledování. V části Výsledky jsou popsány pouze dvě aplikace. Takto úzký výběr však umožnil autorce podrobnější zaměření se na jejich vlastnosti, případně vzájemné porovnání. Celková doba používání aplikací se odvíjí od nutnosti dlouhodobého shromažďování výsledků. Zároveň jí limituje zkoumání více aplikací, které nemohlo být prováděno najednou, proto se vymežil přesný optimální čas k jejich možnému používání. Veškerá uvedená data jsou zpracovávána v rámci monitorování a analýzy aplikací, tudíž není s jistotou ověřena jejich správnost a přesnost. I přes tyto limity však autorka dospěla k níže uvedeným závěrům.

Kvantifikované já je současným sociokulturním jevem, který je možné provádět v rámci využívání sebe-měřících zařízení. Lidé se snaží zachytit známky svého chování, což jim následně má posloužit k širšímu pochopení fungování různých procesů v jejich těle. Tématu sebe-sledování se často ve svých pracích věnují např. Lupton (2014, 2016) nebo Fage-Butler (2018). S neustálým vývojem dokonalejších či vyspělejších technologií, dokáže člověk sledovat stále více behaviorálních rysů mimo prostředí nemocnic, a to i tak nevědomý stav jako je např. spánek. (Ravichandran et al. 2017) Spánek lze monitorovat prostřednictvím aplikací dostupných na platformách chytrých telefonů. Jejich kontinuálním používáním, uživatel získává mnoho dat, která následně mají určitou výpovědní hodnotu o spánku. Tyto informace mohou být laickým spotřebitelům, ale i zdravotníkům v průběhu času užitečné. Ovšem, během testování vybraných aplikací v této práci, bylo zjištěno, že je důležité nejprve nastavení ukládání těchto dat, aby tak docházelo k jejich postupnému efektivnímu shromažďování. Tento fakt mimo jiné potvrzují také Pan, Brulin a Campo (2020). Při špatně nastaveném uchovávání výsledků, může následně docházet ke ztrátě některých dat a tím k nepřesnému vyhodnocování průměrných hodnot. Z toho důvodu by také celkové uživatelské rozhraní aplikací, využívání funkcí i nastavení mělo být snadné pro co nejširší okruh spotřebitelů. (Choi, Demiris, 2018)

Bohužel, některé aplikace jsou dostupné zatím pouze v angličtině nebo jiném jazyce. Konkrétně Sleep Cycle i Sleep time mohly být používány jen v angličtině, přestože Sleep Time měla být původně dostupná v češtině. V tomto případě pak může vznikat jazyková bariéra a narušovat tak interakci mezi uživatelem i aplikací. Spotřebitel následně nemusí porozumět správně vyhodnocovaným datům apod.

Lepší a přesnější vyhodnocování výsledků v aplikacích závisí zejména na tom, jak často a dlouho jsou používány. To znamená, že čím více mají dat k dispozici, tím důkladněji zpracovávají různé průměrné hodnoty o spánku daného jedince. Například zkoumané aplikace v této práci zprvu nedokázaly vyhodnotit všechny výsledky, protože závisely právě na průběžném shromažďování dat. S tím souvisí fakt, že aplikace jsou vytvořené zejména pro dlouhodobé monitorování spánku (Pan et al. 2020). Umožňovaly přesto alespoň zpětné vkládání informací, např. o srdečním tepu.

Samotný průběh sledování a analýzy často probíhá tak, že je snímána frekvence a intenzita pohybů během spánku daného uživatele. Na základě toho jsou zjišťovány jednotlivé fáze spánkového cyklu. Fage-Butler konstatovala, že aplikace dokážou vyhodnocovat nejlehčí průběh spánku uživatele, což se následně potvrdilo funkcí chytrý alarm, kterou poskytovaly Sleep Cycle i Sleep Time. Přesto někteří skeptikové trvají na tom, že nelze úplně přesně určit jednotlivé fáze spánku jen na základě údajů o pohybu, dýchání a srdeční frekvenci, které poskytují aplikace. PSG vyhodnocuje tato data především prostřednictvím zachycování mozkových vln a očních pohybů (Ravichandran et al. 2017). S jakou přesností však aplikace dokážou odhadnout nejlehčí fázi spánku se v tomto výzkumu nemohlo zjistit, protože s lékařskými přístroji nebyly porovnávány. Ze současné literatury však stále vyplývá, že jsou zatím spotřebitelské systémy nesrovnatelné v porovnání s kvalitou pozorování zlatého standardu. (Ravichandran et al. 2017)

Přesto je u aplikací s funkcí monitorování a analýzy spánku zohledňován jejich potenciál, že by mohly být také užitečné ve zdravotnictví. Spousta doktorů však nemá s jejich využitím příliš mnoho zkušeností (Ong, Gillespie 2016). Navíc informace v nich obsažené často nejsou založeny na žádném předešlém empirickém výzkumu. (Lee-Tobin et al. 2017) To potvrzují i aplikace Sleep Cycle a Sleep Time, jejichž doporučení nebo odkazy na různé zdroje nebyly podloženy na základě žádné odborné literatury. Zjevné to může být u zpětné vazby od Sleep Cycle nebo publikovaných článků na webu Sleep Time. Vytvořeny jsou tedy spíše pro komerční využití a laickou veřejnost. Přesto se vývoj těchto aplikací všeobecně stále posouvá a v současnosti jsou přidávány různé pokročilé funkce. Začala se používat digitální

akcelerometrie, detekování na blízkost nebo už i umělá inteligence. (Grandner et al. 2021) Například Sleep Cycle uvádí na svých webových stránkách, že zkouší metodu strojového učení. (Sleep Cycle, 2021) Aplikace se snažila na základě postupně získávaných informací, poskytovat rady přímo vytvořené pro autorku.

Informace poskytované prostřednictvím aplikací však mohou mít také motivační význam. Uživatelé často získávají nejaktuálnější data o svém spánku. Na základě průběžného využívání aplikací mohou změnit dosavadní přístup k chápání svého spánku. Toto mimo jiné ve své práci zmiňují také Lee-Tobin (et al. 2017). Z testování aplikací je tedy zřejmé, že se snaží podněcovat své uživatele ke změně chování a návyků. Sleep Cycle konkrétně poskytovala autorce pravidelně zmíněné rady o možnostech zlepšení své kvality spánku. Sleep Time naopak měla funkci zaznamenávání poznámek, ze které bylo patrné, jak životní styl autorky ovlivňuje její spánek. Aplikace však nejsou vytvořeny za účelem léčení problémů s ním spojených, případně nějakého abnormálního chování, přesto mohou uživatele alespoň navést k vyhledání odborné pomoci. (Lee-Tobin et al. 2017) Jakou konkrétní motivaci však využívání aplikací pro daného uživatele může mít, není zcela jasné, protože autorka prováděla testování pouze na sobě.

Závěr

Tato bakalářská práce se zaměřuje na monitorování spánku prostřednictvím aplikací dostupných na platformách chytrých telefonů s operačním systémem iOS. Zabývá se tématem sebe-měření. Nejprve vysvětluje termín sleep-tracking a popisuje aktuální míru poznání v oblasti zejména nelékařského sledování spánku. Dále zkoumá aplikace jako jeden ze způsobů pro monitorování spánkového cyklu. Zájem je orientován především na jejich vlastnosti, funkce, uživatelské rozhraní nebo nastavení. Cílem je kriticky posoudit vybrané aplikace na základě výsledků zjištěných z jejich průběžného testování. Autorka se v práci zaměřuje také na funkce aplikací, jež poskytují svým spotřebitelům, vyhodnocovaná data a na to, jakou mají výpovědní hodnotu. Na základě zdokumentovaných zjištění jsou následně vzájemně porovnány i vysvětleny v čem mohou být vyhodnocované informace prostřednictvím těchto aplikací užitečné danému uživateli.

V rámci pozorování a testování je zjištěno, že aplikace s funkcí monitorování spánku mohou uživateli poskytovat užitečné informace. Uživatel pravidelně získává nejnovější data o stavu svého spánku. Navíc během nepřetržitého sebe-sledování, objevuje různé vnější faktory případně abnormální jevy spojené s jeho chováním. Uživatelé na základě těchto vyhodnocovaných informací mohou být tak motivováni ke zlepšování svých dosavadních návyků nebo vedeni ke spánkové hygieně. Aplikace tedy mohou být užitečným zdrojem informací, avšak vždy záleží i na tom, jak daný jedinec bude pokládat výpovědní hodnotu těchto dat za významnou a zda bude ochotný dodržovat své nastavené spánkové cíle. Tyto závěry tak potvrzují dosavadní teoretická východiska v této práci.

Výsledky jsou odvozené na základě vlastních zdokumentovaných zjištěních autorky z průběžného testování aplikací. Výzkum je prováděn především na subjektivním hodnocení autorky. Podle stanovených kritérií jsou vybrány nakonec dvě aplikace s funkcí monitorování a analýzy spánku. Konkrétně se jedná o Sleep Cycle a Sleep Time. Z výsledků vyplývá, že aplikace mají velmi podobné vlastnosti a liší se především ve vyhodnocování některých spánkových vzorců. Konkrétně poskytují funkce, jako jsou chytrý alarm, monitorování spánkového cyklu, analýza spánkových vzorců nebo sledování cíle a kvality spánku. Na základě jejich kontinuálního využívání, je zjištěno, že čím více dat shromažďují z průběžného monitorování, tím lépe dokážou vyhodnocovat průměrné výsledky o spánku. Některá data (např. pravidelnost spánku) však zpočátku nedokážou poskytnout, protože souvisí s dlouhodobým sledováním spánkového cyklu. Nesmí ovšem docházet ke ztrátě dat v těchto

aplikacích, jinak jejich průběžné průměrné hodnoty již nemohou vycházet s naprostou správností. Nedostatkem těchto aplikací je zejména jejich nepřesnost ve vyhodnocování dat. Aplikace Sleep Time např. dne 25. 02. 2022 z nedostatku potřebných dat nedokázala vyhodnotit výsledky z monitorované noci. Z toho důvodu je nutné pečlivé nastavení ukládání a zpracovávání dat, aby tak docházelo k efektivnímu shromažďování i následnému vyhodnocování údajů. Nastavení aplikací ovšem musí být jednoduché či intuitivní, aby uživatel snadno všemu porozuměl. U obou aplikací např. bylo navíc zjištěno, že jsou dostupné pouze v anglickém jazyce. To v některých případech může způsobovat jazykovou bariéru a narušovat interakci mezi aplikací a uživatelem.

Tyto závěry však nijak nezpochybňují význam aplikací s funkcí monitorování a analýzy spánku. Jejich potencionální využití pro výzkumné účely, ale i v oblasti lékařství neustále narůstá. S vývojem nových technologií a vylepšováním softwaru se mohou později stát užitečným odborným nástrojem, sloužícím ke zlepšování kvality spánku, případně i řešením pro některé abnormální jevy či problémy spojené se spánkem. Výhoda těchto aplikací zejména spočívá v dlouhodobém monitorování spánkového cyklu uživatele a jejich snadného využívání v prostředí domova. V současnosti však stále slouží spíše pro komerční využití a laickou veřejnost. Nesmí být však také opomenuta jejich možná rizika, která se týkají především shromažďování osobních a citlivých údajů. Na základě průběžného testování je také zjištěno, že ne vždy má uživatel přístup k veškerým shromažďovaným datům. Otázkou tedy zůstává, zda mohou být tyto data nějak zneužita a jak se případně může uživatel proti tomuto bránit.

Seznam použité literatury

Brain Basics: Understanding Sleep. *National Institute of Neurological Disorders and Stroke* [online]. Bethesda: NINDS, 2019 [cit. 2021-11-28]. Dostupné z:

<https://www.ninds.nih.gov/Disorders/Patient-Caregiver-Education/Understanding-Sleep>

Do Sleep Trackers Really Work? *Johns Hopkins Medicine* [online]. Baltimore: The Johns Hopkins University, The Johns Hopkins Hospital, and Johns Hopkins Health System, 2021 [cit. 2021-11-27]. Dostupné z:

<https://www.hopkinsmedicine.org/health/wellness-and-prevention/do-sleep-trackers-really-work>

FAGE-BUTLER, Antoinette. Sleep App Discourses: A Cultural Perspective. *Metric Culture*. Bingley: Emerald Publishing Limited, 2018, s. 157-176. ISBN 9781787432901. Dostupné z: doi:10.1108/978-1-78743-289-520181009

FINO, Edita a Michela MAZZETTI. Monitoring healthy and disturbed sleep through smartphone applications: a review of experimental evidence. *Sleep Breath* [online]. 2019, **23**, 13–24 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: doi:10.1007/s11325-018-1661-3

GRANDNER, Michael A, Matthew R LUJAN a Sadia B GHANI. Sleep-tracking technology in scientific research: looking to the future. *Sleep* [online]. 2021, **44**(5), 3 strany [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: doi:10.1093/sleep/zsab071

GRIFANTINIOVÁ, Kristina. How's My Sleep?: Personal sleep trackers are gaining in popularity, but their accuracy is still open to debate. *IEEE* [online]. 2014, **5**(5), 14-18 [cit. 2022-05-12]. ISSN 2154-2317. Dostupné z: doi:10.1109/MPUL.2014.2339252

HOSSZU, Alexandra, Daniel ROSNER a Michael FLAHERTY. Sleep Tracking Apps' Design Choices: A Review. *2019 22nd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)* [online]. 2019, 426 - 431 stran [cit. 2021-11-15]. Dostupné z: doi:10.1109/CSCS.2019.00078

CHOI, Yong K., George DEMIRIS, Shih-Yin LIN, et al. Smartphone Applications to Support Sleep Self-Management: Review and Evaluation. *Journal of Clinical Sleep Medicine* [online].

2018, **14**(10), 1783-1790 [cit. 2021-12-21]. ISSN 1550-9389. Dostupné z: doi:10.5664/jcsm.7396

LIANG, Zilu, Wanyu LIU, Bernd PLODERER, James BAILEY, Lars KULIK a Yuxuan LI. Designing Intelligent Sleep Analysis Systems for Automated Contextual Exploration on Personal Sleep-Tracking Data. *New Frontiers in Artificial Intelligence* [online]. 2017, **10091**, 367-379 [cit. 2021-12-21]. ISSN 0302-9743. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-50953-2_25

LIANG, Zilu, Bernd PLODERER, Mario Alberto Chapa MARTELL a Takuichi NISHIMURA. A Cloud-Based Intelligent Computing System for Contextual Exploration on Personal Sleep-Tracking Data Using Association Rule Mining. *Intelligent Computing Systems* [online]. 2016, **597**, 83-96 [cit. 2022-05-07]. ISSN 1865-0929. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-30447-2_7

LITTLEHALES, Nick. *Spánek: Mýtus osmi hodin, síla šlofiků a nový program pro dobití baterií vašeho těla i mysli*. Praha: XYZ, 2019. ISBN 978-80-7597-545-4.

LUPTON, Deborah. Self-Tracking Modes: Reflexive Self-Monitoring and Data Practices. *SSRN* [online]. 2014, 19 stran [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: doi:10.2139/ssrn.2483549

LUPTON, Deborah. *The quantified self: A sociology of Self-Tracking*. Cambridge: Polity, 2016a. ISBN 978-1-5095-0059-8.

LUPTON, Deborah. You are Your Data: Self-Tracking Practices and Concepts of Data. *Lifelogging* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016b, 61-79 [cit. 2022-05-08]. ISBN 3658131365. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-658-13137-1_4

MANSUKHANI, Meghna P. a Bhanu Prakash KOLLA. Apps and fitness trackers that measure sleep: Are they useful?. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* [online]. 2017, **84**(6), 451-456 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: doi:10.3949/ccjm.84a.15173

MARKWALD, Rachel R., Sara C. BESSMAN, Seth A. REINI a Sean P. A. DRUMMOND. Performance of a Portable Sleep Monitoring Device in Individuals with High Versus Low Sleep

Efficiency. *Journal of Clinical Sleep Medicine* [online]. 2016, **12**(1), 95-103 [cit. 2021-12-21]. ISSN 1550-9389. Dostupné z: doi:10.5664/jcsm.5404

MENGHINI, Luca, Nicola CELLINI, Aimee GOLDSTONE, Fiona C. BAKER a Massimiliano DE ZAMBOTTI. A standardized framework for testing the performance of sleep-tracking technology: step-by-step guidelines and open-source code. *Sleep* [online]. 2021, **44**(2) [cit. 2022-05-08]. ISSN 0161-8105. Dostupné z: doi:10.1093/sleep/zsaa170

PACHLOPNÍKOVÁ, Jana. Srovnání HSAT (limitovaná polygrafie) a PSG (polysomnografie). *DormiMed: Vaše cesta ke zdravému spánku* [online]. DormiMed, © 2022, 15. 10. 2018 [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://www.dormimed.cz/srovnani-hsat-limitovana-polygrafie-a-psg-polysomnografie/>

PAN, Qiang, Damien BRULIN a Eric CAMPO. Current Status and Future Challenges of Sleep Monitoring Systems: Systematic Review. *JMIR Biomedical Engineering* [online]. 2020, **5**(1), 28 stran [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: doi:10.2196/20921

Polysomnography. *Medline Plus: Trusted health information for you* [online]. Bethesda: National Library of Medicine, 2020 [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: <https://medlineplus.gov/ency/article/003932.htm>

POWERS, Linda S, Janet M ROVEDA a Kemeng CHEN. Sweet Dreams: review of a sleep tracking framework. *International Journal of Biosensors & Bioelectronics* [online]. 2017, **2**(2), 55-57 [cit. 2022-05-11]. ISSN 2573-2838. Dostupné z: doi:10.15406/ijbsbe.2017.02.00016

RAVICHANDRAN, Ruth, Sang-Wha SIEN, Shwetak N. PATEL, Julie A. KIENZT a Laura R. PINA. Making Sense of Sleep Sensors: How Sleep Sensing. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* [online]. 2017, 6864 6875 [cit. 2021 11 15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1145/3025453.302557>

SHIN, Jong Cheol, Julia KIM a Diana GRIGSBY-TOUSSAINT. Mobile Phone Interventions for Sleep Disorders and Sleep Quality: Systematic Review. *JMIR mHealth and uHealth* [online]. Canada: JMIR Publications, 2017, **5**(9), e131-e131 [cit. 2021-11-15]. ISSN 2291-5222. Dostupné z: doi:10.2196/mhealth.7244

Sleep Cycle [online]. Göteborg: Sleep Cycle AB, 2021 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.sleepcycle.com/>

Sleep Studies. *National Heart, Lung, and Blood Home* [online]. Maryland [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/sleep-studies>

Sleep Time. *Azumio* [online]. Redwood City: Azumio, 2021 [cit. 2021-12-21]. Dostupné z: <https://www.azumio.com/apps/sleep-time/overview>

Spánek. *Velký lékařský slovník* [online]. Praha: Maxdorf, 2021 [cit. 2021-10-1]. Dostupné z: <http://lekarske.slovniky.cz/pojem/spanek>

SWAN, Melanie. The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery. *Big Data* [online]. 2013, **1**(2), 1 strana [cit. 2021-9-10]. Dostupné z: doi:10.1089/big.2012.0002

TUOMINEN, Jarno, Karoliina PELTOLA, Tarja SAARES RANTA a Katja VALLI. Sleep Parameter Assessment Accuracy of a Consumer Home Sleep Monitoring Ballistocardiograph Beddit Sleep Tracker: A Validation Study. *Journal of Clinical Sleep Medicine* [online]. 2019, **15**(3), 483–487 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: doi:10.5664/jcsm.7682

VAN DER PLAS, Dries, Johan VERBRAECKEN, Marc WILLEMEN, Wannes MEERT a Jesse DAVIS. Evaluation of Automated Hypnogram Analysis on Multi-Scored Polysomnographies. *Frontiers in Digital Health* [online]. 2021, **3** [cit. 2022-05-03]. ISSN 2673-253X. Dostupné z: doi:10.3389/fgth.2021.707589

VANDENBERGHE, Bert a David GEERTS. Sleep Monitoring Tools at Home and in the Hospital: Bridging Quantified Self and Clinical Sleep Research. *Proceedings of the 2015 9th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (Pervasivehealth)* [online]. 2015, , 153-160 [cit. 2021-12-21]. ISSN 2153-1633. Dostupné z: doi:10.4108/icst.pervasivehealth.2015.259267

WALKER, Matthew. *Proč spíme*. Brno: Jan Melvil Publishing, 2018. ISBN 978-80-7555-050-7.

What is sleep tracking, how does it work and what devices offer it? *Pocket-lint* [online]. Ascot: Pocket-lint Limited, 2003-2021 © [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.pocket-lint.com/fitness-trackers/news/153363-what-is-sleep-tracking-how-does-it-work-and-what-devices-offer-it>

YANG, Fan, Qilu WU, Xiping HU, Jiancong YE, Yuting YANG, Haocong RAO, Rong MA a Bin HU. Internet-of-Things-Enabled Data Fusion Method for Sleep Healthcare Applications. *IEEE Internet of Things Journal* [online]. 2021, **8**(21), 15892-15905 [cit. 2021-12-21]. ISSN 2327-4662. Dostupné z: doi:10.1109/JIOT.2021.3067905

Seznam obrázků

Obrázek 1: Hypnogram.....	11
Obrázek 2: Cíl spánku a statistika Sleepic.....	27
Obrázek 3: Chytrý alarm vlevo Sleep Cycle a vpravo Sleep Time	29
Obrázek 4: Analýza dat vlevo Sleep Time a vpravo Sleep Cycle	32
Obrázek 5: Negativní faktory - Sleep Time.....	34
Obrázek 6: Tydenní statistika ve Sleep Cycle a nevyhodnocená data Sleep Time	36

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vybrané aplikace	23
Tabulka 2: Funkce aplikací.....	28
Tabulka 3: Vyhodnocovaná data o spánku	31