



**Elektronik og IT**  
Aalborg Universitet  
<http://www.aau.dk>

**AALBORG UNIVERSITET**  
STUDENTERRAPPORT

**Titel:**

Rapportens titel

**Abstract:**



**Tema:**

Semestertema

**Projektperiode:**

Forårssemestret 2015

**Projektgruppe:**

SW807 og SW808

**Deltager(e):**

**SW807:**

Bruno Thalmann

Mikael Elkiær Christensen

Mikkel Larsen

Stefan Marstrand Getreuer Micheelsen

**SW808:**

Lars Andersen

Lasse Vang Gravesen

Mathias Winde Pedersen

Søren Skibsted Als

**Vejleder(e):**

Ivan Aaen skip

**Oplagstal: 1**

**Sidetal: 13**

**Afleveringsdato:**

20. april 2015

*Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.*



# Indhold

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Analyse</b>	<b>3</b>
2.1	Søvn . . . . .	3
2.2	Søvn Estimerings Metoder . . . . .	4
2.3	Søvn . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Work</b>	<b>11</b>
3.1	Statistisk Metode-baseret . . . . .	11
	<b>Litteratur</b>	<b>13</b>

## List of Todos



# Kapitel 1

## Introduktion

Ved affektive lidelser er nogen af de vigtigste indikatorer for en forværring søvn og fysisk aktivitet, KILDE HER. På baggrund af dette ville det være idéelt at udvikle moduler som kan hjælpe personer med affektive lidelser idet at hvis de kan se hvor meget de sover eller hvor meget de bevæger sig kan de få et overblik over hvor de bevæger sig hen med deres opførsel og tage beslutninger om hvad de skal gøre, se patient empowerment.

Dette inkluderer udvikling af moduler som enten gemmer ny data fra en sensor eller analyserer eksisterende data.

Denne del af rapporten vil dokumentere overvejelser, beslutninger og implementeringen af dette.



## Kapitel 2

# Analyse

### 2.1 Søvn

Forskning viser at søvn har en væsentlig indflydelse på ens tilstand, dette gælder i høj grad bipolare patienter [1].

Det viser sig at en regelmæssig søvn-vågen cykel er særdeles vigtig for bipolare patienter. Eksempelvis kan mangel på søvn medføre større risiko for at gå ind i en mani- eller depressions-periode [1].

Derudover er ændring i søvnmængde et tydeligt tegn på en mani- eller depressions-periode, jævnfør tidligere sektion REFERER TIL DEN. Hvis man er i en maniperiode sover man væsentligt mindre end for den habituelle periode [1]. Modsat for depression vil man typisk sove væsentligt længere end for den habituelle periode.

Grundet dette anses søvn for en vigtig indikator på om man begynder at befinde sig i en mani- eller depressions-periode og bør derfor undersøges nærmere til at determinere sådanne perioder.

#### 2.1.1 Søvnanalyse i PsyLog

Da søvnmønstre er en god indikator på en persons helbred, og i mange tilfælde også på den psykiske tilstand, er det meget relevant for det hjælpeværktøj der er under udvikling til personer med uni- og bipolar lidelse. I det projekt er der et ønske om at selve dataindsamlingen kræver så lidt som muligt af brugeren, hvor det foretrukne er at brugeren bruger sin telefon og agerer i sin hverdag som de plejer.

Netop fordi vi gerne vil have så lidt krav til brugeropførsel som muligt vil vi kraftigt foretrække en metode som ikke kræver noget af brugeren, hvilket kan være Best Effort Sleep (BES) Model eller noget lignende. Dog har vi det problem at det ikke har været muligt for os at finde en præcis beskrivelse af hvordan BES fortolker de forskellige datakilder så det vil være noget vi selv skal forsøge at

genskabe. Dog ved vi ud fra denne artikel at det er muligt at gøre, hvilket betyder at det er en reel mulighed. Der er også det problem, at denne fremgangsmåde kun kan beregne søvnlængden og ikke søvn kvalitet, som mange også mener er ganske relevant da et af de beskrivende kriterier for et depressions stadie er at ens søvn er ustabil eller af dårlig kvalitet. Manglen på denne egenskab gør at BES alene ikke er beskrivende nok til at dække alle kriterier, hvilket vil sige at vi burde udforske andre mulighed for søvnestimering, dog kunne BES godt beholdes som en måde at validere dataen fra de andre dele, da deres data ikke er brugbar hvis brugeren ikke laver det nødvendige forberedelsesarbejde.

Dermed skal vi over i en lidt mere brugerkrævende fremgangsmåde. Her er der nogle hvor brugeren skal ligge sin telefon i sengen eller under hovedpuden, hvilket menes at kræve ganske lidt af brugeren og kan igen bare udføres gennem telefonen. I disse fremgangsmåder analyseres de bevægelser telefonen registrerer i sengen til at bestemme hvornår personen sover og kan også bruges til at bestemme de forskellige stadier af søvn ud fra viden om hvordan man bevæger sig i de forskellige faser. Denne fremgangsmåde har vi formået at finde en offentligt tilgængelig algoritme til, så det at implementere en udgave af det der kan lave nogenlunde præcise analyser er en mulighed. Det at telefonen nu ligger i sengen og dermed bevæger sig, gør at den tidligere nævnte BES fremgangsmåde ikke giver særligt gode resultater, da den er kraftigt baseret på analyse af bevægelses data.

Et alternativ til at ligge sin telefon i sengen er tilføjelse af wearables, måleenheder som brugeren skal have på mens de sover der så måler noget data. En del wearables behandler også deres data selv, så det eneste der kræves for at få dem som en del af vores system er en integration af dem som datakilde. Disse kræver at brugeren anskaffer sig ekstra udstyr for få den optimale behandling, så hvis det er noget der står for egen regning kunne det give problemer. Dette er dog et mindre problem da et sådan device sandsynligvis vil blive givet til brugeren som en del af deres behandling, da prisen på det nok er væsentligt lavere end den hospital-sindlæggelse som det forhåbentlig kan bruges til at undgå. En anden fordel ved wearables er, at det vil tillade at bruge BES som validering da telefonen nu sandsynligvis ligger stille ved siden af sengen. Wearables giver selvfølgelig også adgang til andre former for målings data der kunne være brugbart for andre former for analyse, men der er en risiko for at det vil resultere i irritation for brugeren, da det at fx. gå med et armbånd hele tiden godt kunne gå hen at blive irriterende.

## 2.2 Søvn Estimerings Metoder

### KILDER TIL DETTE SENERE

Da søvn er en meget vigtig faktor til estimering af sygdomme og livskvalitet er der lagt en stor mængde forskning i dette område. Dette giver udsalg i en lang række af søvnestimeringsmetoder, hvor nogle af de fremtrædende muligheder nævnes



og vurderes i forhold til fokus for projektet her.

### 2.2.1 Polysomnografi

#### KILDE TIL DETTE PLOX

Den måske mest akkurate søvnestimeringsprocedure er polysomnografi, der er en procedure der kombinere et elektroencefalogram med målinger af muskel spænding og øjenbevægelse. Dog kræver denne teknik en større mængde af special udstyr og erfarne teknikere til at montere udstyret på en patient, hvilket gør denne metode upraktisk i en almen patients soveværelse. '

### 2.2.2 AktiGraf

Imidlertid findes der andre metoder der er nemmere at benytte. Eksempler på sådanne søvnestimeringsmetoder er aktigrafi, der er akkurat selvom det kun benytter sig af accelerometre påmonteret ens arm. En sådan teknik kan estimere metrikker såsom timer sovet, søvn virkningsgrad, og antal af søvnafbrydelser. Kendte eksempler på sådanne apparater findes ved eksempelvis FitBit og JawBone. KILDER Disse koster omkring 100\$ (regn om til dkk), men kræver at armbåndet er påmonteret når man sover.

Kravet om at udstyr som FitBit og JawBone skal være monteret på ens arm finder vi ikke som en tilstrækkelig hæmning for at afvise brugen af sådanne teknikker. Af samme grund står muligheden åben for at bruge sådant udstyr i fremtiden, hvis man er interesseret i mere akkurat søvnestimering end efterfølgende nævnte estimerings metoder. Derudover er platformen opbygget til at være yderst fleksibelt angående hvilke moduler kan benyttes, så skulle man i fremtiden ønske at udvikle et modul der virker med FitBit/JawBone er dette muligt, men udskydes på pågældende tidspunkt grundet ressourcemangel i form af arbejdstid og det fornødne udstyr tilrådigt. Der findes lignende løsninger der kun benytter sig af ens smartphone, men hvor man pålægger patienten at placere sin smartphone under hovedpuden. Men ligesom FitBit/JawBone løsningen kræver det at man stiller ansvaret til patienten om at placere smartphonen i sengen, ligesom med armbåndene er det på ens arm.

### 2.2.3 Søvn Dagbog

Der findes en lang række spørgeskemaer, hvor patienten får ansvaret for at udfylde sådanne skemaer, hvor man på den måde kan følge en patients søvnrytme. Sådanne metoder er ikke vores fokusemne, men er en mulighed med den fleksible platform der er udviklet, hvor en sådan dagbog er et modul. Dog er det værd at tage med i betragtning, når man skal lære en ny model, hvilket [2] angiver, hvor man bruger dagbogen som "ground truth" til at træne ens model.

Med ressourcerne for dette projekt er dette dog ikke valgt som primær fokus, da vi ønsker en metode der kan estimere søvn med mindst mulig bruger intervention, og hvor vi søger grundlaget for vurderingen som værende v.h.a. sensorer fremfor en subjektiv vurdering man alligevel har mulighed for i forvejen. Idéen om en "objektiv dagbog" er dermed i tanken her også, og er hvorfor denne løsning ikke undersøges nærmere end at det kan bruges for læringsperioder for vores modeller.

#### 2.2.4 Toss 'N' Turn

Følgende fremgangsmåde er præsenteret i [2], og beskrivelsen bygger på forskningsresultaterne præsenteret deri.

For Toss 'N' Turn fremgangsmåden er tanken at man blot skal have sin smartphone lokaliseret i sit soveværelse for at den kan estimere ens søvnstarttidspunkt, vækketidspunkt og sovelængde. Teknikken tager udgangspunkt i en række sensor-kilder der er tilgængelig på smartphonen i forvejen. Disse værende accelerometer, mikrofon(max amplitude), lys sensor, proximity sensor, kørende processer, batteri stadie, og skærmvisningstilstand. Ud fra disse sensor kilder og en søvndagbog der foretages i minimum tre dage, til at lære en søvnestimeringsmodel, kan de opnå en præcision med søvnlængde ME på under 1 time. Derudover har deres forskning vist at den gennemsnitlige præcision for daglig søvnkvalitet estimering er på 83.97 %. Hvilket gør det til en oplagt mulighed at arbejde med. Deres algoritme fungerer så ved at foretage en række feature extractions, og så bruge teknikker såsom low-pass filter, naive bayes classifier og decision trees til at opnå den fornødne nøjagtighed.

En ulempe ved denne teknik er at den kræver en oplæringsperiode på minimum 3 dage for at få en lovende præcision, men er antaget at være et acceptabelt kompromis, da estimeringen så ville kunne fungere relativt præcist efterfølgende.

Derudover er det en klar fordel ved denne teknik at man ikke behøver at placere smartphonen i sengen, og kræver derfor minimal bruger intervention, da mange folk alligevel bruger deres smartphone som vækkeur.

Det kunne dog være rart med en søvnestimeringsteknik der ikke nødvendigvis kræver en træningsperiode og beskrives herefter.

#### 2.2.5 Best Effort Sleep Model

Best Effort Sleep (BES) Model bruger en fremgangsmåde der udelukkende baseres på målbare data fra en smartphone til at estimere en brugers søvnlængde. Disse målbare datakilder anskaffes på uden at brugeren behøver ændre sin søvn adfærd, som det fx er tilfældet på mange andre tilsvarende løsninger som fx Jawbone eller FitBit der kræver at et ekstern device benyttes mens man sover. Det at ingen af datakilderne er i direkte kontakt med brugeren går dog ud over præcisionen, der er op mod 40 minutters unøjagtighed i estimeringen af søvnlængde. Om denne

unøjagtighed er acceptabel skal vurderes ud fra hvad informationen skal bruges til og hvilke kriterier der er til dataen. Ud over dette kan BES ikke bruges til at estimere kvaliteten af ens søvn. Med kvaliteten menes hvor mange gange man har været vågen i løbet af natten, til dette kræves involvering af brugeren, enten af de bruger en wearable eller at de interagerer med systemet i en form.

I vores tilfælde vil denne fremgangsmåde fungere godt som en backup solution til en af de brugerinvolverende fremgangsmåder, da det største problem ved disse er at de bliver ubrugelige hvis brugeren ikke bruger dem rigtigt. I de tilfælde hvor BES og en bruger involverende løsning begge er tilstede, kan BES bruges til at validere dataen fra den brugerinvolverende løsning.

Der bruges i total seks forskellige målinger. Grunden til det store antal målinger er, at det er nødvendigt med flere forskellige input kilder, da ingen af dem er i direkte kontakt med brugeren.

**Lys** I de fleste tilfælde vurderes det at der er mørkt i det rum hvor man sover. Dog kan der her være visse uregelmæssigheder fx. kan folk der lider af en depression godt leve i mørke hele dagen, og nogle folk kan også godt finde på at sove med lyset tændt. Det er lyset er tændt er dog kun et mindre irritationsmoment.

**Lås** Mens en person sover vil han ikke låse sin telefon op, og den vil normalt låse selv efter en lille periode, dermed ved man også at hvis en telefon bliver låst op, så er personen vågen.

### **Opladning**

Mange folk sætter deres telefon til opladning mens de sover, derfor kan opladnings perioder give en indikation af søvn, det er dog ikke garanteret at dette er tilfældet.

### **Slukket**

Nogle folk slukker deres telefon mens de sover for ikke at blive forstyrret, derfor kan man se på længde af disse perioder for at vurdere søvn. Det viste sig dog ud fra test at ingen af testpersoner gjorde dette, hvilket måske kunne grundenes i baggrunden for testpersonerne.

### **Bevægelse**

Når man sover ligger ens telefon sandsynligvis stille, hvorimod bevægelse indikerer man er vågen.

**Lyd** I de fleste tilfælde er det stille når folk sover, bortset fra diverse former for baggrundsstøj, fx snorken, hosten eller lyden af et bilhorn udenfor. Selvom disse er forstyrrende kan de filtreres fra.

Grunden til der er så mange forskellige datakilder er at de hver for sig ikke siger ret meget, men kombineret giver de et ganske udmærket billede af om folk sover.

Fordelen ved denne tilgang til problemet er at den ikke kræver nogen form for interaktion med brugeren og at den er klar til at bliver taget i brug med det samme.

BES har dog det problem i forhold til fx wearable solutions, at den har en relativt høj unøjagtighed på +- 40 minutter. Dette er en del i forhold til andre fremgangsmåder, men der bliver man så nød til at vurdere om det er acceptabelt når man tager i betragtning at brugeren ikke skal ændre sin adfærd for at bruge det og at der, i modsætning til de fleste andre fremgangsmåder, ikke kommer til at være aftener hvor målingerne ikke kan bruges fordi brugeren fx glemte at fortælle systemet at han gik i seng.

Ud fra de eksperimenter der blev udført af (SOURCE), nåede de frem til en relevans af de forskellige datakilder.

Datakilde	Koefficient
Lys	0.0415
Lås	0.0512
Slukket	0.0000
Opladning	0.0469
Bevægelse	0.5445
Lyd	0.3484

Disse koefficienter kan bruges af os til at springe en eventuel lærings periode over, dog kan dette gå ud over præcisionen. Hvis præcisionen var meget vigtig ville man have en lille lærings periode, hvor man får den objektive sandhed om søvnlængden ind, så man kan blive i stand til at finde de optimale koefficient værdier for hver kilde. Hvis man vælger at tage lærings perioden, vil det give en analyse der er bedre tilpasset individet, frem for den generelle løsning det vil være at bruge de koefficienter fundet af (SOURCE).

## 2.2.6 Opsummerings Tabel

	Polysomnography	ActiGraphy	Søvn
Quality	State of the art	Surprisingly accurate	Su
Needs experts	yes	no	
udstyr	specialiseret udstyr	JawBone/FitBit	
bruger intervention	i laboratire	monter udstyr / læg under hovedpude	indtas
metrikker	rem søvn, meget præcist	let/dyb søvn	su

## 2.3 Søvn

Søvn er en vigtig del af alle personers hverdag, men både for meget og for lidt kan være skadeligt og kan medføre mange problemer.

### 2.3.1 Søvn Mangel

Følgende afsnit er baseret på information fra [3] [4]

Det at sove tillader visse dele af vores hjerne at hvile sig og lade op til næste dag, mangel på søvn forkorter disse hvileperioder, hvilket nedsætter funktionaliteten af visse dele af kroppen. Den konsekvens de fleste er klar over er at man føler sig træt hvis man mangler søvn, mange vælger dog at dulle dette ved indtagelse af koffein i en eller anden form. Indtagelsen af koffein løser dog ikke de problemer der er forbundet med søvnmangel.

De konsekvenser søvnmangel kan have er bl.a.

- Dårligere dømmekraft
- Glemsom
- Forværret indlæringsproces
- Dårligere reaktionstid
- Overvægt
- Hjertekar sygdomme
- Diabetes
- Nedsat Immunforsvar

Alle disse problemer opstår, da kroppen og mere bestemt hjernen ikke når at genoplade nok hvis man ikke får nok søvn. Mens man sover slapper de dele af hjernen der påvirker de nævnte områder af og kroppen bruger også denne tid til at reparere beskadigede celler og lade dem op igen så de er klar til den nye dag. Hvis der ikke er nok tid til denne proces vil det resultere i nedsat funktionalitet i de områder der er påvirket. I tilfælde af immunforsvaret, bliver meget af kroppens energi omdirigeret hertil når man sover og bruges til at genopbygge de celler det måske har mistet i løbet af dagen. Her vil søvnmangel så betyde at immunforsvaret har færre ressourcer til rådighed, hvilket kan ses i at folk med søvnmangel generelt set er længere om at komme sig efter sygdom end folk med normalt søvnmønster.

Ud fra dette kan det ses at søvnproblemer har en række alvorlige konsekvenser, dog er de fleste af dem først noget der fremkommer efter længerevarende søvnmangel. Dette gør, at monitorering af eget søvnmønster er relevant, også for

folk der ikke har depression, da en lang række af disse konsekvenser er farlige for individet. Der er endda også fare for andre involveret i form af den dårligere reaktionstid, da dette kombineret med kørsel af bil eller lignende, er særdeles farligt for andre. Det er ikke kun i trafikken søvnmangel giver problemer, der er også eksempler på folk med søvnmangel der forårsager væsentligt værre ulykker end et trafikuheld, som eksempel på dette nævner Peri [3] bl.a. den radioaktive nedsmeltning af Chernobyl i 1986.

### 2.3.2 For Meget Søvn

Dette afsnit er baseret på information fra [5] [6]

Det at sove for meget kan have lignende helbreds-mæssige problemer som mangel på søvn, beskrevet ovenover. De risikoer der nævnes er Diabetes, overvægt, hovedpine, ryg smerter, hjerteproblemer. WebMD [5] siger også der er forskere der har fundet en forbindelse mellem at sove for meget og dødsfald. Der er også en forbindelse mellem det at sove for meget og depression, dette er dog som oftest at det er sove mere er et symptom på depression.

Udover de ovennævnte risici ved for meget søvn, nævner Mercola [7] at der er fundet en forbindelse mellem for meget søvn og øget fald i kognitive funktioner hos folk i 60'erne eller 70'erne.

## Kapitel 3

# Work

### 3.1 Statistisk Metode-baseret

Den første metode vi forsøger at implementere er en statistisk baseret tilgang, som står forklaret i (ref til <https://repository.iiitd.edu.in/jspui/handle/123456789/197>). I artiklen forsøger man at estimere søvn ud fra tre forskellige metoder. Vi bruger den anden af disse metoder, der er en statistisk baseret tilgang til databehandlingen. Denne fremgangsmåde ser på dataen i vinduer af fire minutter. For hver periode ses på hvor mange målinger der overskrider en beregnet grænse, denne grænse beregnes som gennemsnit plus standard deviation (forskellen på største og mindste måling) delt med to. For hver måling ses der på om den overskrider denne grænse. Hvis der er nok målinger der overskrider en selvdefineret grænse, vurderes personen til at være vågen i det fire minutters vindue, ellers vurderes personen til at sove. Den selvdefinerede grænse er i artiklen sat til 40 %, hvilket vil sige at for perioder hvor brugeren vurderes til at sove, er der under 40 % af målinger der overskrider grænsen.

Selvom artiklen har pseudo-kode til deres algoritme, er der stadig mange detaljer der mangler, blandt disse er hvordan man går fra accelerometer data til data der beskriver graden af bevægelse. Til at finde graden af bevægelse vælger vi at se på forskellen i acceleration på den nuværende måling og den forrige. Dette kunne dog give nogle problemer med spikes i målingerne, så deres effekt forsøges begrænset ved brug af et moving average. Hvad angår grænsen for hvornår en person er vågen vælger vi at holde os til den 40 % grænse som de brugte i artiklen, da det virker som et fornuftigt punkt. Dog har vi ikke noget egentligt argument for hvorfor lige 40 % er et godt tal, men vi kan gå ud fra at forfatterne af artiklen har en grund til det, som de ikke valgte at tage med i artiklen.

Vi har dog lavet et par ændringer i algoritmen forhold til artiklen. I artiklen er deres data en-dimensionelt mens vi har valgt at holde vores data i de tre dimensioner accelerometeret lagre i. Dette valgte vi da sammenligningen gav problemer

hvis dataen var en-dimensionelt, fordi kombinationen af data gav alt for små forskelle imellem hver måling. Da vores data er i tre dimensioner, vælger vi at sige at vi kun skal have udslag på en af dimensionerne før vi siger der er bevægelse nok til at denne måling kunne indikere at man er vågen.

Efter testing kan vi dog konkludere at denne tilgangsmåde har det problem, at den, eftersom den kun bruger accelerometer data, kommer med falske positive i løbet af dagen, hvis telefonen i en periode har ligget stille, enten fordi brugeren har siddet stille, eller fordi brugeren ikke har haft sin telefon på sig. Dette problem kunne dog nok løses ved at involvere data fra andre sensorer, som også kunne bruges til at indikere om en person sover eller ej.

Under udviklingen af platformen Psylog (ref til psylog rapport), nåede vi frem til den konklusion at datamængder ville være et problem, derfor blev data komprimeret på en sådan at der kun bliver gemt ændringer. Denne komprimering gør det vanskeligt at nå frem til en god statistisk metode, da denne har brug for at alle de ens målinger også er tilstede for at kunne lave statistiske beregninger på dem. For at håndtere den manglende data blev det forsøgt at genskabe den manglende data, men dette gav ikke noget fornuftigt resultat.

Grundet den manglende præcision i denne tilgang og problemet med den komprimerede data, vælges det ikke at fortsætte udviklingen på den statistiske tilgang, da denne ikke er på samme niveau som den anden mulighed (ref her til Als Unobtrusive metode).



# Litteratur

- [1] Allison G. Harvey, Lisa S. Talbot, and Anda Gershon. Sleep disturbance in bipolar disorder across the lifespan. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 16 (2):256–277, 2009. ISSN 1468-2850. doi: 10.1111/j.1468-2850.2009.01164.x. URL <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2850.2009.01164.x>.
- [2] Jun-Ki Min, Afsaneh Doryab, Jason Wiese, Shahriyar Amini, John Zimmerman, and Jason I. Hong. Toss ‘n’ turn: Smartphone as sleep and sleep quality detector. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI ’14, pages 477–486, New York, NY, USA, 2014. ACM. ISBN 978-1-4503-2473-1. doi: 10.1145/2556288.2557220. URL <http://doi.acm.org/10.1145/2556288.2557220>.
- [3] Camille Peri. 10 things to hate about sleep loss. WebMD. URL <http://www.webmd.com/sleep-disorders/excessive-sleepiness-10/10-results-sleep-loss>.
- [4] GetSleep. Sleep and health. web. URL <http://healthysleep.med.harvard.edu/need-sleep/whats-in-it-for-you/health>.
- [5] WebMD. Physical side effects of oversleeping. URL <http://www.webmd.com/sleep-disorders/guide/physical-side-effects-oversleeping>.
- [6] MS; Anne G. Wheaton PhD; Daniel P. Chapman PhD MSc; Janet B. Croft PhD Yong Liu, MD. Sleep duration and chronic diseases among us adults age 45 years and older, March 2013. URL <http://dx.doi.org/10.5665/sleep.3028>.
- [7] Mercola. Slesleep longer linked to faster decline in brain function, October 2013. URL <http://articles.mercola.com/sites/articles/archive/2013/10/24/sleep-brain-function.aspx>.