

**Maria Alexandra Kohtala**

**Yleinen malli kehonkäyttöä ohjeistavasta tietojärjestelmästä  
päättelyssä**

Tietotekniikan  
pro gradu -tutkielma  
23 Tammikuuta 2019

**Jyväskylän Yliopisto**

**Tietotekniikan laitos**

**Jyväskylä**

**Tekijä:** Maria Alexandra Kohtala

**Yhteystiedot:** MariaAlexandraKohtala@gmail.com

**Työn nimi:** Yleinen malli kehonkäyttöä ohjeistavasta tietojärjestelmästä päätetyössä

**Title in English:** A general model for guiding ergonomics, work efficiency and well-being at work

**Työ:** Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

**Sivumäärä:** 50

**Tiivistelmä:** Tutkielmassa esitetään malli tietokoneavusteisesta järjestelmästä, joka ohjeistaa tietokoneen käyttäjiä huolehtimaan ergonomiasta ja tauoista työssään. Tarkastellaan miten vähentää staattista lihasjännitystä ja kuormitusta sekä yksipuolisia ja paljon toistuvia liikkeitä ja millaista tehokas tauottaminen on. Tavoitteena on huolehtia keskittymiskyvystä, jaksamisesta ja sitä kautta työtehosta. Tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena aiempiin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen perustuen. Johtopäätöksenä esitetään että staattinen rasitus on haitallista jatkuessaan pitkään. Tavoitteena on, että hahmoteltu järjestelmä ohjeistaisi tietokoneen käyttäjää pitämään tauot ajoissa, ennen kun rasitusoireet ilmaantuvat ja samalla korjaamaan epäergonomisia työasentoja. Toimivien työtaukojen pitäminen edellyttää suunnittelua, jossa voi auttaa kehonkäytön, kehonasentojen ja -liikkeiden mittaaminen sekä analysointi. Ryhtieroosio päivän mittaan on suurin syy tietokoneenkäyttäjien niskan ja hartiaseudun kipuihin.

**English abstract:** The thesis presents a model that guides computer users to maintain good ergonomics and taking breaks at work. The study examines how to relieve constant muscle tension and fatigue and avoid repetitive and unvarying movements, and learn to exercise while working to increase concentration ability with computer work, and what are effective rest breaks. The study was made as a literature review based on earlier research studies and literature. Conclusions were that constant strain is harmful when continuing for an extended amount of time. The goal is that the sketched system guides computer user to have short rest periods in one's work before tiredness or even chronic muscle strains appear and to avoid non-ergonomic postures at work. Taking efficient breaks at work needs planning and measurement of alignment of the body and making of analysis of postures and movement of body could be useful. A poor posture is a main cause of neck and shoulder pain (NSP) among computer users, and their tendency of putting head in an excessively forward position has led to musculoskeletal disorders. The thesis presents wireless body area network (WBAN) and body sensors as for system implementation. The presented system interprets if there is a need to take a break at work or for better posture and saves data from biosensors and position sensors for monitoring which purpose is to improve the ability to work. It's hoped that user will notice the advantages of taking breaks and practicing good ergonomics.

**Avainsanat:** Pomodoro-tekniikka, Alexander-tekniikka, ergonomia, järjestelmän malli, RFID, WBAN

**Keywords:** Pomodoro-technique, Alexander-technique, ergonomics, conceptual framework of system, RFID, WBAN

# Esipuhe

Kiinnostukseni tähän aiheeseen heräsi opiskellessani tietotekniikan maisteriohjelmassa ja myös aiemmin vuoden Alexander-tekniikan opettajan tutkintoa varten. Kävin Alexander-tekniikan opettajaopintoja ennen tämän tutkielman tekoa, jonka jälkeen olen ollut kiinnostunut aiheista kuten tietotekniikan työntekijöiden hyvinvointi ja mahdollisuudet jatkaa ammatissaan hyvällä voinnilla ikääntymisen myötä. Alexander-tekniikkaan liittyy vahvasti tavoite oppia itsenäisesti huolehtimaan ergonomiasta. Minulla on noin viiden vuoden työkokemus tietokoneohjelmoijan työstä, joten aihe on tuttu omasta elämästäni. Tietotekniikan laitos on tarjonnut tutkimuksen tekooni hyvää ohjausta.

Haluan kiittää asiantuntevaa ja innostavaa ohjaajaani Anneli Heimbürgeria sekä pro gradu -seminaarimme ohjannutta professori Tommi Kärkkäistä. He ovat auttaneet löytämään uusia näkökulmia, hahmottamaan tutkielman aiheita ja opettaneet tieteellisen tutkimuksen tekoa. Kiitän Alexander-tekniikan opettajia neuvoista ergonomiaan ja Alexander -tekniikkaan liittyen, sekä rohkaisusta pro gradu -tutkielman tekoon valmiiksi. Iso kiitos kuuluu tietysti myös vanhemmilleni tuesta pro gradu -tutkielmani kirjoittamisen aikana.

Tampereella tammikuussa 2019

*Maria Alexandra Kohtala*

# Sisältö

Esipuhe.....	3
1 Taustaa.....	6
1.1 Tutkimusongelma.....	7
1.2 Kirjallisuustutkimus tutkimusmenetelmänä.....	9
1.3 Keskeiset käsitteet.....	9
2 Ergonomia näkökulmia.....	11
2.1 Ergonomian lajit.....	11
2.2 Ergonomian sovelluskohteita.....	12
2.3 Palautuminen.....	12
2.4 Tietokonetyön ominaisuuksia.....	14
2.5 Tietokonetyön ergonomisia suosituksia.....	15
2.6 Yhteenveto.....	18
3 Pomodoro-tekniikka.....	19
3.1 Historia.....	19
3.2 Pomodoro-tekniikan päämäärät.....	19
3.3 Välineet ja metodi.....	19
3.4 Yhteenveto.....	21
4 Alexander-tekniikka.....	22
4.1 Taustaa.....	24
4.2 Alexander -tekniikan päämäärät.....	25
4.3 Käsitteet ja metodi.....	26
4.4 Yhteenveto.....	27
5 Kehonkäytön mittausmenetelmät: Anturit.....	28
5.1 Kehoanturit ja kehoanturiverkot.....	28
5.2 Kehoanturityypit.....	29
5.3 Päälle puettavat anturit, älyvaatteet ja kiinnitettävät anturit.....	30
5.4 Etätunnisteet (RFID).....	30
5.5 Yhteenveto.....	32
6 Kehonkäytön mittausmenetelmiä: liikkeentunnistus ja kamerat.....	33
6.1 Johdanto.....	33
6.2 Kamerat.....	33
6.3 Kiinnitettävät.....	34

6.4 Päälle puettavat (älyvaatteet).....	35
6.5. Tutkat.....	35
6.5 Yhteenveto.....	36
7 Järjestelmän kuvaus.....	37
8 Yhteenveto.....	42
Lähteet.....	44
Liite 1 English Keywords.....	48

# 1 Taustaa

Tietotekniikan työntekijöiden hyvinvointi ja siihen liittyvä riittävä palautuminen työsuorituksen jälkeen on tärkeää monestakin syystä. Se on merkittävää työntekijöille itselleen heidän yleisen elämän laatunsa lisäksi siinä, että he voivat jatkaa työelämässä pitkään, ja myös heidän työsuorituksensa virheettömyyden ja työnsä sujuvuuden kannalta. Työntekijän hyvinvointi antaa edellytyksiä työsuorituksen hyvälle laadulle ja on taloudellisesti merkittävää yhteiskunnalle, esimerkiksi vähäisempien sairaspotilaiden sekä ihmisten paremman terveyden ansiosta. Tässä tutkimuksessa keskitytään tietokoneen ääressä tehtävään työhön, eli lähinnä työn tekoon kannettavalla tietokoneella tai pöytätietokoneella. Tämä tutkimus käsittelee tietokoneen käyttäjän ja työn ergonomiata. Tutkielmassa keskitytään erityisesti tapauksiin joissa käytössä on kannettava tietokone omalla kiinteällä näytöllään, tai joko kannettava tai pöytäkone erillisellä näytöllä, näppäimistöllä, ja hiirellä tai muulla osoitinlaitteella.

Litteät LCD -näytöt ovat korvanneet tavanomaisessa toimistotyössä CRT -monitorit eli kuvaputkinäytöt lähes täysin viime vuosina [Ket07]. LED -näytöt lukeutuvat LCD -näyttöihin ja ovat LCD -näyttöjä, jotka on varustettu LED -taustavaloilla. Kannettavia käytetään muuallakin kuin toimistossa, kuten etätöissä kotona, matkustaessa hotelleissa, lentoasemilla, lentokoneissa, linja-auto- ja junamatkoilla. Myös erilaiset mobiililaitteet ovat yleistyneet, kuten kosketusnäytölliset iPad, sekä Android -käyttöjärjestelmällä toimivat tablettitietokoneet. Nämä mobiililaitteet jäävät tässä tutkielmassa hieman vähemmälle huomiolle, tutkielman aiheen rajauksen vuoksi. Monet periaatteet, kuten tauotus työnteossa ja staattisen kuormituksen vähentäminen, soveltuvat hyvin myös niiden käyttöön.

Työssä menestyvän ja työstä todella kiinnostuneen ihmisen tavoitteena on yleisesti pyrkimys aina parempaan työsuoritukseen, josta syntyy työn tekijälle työn imu eli flow- kokemus [Csí90]. Hyvä keskittymiskyky ja ergonomiasta huolehtiminen, sekä sopiva tauottaminen auttavat sen syntymisessä. Aihetta käsitellään tässä tutkimuksessa terveyden ja työelämässä pitkään jatkamisen kannalta.

Tutkimuksessa esitettävän mallin on tarkoitus kertoa, miten arvioida ja toteuttaa oikeat ergonomiset vaatimukset työpisteen suhteen, huolehtia riittävästä tauottamisesta ja vahvistaa kokemusta työn hallittavuudesta.

Tietointensiivisessä työssä voi olla vaikeaa erotella työ- ja vapaa-aikaa toisistaan, kun työongelmat jäävät kytemään alitajuntaan vapaa-ajallakin, aiheuttavat huolta tai osalla ihmisistä on jopa kiusaus lukea työsähköposteja kotonakin. Tutkimukset perustuvat suuriin ihmisjoukkoihin, jokainen on tietysti yksilö, ja omaa omat toiveensa työn ja muun elämän suhteen. Mikä aiheuttaa toiselle haitallista stressiä ei välttämättä tee sitä toiselle ihmiselle, vaan voi olla jopa voimavara. Pieni osa ihmisistä saattaa siis jopa nauttia sekoittaa työ ja vapaa-aikaa tai olla erottelematta niitä. Tässä tutkimukset viitatus tutkimukset pätevät kuitenkin suurissa ihmisryhmissä ja valtaosalle ihmisistä. Viitatus tutkimustulokset osuvat useimmilla ihmisillä oikeaan. Ehkä joku vaikka käyttää kannettavaa tietokonetta sohvalla töitä tehden.

Selkeä siirtyminen vapaa-ajalle työvuoron jälkeen ja kokemus työn hallittavuudesta auttavat työntekijää voimavarojen palautumisessa. Liiallinen tai hallitsematon kuormitus on terveystarve ja toisaalta sopiva tai optimaalinen kuormitus taas voi olla monenlaisen hyvän, oppimisen ja työssä kehittymisen lähde. [KT10]

Tässä tutkimuksessa etsitään ratkaisuja liittyen esimerkiksi Alexander-tekniikkaan ja Pomodoro-tekniikkaan. Voisiko niitä soveltaa tällaisessa mallissa? Lisäksi tutkitaan sopivaa tauotusta ja työpisteen parempaa ergonomista suunnittelua, sekä tietokoneavusteisia menetelmiä, joiden tavoite on helpottaa säilyttämään ryhtiä työpäivän aikana. Tavoitteena on ettei hyvä kehonkäyttö unohtuisi työtä tehdessä, eikä ihmisen keskittymiskyky huononisi tarpeettomasti työtuntien kuluessa. Näillä keinoilla tähdätään riittävään palautumiseen pitkällä aikavälillä, ja staattisen rasituksen aiheuttamien ongelmien ennaltaehkäisyyn. Tutkielmassa esittelen hahmotelman tällaisesta järjestelmästä perustuen lähdeaineistoon.

## 1.1 Tutkimusongelma

Miten voitaisiin ilmoittaa käyttäjälle automaattisesti ja ohjeistavasti tietokonejärjestelmän avulla että hänen on aika pitää tauko ja saada hänet myös kiinnittämään huomiota hyvään työergonomiaan? Käyttäjän informointiin voidaan käyttää erilaisia vaihtoehtoja, kuten ääneen opastamista, näyttöä jossa animaatioita ja symboleita sekä värinäopastusta. Tätä varten tässä tutkielmassa:

1. Tutkitaan, millaisia käyttäjän kehon ja vireyden tilasta kertovia havainnointimenetelmiä on olemassa.
2. Punnitaan eri vaihtoehtojen etuja ja rajoituksia.

Tässä listassa esitetään erilaisia teknisiä ratkaisuja käyttäjän havainnointiin:

- kehon ulkopuoliset anturit (*esimerkiksi kamerat ja infrapunakamerat*)
- radiotaajuustunnisteet (*Radio Frequency Identifier, RFID*)
- langaton kehoanturiverkko (*Wireless Body Area Sensor Network, WBASN*)
- päälle puettavat anturit eli älyvaatteet (*Wearable Electronics*)
- älytuoli (*Intelligent Chair*), tuoli jossa on antureita

Tässä tutkimuksessa hahmotellaan yleisen tason malli käyttäjän hyvinvointia ja samalla työtehoa parantavan järjestelmän toteutukselle. Tutkimuksessa ei mennä syvälle teknisiin yksityiskohtiin. Malliin perustuvan järjestelmän avulla seurataan käyttäjän hyvinvointia ja ilmoitetaan käyttäjälle sopivasti kun hänen kehonkäyttönsä huonontuu. Heikentyvä kehonkäyttö altistaa esimerkiksi niska- ja hartiaongelmille ja vähentää pidemmän päälle vireystilaa sekä keskittymiskykyä. Jos työntekijä pitää tauon vasta oireiden jo ilmettyä, se on tutkimusten mukaan epäedullista. Aiempi tautus voisi ennaltaehkäistä oireiden ilmentymisen kokonaan. [HJK97, s. 79] Järjestelmä muistuttaa tauottamisesta ja silmien lepuuttamisesta. Tavoitteena on, että käyttäjä oppisi itse huolehtimaan paremmin hyvinvoinnistaan, erityisesti palautumisesta, ergonomiasta ja tauoista. Tällainen järjestelmä toimisi parhaimmillaan niin että käyttäjä kiinnostuisi pidemmän päälle huomaamaan näitä asioita myös itse ilman järjestelmää. Tässä esittelen kolme keskeistä väittämää tutkimuksen aiheesta:

- 1) *On järkevää pyrkiä vähentämään staattista lihasjännitystä ja kuormitusta sekä yksipuolisia kuormittavia ja paljon toistuvia liikkeitä.*
- 2) *Samoin on kannattavaa lisätä vaihtelevaa liikkumista joka kehittää tai ylläpitää keskittymiskykyä ja jaksamista tietokoneella tapahtuvassa työssä.*
- 3) *Tauottaminen sopivasti lisää työssä viihtymistä ja jaksamista parantamalla sekä työtehoa että motivaatiota jatkaa ammatissa pidempään ja myös työntekijän hyvinvointia.*

Nämä väittämät herättävät seuraavat tutkimukseeni liittyvät kysymykset:

1. *Mikä olisi optimaalinen tautus, ja miten sellaisen saisi arvioitua ja toteutettua?*
2. *Millainen järjestelmä sopisi parhaiten tunnistamaan, milloin kehoon alkaa kertyä liikaa lihasrasitusta sekä milloin aineenvaihdunta häiriintyy tai silmät alkavat rasittua ja keskittymiskyky sekä työteho alkavat laskea?*
3. *Millaisia ohjeita kannattaisi antaa käyttäjälle, ja miten se onnistuisi mahdollisimman motivoivalla tavalla?*



Ohjeet liittyisivät tauottamisen lisäksi siihen että huolehdittaisiin käyttäjän ergonomiasta ja luontaisen ryhdykkyyden ylläpidosta. Lisäksi ohjeistus neuvoisi riittävään liikkumiseen ”jumittamisten” eli aineenvaihdunnan ja ajatuksen juoksun häiriintymisten välttämiseksi. Tällaisen järjestelmän ei ole tarkoitus olla epämiellyttävällä tavalla ylitarkka ohjeistaja, vaan toiveena on että käyttäjä kokisi järjestelmän motivoivalla tavalla hyödylliseksi ja työkykyä kehittäväksi.

Tutkimusongelma on rajattu siten, että järjestelmän tavoitteena on avustaa yhtä työntekijää kerrallaan. Usean työntekijän tapauksessa työpaikalla voisi olla käytössä useampia järjestelmiä, tai työntekijät voisivat käyttää järjestelmää esimerkiksi vuoropäivinä.

## 1.2 Kirjallisuustutkimus tutkimusmenetelmänä

Tämän tutkimuksen tutkimusmenetelmänä käytän kirjallisuustutkimusta, jota kuvailevat esimerkiksi Levy & Ellis työssään vuodelta 2006. Levyn ja Ellisin tutkimusartikkeli on saatavilla pro gradu - tutkielmani kirjoitusajankohtana www-muodossa [LE06].

Tutkimuksessa luodaan kirjallisuustutkimuksen perusteella yleisen tason malli kuvaamaan tietokoneen käyttäjää ja laitteistoa. Se rakennetaan teoreettisista olettamuksista ja aiempien tutkimusten tuloksista sekä empiirisistä havainnoista koskien tietokonetyötä ja tietotekniisiä järjestelmiä. Lähteinä on käytetty tutkimuksia työhyvinvointiin ja työtehokkuuteen liittyen sellaisista aiheista kuten ergonomia, tauotus ja palautumisesta huolehtiminen työn jälkeen. Tutkimus käsittelee myös ideoita ja tutkimustuloksia liittyen Pomodoro-tekniikkaan ja Alexander-tekniikkaan.

”Tehokkaan kirjallisuuskatsauksen tekemisen pitäisi tuottaa vakaa teoreettinen pohja.” [LE06, s. 184]

## 1.3 Keskeiset käsitteet

**Alexander-tekniikka** on empiirinen metodi tottumuksen mukaisten tapojen muuttamiseen ilmenevissä tilanteissa. Alexander-tekniikassa käytetään keinona sellaisten asentojen inhibointia (pidättäytymistä niistä), jotka häiritsevät luontaisen ryhtimekanismin toteutumista. Tekniikan vaikutuksesta voidaan tehdä asioita kevyemmin ja vähemmällä työllä.

**Anturi (Sensor)** on väline, joka tarkkailee tapahtumia tai muutoksia suureissa, ja tarjoaa vastaavaa palautetta, yleisesti elektronisena tai optisena signaalina. [Wik3]

**Ergonomia (Ergonomics)** on tutkimusala, jossa tutkitaan ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutusta, ja sen kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi.[Erg12]

**Itsekäyttö (Use Of Self)** on käsite siitä kuinka ihminen käyttää kehoaan ja mieltään esimerkiksi liikkumiseen tai työntekoon.

**Kehoon kiinnitettävät anturit (Wearable Body Sensors)** voivat olla passiivisia, kuten RFID – etiketit, tai aktiivisia sovelluksia.

**Kognitiivinen Ergonomia (Cognitive Ergonomics)** on tutkimusala, jossa tutkitaan ihmisen vuorovaikutusta toimintajärjestelmien kanssa tiedonkäsittelyn näkökulmasta. Keskeisiä käsitteitä ovat havainto-, tarkkaavaisuus-, muisti- ja ajattelukyky. [Erg12]

**Kehon ulkopuoliset mittausseläimet** jollaisia ovat esimerkiksi kamerat ja infrapunakamerat.

**Keskittymiskyky (Concentration Ability)** tarkoittaa tässä tutkimuksessa kykyä keskittyä tekeillä olevaan työtehtävään.

**Langaton Anturi (Wireless Sensor)** on anturi, joka toimii langattomasti esimerkiksi bluetooth-verkon tai WLAN:in välityksellä.

**Langaton anturiverkko (Wireless Sensor Network)** on langaton verkko, johon on kytketty sensoreita.

**Langaton kehoanturiverkko (Wireless Body Sensor Network, WBAN)** on langaton verkko, johon on kytketty kehosensoreita. Käytetään esimerkiksi terveydenhoidossa ja urheilusuoritusten sekä työnteon arviointiin.

**Palautuminen (Recovery)** tarkoittaa työntekijän voimien palautumista normaalitasolle työsuorituksen jälkeen, siihen vaikuttaa käytössä oleva aika työnteon välillä sekä kyky ja mahdollisuus rentoutua ja siirtää ajatukset pois työtehtävistä.

**Pomodoro (Pomodoro- Technique)** on Francesco Cirillon ajanhallintaan kehittämä tekniikka, jossa työsuoritus jaetaan 25 minuutin mittaisiin osiin.

**Päätetyöksi (Tietokonetyö, Computer work)** kutsutaan tietokoneella tehtävä työtä.

**Päälle Puettavat Anturit (Wearable Electronics)** on tutkimuksen teko ajankohtana nopeasti kehittyvä sovellus.

**RFID (Radio Frequency Identification)** on radiotaajuiseen etätunnistukseen perustuva menetelmä, jossa tunnistettaviin ja paikannettaviin kohteisiin kiinnitetään RFID- siruja.

**Ruminaatioksi (Rumination)** kutsutaan arkikielellä asioiden ”märehtimiseksi”. Käsite tarkoittaa usein kohtuuttomuuksiin menevää asioiden murehtimista. Tämä tapahtuu yleisesti ilman että mieltä vaivaaville asioille löydetään käytännön ratkaisuja. Liiallinen ruminaatio huonontaa työkykyä ja palautumista.

**Ryhtierosio** tarkoittaa ryhdin huonontumista esimerkiksi älylaitteiden käytön myötä

**Staattinen lihastyö (Static Work)** on kehon asennon säilyttämisen vaatima työ.

**Tietoinen inhibointi (Conscious Inhibition)** tarkoittaa tietoisesti totutun reaktion estämistä, jolloin henkilö voi valita mahdollisesti paremman kuin totumuksen mukaisen tavan toimia.

**Tilatietoisuus (Spatial Awareness)** on henkilön tietoisuus fyysisestä ympäristöstä.

**Työteho (Work Efficiency)** mittaa työhön käytetyn ajan, sekä tehdyn työn määrän ja laadun suhdetta.

**Ubiikki Tietotekniikka (Ubiquitous Computing)** tarkoittaa kaikkialla läsnä olevaa/joka paikan tietotekniikkaa tai käyttäjän mukana kulkevaa mobiilia tietotekniikkaa. Muita nimityksiä on esimerkiksi läsnä-äly.

**VDU (Visual Display Unit)** on nimitys tietokoneen näytölle.

**Älyvaatteet** ovat vaatteita, joissa käytetään elektroniikan esimerkiksi antureiden lisäksi pitkällekin kehitettyjä materiaaleja.

## 2 Ergonomia näkökulmia

### 2.1 Ergonomian lajit

Ergonomia on ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä ihmisen hyvinvoinnin ja järjestelmän suorituskyvyn parantamiseksi. Ergonomia-sana tulee kreikankielen sanoista ergo (työ) ja nomos (luonnonlait). Ergonomian osa-alueet ovat fyysinen, kognitiivinen ja organisatorinen ergonomia. Ergonomia on kokonaisvaltainen tarkastelutapa, mutta käytännössä on usein tarve keskittyä johonkin sen osa-alueeseen. [Erg12]

Fyysinen ergonomia on ollut perinteisesti tunnetuin ergonomian osa-alue. Työ asettaa tekijälleen vaatimuksia, jotka koskevat itse työn suorittamisen lisäksi esimerkiksi työasentoja ja -liikkeitä, lihasvoiman tarvetta sekä työtahtia. [Tai02, s. 275]

Kun ihminen kuormittuu sopivasti, hän jaksaa tehdä työtä ja toimii paremmin toimintakykynsä ja ammattitaitonsa mukaisesti. Silloin hänen toimintakykynsä säilyy ja parhaassa tapauksessa jopa paranee. [Tai02, s. 275]

Työn rasittavuuteen vaikuttaa se, miten työ on järjestetty, millaisin menetelmin sitä tehdään, miten usein työvaiheet toistuvat, ja mikä on työtahti ja tauotus. Työvälineiden ja -ympäristön tekninen taso, mitoitus, muotoilu ja käytettävissä olevat apuvälineet taas vaikuttavat muun muassa siihen, kuinka paljon ja millaista lihastyötä tarvitaan ja millaisia liikkeitä ja asentoja työsuoritus vaatii. [Tai02, s. 275]

Niskahartiavaivoja lisäävät vähäinen elpymisaika työstä, vähäinen työssä saatu sosiaalinen tuki, työn suuret psyykkiset vaatimukset, mutta toisaalta myös epämotivoiva työ jossa on vähäiset työn vaatimukset ja vaikutusmahdollisuudet. Töiden sisällön suunnitteluilla vaikutetaan esimerkiksi istuma-asennon valintaan ja työasennon vaihtelevuuteen.

Kognitiivinen ergonomia on ergonomian ihmisen tietojenkäsittelykykyyn liittyvä osa-alue joka kattaa havainto-, tarkkaavaisuus-, muisti- ja ajattelukyvyt. [Erg12]

Seuraavassa on lueteltuna kognitiiviseen ergonomiaan liittyviä keskeisiä kysymyksiä: [Erg12]

- Miten ihmisen edellä mainitut kyvyt ja niihin liittyvät rajoitukset osataan huomioida tietotyössä?
- Miten visuaalinen tieto tulisi esittää, jotta se havaittaisiin luotettavasti ja vaivattomasti?
- Miten kognitiivista kuormitusta voisi välttää?

Organisatorinen ergonomia keskittyy teknisen järjestelmän ja sosiaalisen järjestelmän yhteensovittamiseen. [Erg12] Organisatorinen ergonomia korostuu henkilöiden, työprosessien, työkokonaisuuksien ja työaikajärjestelyjen suunnittelussa, ja se liittyy myös tuotannon ja palveluiden kehittämiseen sekä henkilöstön yhteistyön. [Erg12]

Elämäntilanne, uni, stressi ja terveys vaikuttavat kaiken ikäisillä kognitiiviseen suorituskyykyyn. Ikääntyessä näiden tekijöiden merkitys korostuu: sopeutuminen vuorotyöhön ja kuormittaviin tilanteisiin alenee ja sairauksien ilmaantuminen lisääntyy iän myötä. Ikääntyminen siis vaikuttaa kognitiiviseen toimintakykyyn sekä suoraan että kuormitustekijöihin sopeutumisen kautta. [Erg12]

## 2.2 Ergonomian sovelluskohteita

Osallistuvaa ergonomiaa (*participatory ergonomics*) on käyttäjien tietoja, kokemuksia ja tunteita hyödyntävä työn kehittäminen ja suunnittelu. [Erg12]

Käytettävyys (*usability*) on ergonomian soveltamista tuotteiden suunnittelussa. Haasteena on tuotteiden suunnittelu helposti ja tehokkaasti käytettäviksi mahdollisimman laajalle käyttäjäjoukolle. [Erg12]

Esteettömyys (*accessibility*) on kaikkien käyttäjäryhmien, myös ikääntyvien ja eri tavoin toiminta-asteisten huomioon ottamista tekniikan, tilojen ja toiminnan suunnittelussa. Tavoitteena on lisätä käyttäjien tasa-arvoa ja samalla laajentaa tuotteiden ja järjestelmien käyttäjäkuntaa. [Erg12]

## 2.3 Palautuminen

Parempi työhyvinvointi on tärkeää työntekijöiden terveyden ja elämänlaadun lisäksi myös työn tuloksellisuuden ja työelämässä pitkään pysymisen kannalta. Töiden ulottuminen vapaa-ajalle ja lisääntynyt väsymysoireilu luovat tarvetta saada uutta tietoa palautumisesta IT -ammattilaisten työhyvinvointia edistävänä voimavarana. Artikkelissa analysoidaan IT -ammattilaisten henkistä työstä irrottautumista. Tulosten mukaan palautumista edistävillä käytännöillä on merkittävästi hyödyttävä vaikutus IT- ammattilaisia voimaan työssään paremmin ja vahvistaa hyvän työuran edellytyksiä. [KK09]

Hakasen [HAK09] mukaan ”työn imua” vahvistavat tekijät voidaan jakaa työhön liittyviin ja muihin tekijöihin.” Tutkimuksessa [HAK09] nämä tekijät luetellaan seuraavasti:

- työtä ja työoloja koskevat niin sanotut työn voimavarat
- ”tarttuminen” ihmisten välillä

- yksilölliset voimavarat
- palautuminen työpäivän rasituksista
- kodin voimavarat

Ihmisillä on yksilöllinen kyky pystyä lopettamaan työasioiden ajattelu vapaa-ajalla, myös työn luonne vaikuttaa siihen, eli kuinka paljon avoimia kysymyksiä ja jäseneltävää työpäivä jättää.

Työasioiden käsittelyä vapaa-ajalla siten että työasioihin liittyviä ajatuksia ei saa pois mielestään, kutsutaan psykologiassa ruminaatioksi (*ruminatio*) tai arkikielellä asioiden ”märehitimiseksi”. Tietointensiivisessä työssä ruminaatio korostuu, varsinkin silloin kun työntekijä kokee että työn laadun ja määrän hallittavuus ja aikataulut tuottavat hänelle ongelmia. Tunne, että työsuoritus on työntekijän hallittavissa, on tärkeä, eli esimerkiksi että ihminen voi säilyttää luottamuksensa kykyynsä pysyä aikataulussa. Jos työ on hallitsemattoman tuntuista, huoli siitä siirtyy helpommin vapaa-ajalle. Toisaalta voimakas innostus tai kunnianhimo työn suhteen voi tehdä vaikeammaksi päästä työasioista irti ja lopulta aiheuttaa ylimääräistä stressiä, kun vapaa-ajalle siirtyvä työpaine haittaa ihmisen muuta elämää, esimerkiksi ihmissuhteita. [LKZ03]

Tutkimuksessa opiskelijat joilla on taipumusta masentuneisuuteen ja myös masentuneisuutensa syiden tutkiskeluun suoriutuivat huonommin keskittymistä vaativista tehtävistä. Luonnollisesti esimerkiksi taipumus alkaa muistella aiempia tapahtumia, tai olla huolissaan tulevasta häiritsee keskittymistä. Erityisesti tämä pitää paikkansa silloin kun tähän liittyy hallitsemattomuuden tunne opiskelun edistymisestä. Ratkaisujen etsintään orientoituneet ihmiset selviävät yleensä työelämässä paremmin.

Pomodoro-tekniikka on yksi keinoista vähentää hallitsemattomuuden tunnetta jakamalla työ pienempiin osiin, joita on helpompi hahmottaa, ja joka lisää tunnetta työn pysymisestä kontrollissa. Tauottaminen auttaa säilyttämään keskittymiskyvyn korkeana. [Cir09]

”Työ ilman rajoja” on nykyaikainen ilmaus jota käytetään melko usein kuvaamaan tämän päivän työtä, joka ei rajoitu perinteisten organisaation sääntöjen kuten säännöllisen työajan, yhden työpisteen, sovittujen proseduurien ja rajatun vastuun mukaan. On mahdollista että puutteellinen palautuminen on suurempi syy työstressiin kuin työn rasittavuus. [Per11, s. 10]

Nykyisin töihin saattaa liittyä myös päivystysvaatimus ja toisaalta oman innokkuuden aiheuttama houkutus esimerkiksi työsähköpostien lukemiseen vapaa-ajalla. Lomalla on merkitystä työssä jaksamisen kannalta. ”Vaikka työ olisi tärkeää ja antoisaa, antaa loma ansaitun hengähdystauon, joka parhaimmillaan pitää ihmisen fyysisesti ja henkisesti kunnossa ja ehkäisee myöhempiä sairauspoissaoloja”, kirjoittaa Huoponen. [Uno13]

Toisaalta ruotsalaisen tutkijan **Tomas Danielssonin** mukaan työsähköpostin lukeminen loma-aikana voi olla terveellisen stressitason kannalta hyväksi. Danielsson toteaa että sähköpostia

voi hyvin katsoa välillä. Ei kannata pakottaa itseään sulkeutumaan kokonaan ulkomaailmalta koska se saattaa nostaa stressitasoa. Jos takaraivossa on työasioihin liittyvää stressiä, sähköpostin tarkistaminen pikemminkin helpottaa kuin lisää stressiä. Tunne kontrollin puuttumisesta voi ahdistaa. [Säh13]

Danielsson kuitenkin muistuttaa, että loma-aikana työasioihin liittyvän ajankäytön on oltava täysin omaehtoista. Työpuhelin kannattaa sulkea kokonaan. Henkilökohtaista numeroakaan ei kannatta jaella vapaasti eteenpäin, jos olet työpaikkasi avainhenkilöitä. [Säh13]

Työn hallinnan tuntu vähentää stressiä. Vastaavasti kokemus työn heikosta hallittavuudesta aiheuttaa ahdistuneisuutta ja kykenemättömyyttä palautua vapaa-ajalla työn rasituksesta. [Rah13]

Itä-Suomen Sanomien pääkirjoitus: Työ ei saa seurata kesälomalle 09.07.2013: ”Tunnettu tosiasia on lienee se että ihminen ei ole kone. Harva pystyy keskittymään työaikana sataprosenttisesti vain työhön, jos tärkeät henkilökohtaiset asiat pyörivät mielessä. Yhtä normaalia on, että kesken perheen yhteisen ajan saattaa työasia tunkea tajunnasta.” [Ita13]

## 2.4 Tietokonetyön ominaisuuksia

Ympäristöllä on suuri vaikutus siihen kuinka ihminen voi. Hänen hyvinvointinsa vaikuttaa hänen työntekonsa tehokkuuteen. Välittömällä ympäristöllä on aivan yhtä suuri vaikutus ergonomiaan kuin työvälineillä. Ympäristöllä voi olla jopa suurempi merkitys kuin työvälineillä kun kyse on toimistotyöstä. [Ele13]

Koska ergonomiassa on kysymys tuottavuuden lisäämisestä tekemällä asiat miellyttävämmiksi ja tehokkaammiksi ja ympäristö vaikuttaa henkilökohtaiseen hyvinvointiin, on järkevää olettaa että ympäristö vaikuttaa tehokkuuteen luomalla tai tukemalla erilaisia huomiota vieviä asioita. Kun tähän lisätään joitain älyllisiä vaikutuksia, nähdään kuinka mahdolliset ongelmat ilmestyvät. [Ele13]

Ympäristö vaikuttaa työntekijään ergonomian näkökulmasta viiden aistin kautta eli näön, kuulon, tuntoaistin, hajun ja maun. Kognitiivisen ergonomian aiheita ovat ne elementit jotka vaikuttavat keskittymiskykyyn ja tunne- sekä vireystilaan. Lisäksi huomioitavia ovat ne tekijät jotka aiheuttavat rasitusta ja väsymystä. [Ele13]

[KET07, s. 81] Kannettavalla tietokoneella työskenneltäessä työasento on sidotumpi kuin pöytäkoneella, koska kannettavan näppäimistöä ei voi työn vaatimusten mukaan ja asennon vaihtamiseksi siirrellä joustavasti.

Kaksi tärkeintä tutkimuksessa [BK94] raportoitua ongelmaa ovat visuaalinen epämukavuus ja tuki- ja liikuntaelinten (muskuloskeletaalinen), niska- ja hartiakipu. Korrelaatiokerroin

visuaalisen epämukavuuden ja kivun niskassa ja hartioissa suhteen oli lukujen 0.3 ja 0.4 välissä tietokonenäytön käyttäjille. Tutkimuksessa annetaan ohjeet oikeanlaiseen valaistukseen ja katsomiskulmiin vähentämään muskuloskeletaalista kipua niskassa ja olkapäissä.

Tietokonetyöhön on osoitettu liittyvän epämukavuuden tunnetta silmissä. Näyttöpäätetyöhön liittyy pölyn tai hiekan tunnetta silmissä, silmien punaisuutta ja valoherkkyys lisääntyy. Tutkimuksessa suositeltiin oikeanlaista katselukulmaa vähentämään visuaalista rasitusta. Suositeltava valaistus on 500 – 1000 luksia. [BK94]

Tutkimuksessa [KPJ86] selvisi, että staattinen lihaskuormitus pitäisi minimoida ja toisaalta lisätä aktiivista liikkumista eli dynaamista lihastyötä tarjoamalla helppoja mahdollisuuksia vaihteluun työasennoissa ja työtehtävissä. Toimistotyössä ongelmana on kertyvä staattinen lihaskuormitus, eikä yleensä niinkään liike. Lihaskuormitusta voidaan mitata biomekaanisella analyysillä ja ENMG:llä eli hermo- ja lihassähkötutkimuksella (elektro-neuromyografia).

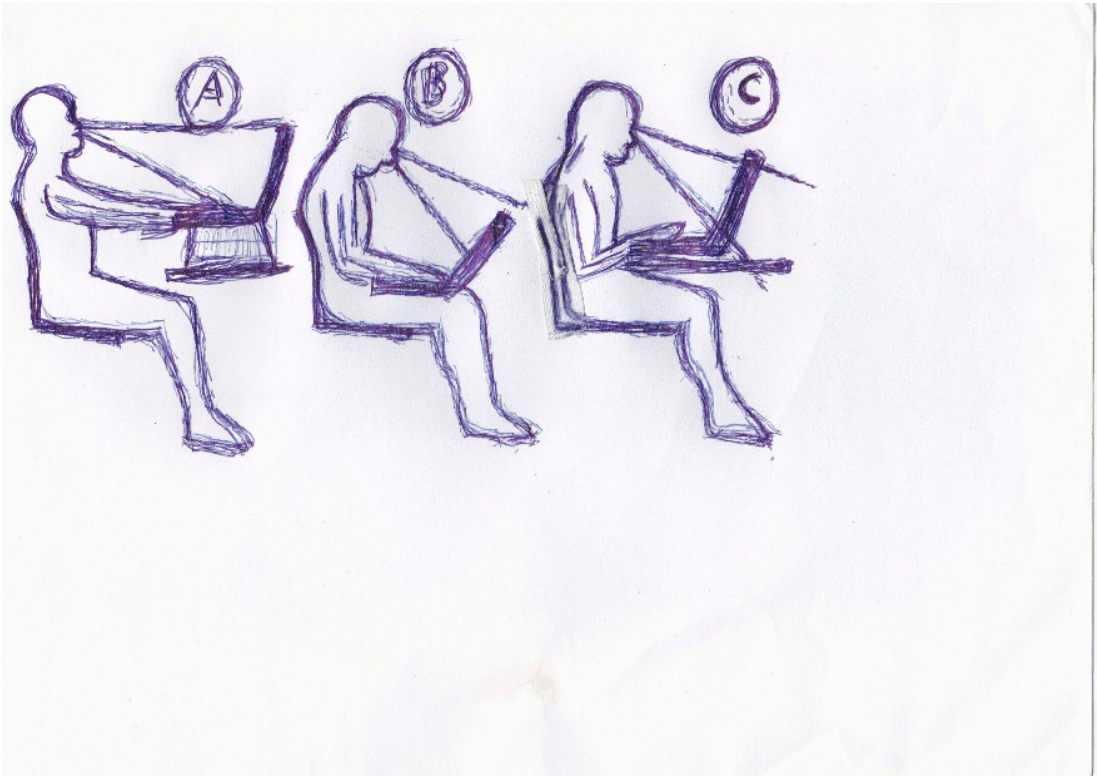
Säännölliset lyhyet tauot tietokonenäyttötyöstä edistävät hyvinvointia ja työtehoa. Yleisesti ongelmia lisää se, että työntekijät odottavat usein kunnes tuntevat epämukavuutta, ennen kun pitävät tauon, jos he päättävät tauoista itsenäisesti tilanteen mukaan. Silloin ongelmia on jo alkanut syntyä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, oliko säännöllisten lyhyiden tauojen pitämisestä hyötyä työntekijöille, jotka tekivät tietokonetöitä aidossa työympäristössä. [HJK97, s. 81]

Tutkimuksessa mainitaan suosituksena kolme 30 sekunnin ja yksi kolmen minuutin taukoa tuntia kohti. Tauottamiseen liittyviä ongelmia on, että työ voi olla kiireelliseksi koettua eli pakko tehdä ajoissa tai työn ”imu” eli houkuttelevuus jatkaa tauotta on suurta, joka saa unohtamaan tauottamisen. Osa ihmisistä kokee että kun työn saa kunnolla vauhtiin tauottaminen häiritsee ”flow-tilaa” tai tuntuu turhalta. Siksi voikin olla merkitystä että pystyy osoittamaan tauojen pitämisen lisäävän työtehoa ja hyvinvointia pidemmän päälle. [HJK97, s. 78]

## 2.5 Tietokonetyön ergonomisia suosituksia

Näytön on suositeltavaa olla niin että niska voi olla vapaana ja suorassa, katsetta voi siirtää silmän liikkeillä liikuttamatta päätä huonompaan asentoon, kuten ”etukumaraan”. Kuvassa 2.1 asennossa ”A” pää on ergonomisessa asennossa, tosin se kannattaako selkänojaa käyttää on yksilöllistä, asennoissa ”B” ja ”C” pää on nojattuna eteenpäin epäterveellisellä tavalla.





*Kuva 2.1: Tietokonetyön ergonomisia suosituksia*

Tutkimus vuodelta 1992 esittää tuloksenaan että silmien lihasten rasitus oli pienin silloin kun tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt katsoivat suoraan eteenpäin vertikaalisesti ja 10 astetta alaspäin horisontaalisesti eli pystysuunnassa. [AHR00, s. 109] Silmien rasittuminen saa käyttäjän siirtämään päätään lähemmäksi näyttöä samoin näytön ”imu” eli työn houkuttelevuus tai siihen uppoutuminen. Näytön, ikonien ja fonttien pitäisi siis olla tarpeeksi suuria, että niiden katsominen tuntuisi alun perin miellyttävältä. Silmien kohdentaminen lähietäisyydelle on myös rasite ellei välillä huolehdi katseen kohdentamisesta kauemmaksi. Näyttöä kannattaa pitää tutkimusten mukaan sopivalla etäisyydellä ja silmien sekä katseen vaakatason alapuolella. Älypuhelinta tai kämmen- tai tablettitietokonetta käyttäessä on myös mahdollista pitää laitetta kädessä ja lähempänä silmiä, tosin laitteen pitäminen ylhäällä väsyttää käsiä ajan mittaan ja laitteet yleensä laitetaan pöydälle tai telineeseen useimpien käyttäjien tottumuksesta. [Erg12] Ryhti vaikuttaa koko elämään ja mobiilien älylaitteiden näyttöä kohti nojaaminen jo lapsuudesta saakka huolestuttaa hyvinvointivalmentajiakin. [Yle18]

Tietokoneiden käyttäjillä on usein tapana joko vähitellen päivän mittaan, tai jo heti koneen ääreen mennessään ottaa asento, jossa pää on ”etukenossa”, silloin niskaan ja selkään kohdistuu paljon räsytystä. Terveessä pysty- tai istuma-asennossa suora ”jumeista” vapaa niska tukee ihmisen pään painoa hyvin, mutta ”etukenossa” asennossa syntyy huomattava staattinen rasitus niskaan ja selkään.

Liikunta on yleensä hyväksi, mutta paljon toistuvat yksipuoliset liikkeet voivat altistaa räsytystraumoille. Siksi on suositeltavaa hakea vaihtelevuutta liikkeisiin. Paljon toistuvissa liikkeissä hyvä ergonominen suunnittelu on tärkeää. Se toteutuu suunnittelemalla työpisteen järjestelyt kunnolla etukäteen. Samalla laadukkaalla työpisteen arvioinnilla ja toteuttamisella voi pyrkiä vähentämään myös staattista kuormitusta. [Erg12]

Jalkoja suositellaan pidettävän hyvin maassa ja käyttämään tarvittaessa jalkatukea, ja olisi eduksi jos työntekijä voi liikutella jalkojaan vapaasti. Polvien, nilkkojen tai lantioiden lukittumista pitäisi välttää, ettei kerry lihaskipuja tai jumeja. [Erg12] Siksi esimerkiksi jalkojen liikkuminen auttaa.

Hartiat pitää pystyä pitämään rentoina, jos olkapäät ovat koholla tarpeettomasti se aiheuttaa ylimääräistä räsytystä. Kynärpäät on suositeltavaa pitää suunnilleen vaakatasossa tai hieman ranteiden yläpuolella. [Erg12] Hartioiden tai kynärpäiden pitäminen tarpeettoman koholla aiheuttaa staattista lihasjännitystä.

Tutkimusten mukaan toimistotyöhön liittyy pääsääntöisesti liikaa staattista jännitystä ja liian vähän luontaista liikkumista. [HJK97] Staattinen lihasjännitys kuluttaa voimaa asennon ylläpitämiseksi ja rasittaa elimistöä enemmän kuin usein ymmärretään. Staattisen asennon pitäminen yllä vaatii lihastyötä vaikka siinä ei suoritetaakaan massan siirtämistä paikasta toiseen. Lähes 80 prosenttia suomalaisen päivästä kuluu istuen, seisten tai maaten. Yli seitsemän tunnin yhtäjaksoinen istuminen on merkittävä terveysriski: edes rankka liikunta työpäivän päätteeksi ei poista siitä aiheutuvia haittoja. Sosiaali- ja terveysministeriö julkaisi kansalliset suositukset istumisen vähentämiseksi. [Yle05]

## 2.6 Yhteenveto

Sana ergonomia käsittää fyysisen ergonomian, kognitiivisen ergonomian sekä organisatorisen ergonomian. Palautuminen työrasituksesta työajan jälkeen on yksilöllistä ihmiselle ja hänen elämäntilanteelleen. Tietokoneella tehtävän työn suositukset löytää esimerkiksi työterveyslaitoksen sivuilta. [Erg12]

## 3 Pomodoro-tekniikka

### 3.1 Historia

Francesco Cirillo kehitti Pomodoro-tekniikan kun häiriöt ja keskeytykset saivat hänet tuntemaan koulutyöskentelyn tehottomaksi ja sekavaksi. Hän koki kouluaikanaan vetäytyneensä usein kasaan ja itsensä henkisesti päämäärättömäksi. [Cir09]

Tekniikan perusajatuksena on keskittyä 25 minuuttia tehokkaasti kerralla, ei lyhyempää aikaa eikä myöskään yhtään pidempään. Cirillo huomauttaa miten aikataulujen viimeiset päivämäärät eli deadlinet koetaan usein työ- ja opiskeluprojekteissa ahdistavina. Hänen mukaansa niissä esiintyy helposti tunne että työ ei edisty, ja ahdistuneisuus saattaa heikentää tehokkuutta entisestään. Edellä mainitun kaltaista aikataulujen tuottamaa ongelmaa hän kutsuu nimellä ”tikittävän kellon”- efekti (engl. ticking clock effect). [Cir09]

### 3.2 Pomodoro-tekniikan päämäärät

Pomodoro-tekniikan kehittäjä Cirillo on laatinut tekniikalle seuraavat päämäärät: [Cir09]

1. Vähentää henkilön kokemuksen ajan loppumisesta kesken eli ”tikittävän kellon kokemuksen” aiheuttamaa ahdistuneisuutta hänen kohdatessaan vaativia aikatauluja. Menetelmän on tarkoitus parantaa henkilön omaa subjektiivista kokemusta työnteosta, ja lisätä hänen työntekonsa henkistä palkitsevuutta.
2. Vähentää keskeytysten määrää ja pituutta, eli keskeytysten yhteisvaikutusta.
3. Lisätä henkilön tietoisuutta valinnoistaan, esimerkiksi saada hänet huomaamaan niitä vaihtoehtoisia työskentelytapoja, joita hänellä on käytössään työtä tehdessään.
4. Lisätä henkilön työskentely motivaatiota ja pitää hänen motivaatiotaan pysyvämmiin korkealla, eli parantaa hänen kykyään ylittää sisäisiä ja ulkoisia esteitä työssään.
5. Kasvattaa henkilön päättäväisyyttä päämäärien saavuttamiseen.
6. Parantaa henkilön opiskelu- ja työprosessia.
7. Lisätä henkilön päättäväisyyttä tehdä töitä kun hän kohtaa monimutkaisia tilanteita. Ajatuksena on innostaa häntä keräämään lyhyitä tehokkaita työsuorituksia eli Pomodoro - yksiköitä.

### 3.3 Välineet ja metodi

Pomodoro-tekniikan vaatimat välineet on tarkoituksella pidetty mahdollisimman yksinkertaisina, jotta ne olisivat helposti saatavilla useimmille menetelmän käyttäjille. Seuraavassa on näitä välineitä: [Cir09]

- **Ajastin**, joka voi olla vaikka tomaatinmuotoinen keittiökello, jota käytetään myös metodin tunnuksena. Kuitenkin mikä tahansa kello tai ajastin käy, jos siihen voi laittaa 25 minuutin ajastuksen. Lisäksi Internetistä löytyy ilmaisia ja maksullisia Pomodoro-ajastin ohjelmia tietokoneille, mobiililaitteille ja kännyköille.
- **Lista**, johon merkitään päivän aikana suunnitelluksi tehtävät asiat tärkeysjärjestyksessä.
- **ToDo-** muistio, johon täytetään jokaista päivää varten seuraavat asiat: päivämäärä, paikka ja tekijä sekä yleensä myös tehtävään arvioitu maksimiaika Pomodoro-yksiköissä.
- **Listan osa**, joka on otsikoituna ”Suunnittelematomiksi ja Kiireellisiksi Tehtäviksi”. Tähän listan osaan lisätään jokainen suunnittelematon mutta työn kannalta välttämätön tehtävä, aina kun sellainen tulee esiin päivän mittaan, esimerkiksi jotain tärkeää muistuu mieleen tai joudutaan korjaamaan työsuunnitelmia.
- **Tehtävien arkistointiluettelo**, jossa on tekijän nimi, joukko rivejä johon kyseiset tehtävät merkitään sitä mukaan, kun niitä tulee esiin. Päivän lopussa merkitään ylös valmiiksi saadut tehtävät.

Pomodoro-tekniikassa 25 minuutin pituista työaikayksikköä (engl. *unit*) kutsutaan nimellä ”Pomodoro” tai Pomodoro-yksikkö (engl. *Pomodoro unit*). Sana tulee italian kielen tomaattia tarkoittavasta sanasta ja tarkemmin tomaatin muotoisesta keittiökellosta, josta Francesco Cirillo sai idean menetelmänsä nimeämiseen. Pomodoro-tekniikan ideana on tehdä tuo aika mahdollisimman keskittyneesti ja yhtäjaksoisesti. Jos 25 minuutin työjakson katkaisee jokin, ei Pomodoro-työsuoritusta merkitä ylös. Samalla tavalla myöskin 25 minuutin kuluttua, kun ajastin hälyttää, on aika pitää tauko. Tämä pitää menetelmän mukaisesti tehdä silloinkin, kun työn jatkamiseen olisi runsaastikin motivaatiota tai työn imua. Tauolla suositellaan harrastaa jotain sellaista mikä auttaa virkistämään aivotoimintaa, esimerkiksi hieman liikuntaa. Tällainen toiminta antaa työntekijälle aikaa jäsenellä tehtyä työsuoritusta. Tauon aikana kannattaa välttää monimutkaisia tehtäviä, jotka heikentäisivät seuraavan Pomodoro-työyksikön tekemistä, antaisivat liikaa uutta jäseneltävää, tai häiritsisivät palautumista tauon aikana. Keskeytyksiä voi olla sisäisiä eli käyttäjästä itsestään johtuvia, kuten mieleen juolahtava idea jostain kiireellisestä, tai ulkoisia kuten puhelimen soiminen tai työtoverin vierailu. Neljän Pomodoro-työyksikön jälkeen on tarkoitus pitää isompi 15 - 30

minuutin tauko. Menetelmän tavoitteena on innostaa työntekijä suojelemaan työjaksoa keskeytyksiltä, eli mukaan voi tulla parhaimmillaan jonkinlaista pelillistä tai keräilyinnostusta suoritettuja Pomodoro-yksiköitä kohtaan. [Cir09]

Pomodoro-tekniikan raportointitehtävissä on ideana merkitä tarkkojen aikojen sijaan ylös tehtyjen kokonaisten Pomodoro-yksiköiden määrä. Menetelmän tavoitteena on myös opettaa arvioimaan omaa ajankäyttöä sekä miten tulosta voi parantaa käytetyssä ajassa. [Cir09]

Flow-tutkija Mihaly Csikszentmihalyi määrittelee, miten ihminen pyrkii parantamaan työsuoritustaan ja saa työstään flow-kokemusta ja samalla kehittyy taidoissaan kun työn haastavuus on sopiva ja motivaatio riittävän korkea. [Csí90]

Liian helppo työ voi johtaa turhautumiseen ja liian haastava ahdistumiseen. Optimaaliseen työsuoritukseen pyrkivä ihminen saa nautintoa löytäessään Flow- kokemuksen. Csikszentmihalyi myös kertoo miten esimerkiksi amerikkalaiset ihmiset usein nauttivat enemmän työ- kuin vapaa-ajastaan vastoin yleistä käsitystä. Vapaa-ajalla voi iskeä päämäärättömyys ja ihminen passivoituu, mutta jos ihminen löytää työstään motivaatiota hän voi olla työssään onnellisempi. Modernin työntekijän ongelma vaikuttaa olevan hänen suhtautumisessaan työhönsä, kuinka hän havaitsee päämääränsä suhteessa siihen. [Csí90, s. 160] Pomodoro-tekniikan tavoitteina on samalla tavalla saada ihminen innostumaan ajankäyttönsä parantamiseen. [Cir09]

### 3.4 Yhteenveto

Pomodoro-tekniikka on toteutukseltaan mahdollisimman yksinkertaiseksi suunniteltu ajanhallinta ja motivointitekniikka. Pomodoro -tekniikan kehittäjän Cirillon tavoitteena on myös ollut että Pomodoro -tekniikan noudattaminen ei vaadi erityisiä kalliita välineitä. Ideana on jakaa työ pienempiin paremmin hallittavissa oleviin yksiköihin, ja maksimoida keskittymiskyky niiden ajaksi, sekä huolehtia tauottamisesta. [Cir09]

Pohdittavaksi jää onko tämän ajanhallintatekniikan tarjoama motivointi toimivaa. Tekniikalle voi tarjota kritiikkinä että töiden tauottaminen voi katkaista työinnon eli flow- tilan, tai että ajanhallinta vaatii toteuttamiseen oman työpanoksensa. Avoimeksi jää kysymyksiä: Onko tekniikan toimivuudessa ja motivoivassa vaikutuksessa eroa eri työskentelytapoihin tottuneiden ihmisten välillä? Miten vaikuttaa se millaisen perehdytyksen ja motivoinnin Pomodoro- tekniikkaan työntekijä saa alun perin? Ja lisäksi kuinka asiaan vaikuttavat työyhteisön olemassa olevat käytännöt ja ilmapiiri?

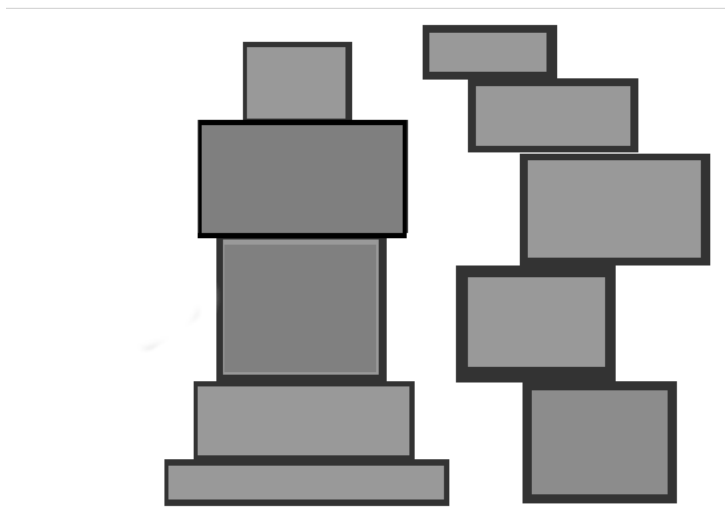
Tutkimus [HJK97] kuvasi miten etukäteen suunniteltu tauotus ehkäisee oireiden ilmaantumisen ja käyttäjillä on taipumus pitää tauko vasta oireiden jo ilmaannuttua. Ehkä tauotusta sisältävät tekniikat kuten Pomodoro voisivat auttaa erityisesti töissä joissa istutaan paljon paikallaan työpisteessä?

## 4 Alexander-tekniikka

Voisiko Alexander-tekniikan lähestymistapaa soveltaa tähän hahmotelmaan?

Alexander-tekniikassa käytetään termiä hyvä itsekäyttö ihmisen kyvystä käyttää kehoaan ja mieltään tarkoituksenmukaisesti eri toiminnoissa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi kuinka henkilö onnistuu säilyttämään toimivan ergonomian työssä. Hyvä itsekäyttö tarkoittaa myös kykyä eri vaihtoehtojen löytämiseen ongelmatilanteisiin sekä työ- että arkiasioissa. Alexander-tekniikka on kehon ja mielen uudelleen opettamiseen kehitetty käytännön menetelmä, jolla pyritään parantamaan itsekäyttöä eri tilanteissa. Ei ole aina eduksi vain toistaa totuttuja kaavoja. Tottumuksiin liittyy usein huonoja työasentoja tai asioiden tekemistä turhan suurella työllä.

Alexander-tekniikassa vartaloa ja sen liikkeitä tarkastellaan psykofyysisen (*engl. psychophysical*) kokonaisuuden osana. Kehon ja mielen ajattelemisen yhtenä kokonaisuutena, eli psykofyysisenä kokonaisuutena on nyt tutkielman teko ajankohtana ajankohtainen aihe, esimerkiksi anturiteknologian kehityksen ja urheilututkimuksen myötä. Filosofi Descartes tuli tunnetuksi muun työnsä lisäksi erottelustaan kehon ja mielen välillä, katsomuksesta joka oli aikansa hyvin voimakkaasti mukana länsimaisessa tieteellisessä maailmankuvassa. Tutkimus kehon ja mielen vuorovaikutuksesta on kuitenkin nykyaikana ajankohtaista. Nähtäväksi jää edistyykö tällainen tutkimus kuinka nopeasti tieteen ja teknologian kehityksen myötä seuraavina vuosikymmeninä. Henkisten ja fyysisten tekijöiden vuorovaikutus tulee esiin esimerkiksi työergonomiassa. Nykyiset työtehtävät ovat usein tietointensiivisiä ja tavoitettavuuden vaatimukset siirtyvät vapaa-ajalle. Vaikka töissä ei käytettäisi näennäisesti paljoa fyysistä voimaa, voi staattinen työ toimistossa olla hyvinkin rasittavaa keholle.



*Kuva 4.1: Kuva palikoiden tasapainosta, vasemmalla olevan palikkapinon osien suhteet ovat vakaammat.*

Nykyihmisen kehossa on usein paljon ylimääräistä jännitystä ja hänen niskansa, päänsä ja selkänsä suhde epätasapainossa. Tätä tasapainoa parantamalla pyritään saamaan koko keho vapautumaan, jolloin liikkuminen helpottuu.

Ihmisen kehon osien tasapainoa voi kuvata niinkin yksinkertaisella vertauskuvalla kuin laatikkotorni (kuva 4.1). Jos yksi laatikko työntyy pois paikaltaan, pitää toisia laatikoita siirtää tasapainon vuoksi, muuten yhdistelmä on huterana. Tämä toimii vertauskuvana esimerkiksi miten ihmisen ryhti ja keho voivat kärsiä eroosiosta päivän aikana, ja olla pidemmän päälle huonossa kunnossa. Hyvä ryhti antaa mahdollisuuksia kohdata elämän tuomat haasteet, englanniksi käytetään termiä *poised for life*. Useat ihmiset ”nojaavat” seisossaan johonkin kohtaan itsessään. Monet nojaavat lantioonsa, toiset yläselkäänsä, jotkut jompaan kumpaan jalkaansa. Ihmistä ei kuitenkaan ole suunniteltu nojailemaan, vaan vaivattomammin ja vähimmällä energialla ihminen seisoo jaloillaan silloin, kun molemmat jalat ovat maassa ja paino jakautuu niille tasaisesti. [Sar06 s.100]

Alexander- tekniikassa tärkeä periaate on, että terve ihminen on aina hieman liikkeessä, mikä on suotavaa verrattuna staattista kuormitusta aiheuttaviin asentoihin. Esimerkiksi hyvä hengittäminen vapaasti vaatii kehon luonnollista liikettä. Tämä tarkoittaa sitä että ihminen liikkuu hieman hengityksen tahtiin, ja hän ei vedä itseään kasaan tarpeettomasti, jotta hänellä on tilaa hengittää, ja keho voi paremmin. Alexander- tekniikassa käytetään termiä kehon luonnollinen ryhtimekanismi kun ihmisen tasapaino toimii vapaasti ilman ylimääräistä tukea ja jännittämistä.

Nykyiset työpisteetkin ovat usein varustettuja liiallisilla tuilla. Tuet saattavat ennemmin haitata ihmisen hyvinvointia, kuin auttaa sitä, koska ne vähentävät luonnollista liikettä. Ihmiset tottuvat nykyaikana vähäiseen liikkumiseen ja menettävät kyvyn luonnolliseen ryhtiin. Edellä mainittu liiallisten tukien tarve on usein seurausta huonosta fyysisestä kunnosta tai tottumuksista. Tuolin selkänöjakin ehkäisee usein luonnollista liikettä. Tutkimuksessa [KPJ86] todettiin että staattista kuormitusta pitäisi pyrkiä vähentämään lisäämällä dynaamisia työliikkeitä. Tutkimuksessa käsitellään fyysisen vastuksen mittaamista kuormitukselle kehossa ja luustossa yhtenä tutkimusaiheista. Arviointi perustuu kuormituksen aikaan ja keston. Riskirasitus ja toisaalta riittävä terveyttä edistävä rasitus arvioidaan kuormituksen määrän mukaan. Tietokoneen ääressä työskentelevien kannattaa edellä mainitun pohjalta pyrkiä löytämään sujuvaa vaihtelua työasunnoissa ja -tehtävissä lisätäkseen liikettä.



Tässä tutkielmassa oletetaan että Alexander-tekniikan oppiminen auttaa löytämään mahdollisuuksia vähentää staattista kuormitusta ja lisäämään luontaista dynaamista liikettä.

Alexander -tekniikka perustuu kolmeen olettamukseen [Ern08]:

- 1. Käyttö vaikuttaa toimintaan.**
- 2. Organismi toimii kokonaisuutena.**
- 3. Pään, niskan ja selkärangan suhde on elintärkeä organismin kyvyille toimia optimaalisesti.**

#### 4.1 Taustaa

Tasmaniassa syntynyt Frederick Matthias Alexander kehitti Alexander-tekniikan periaatteet vuonna 1890 ensin omaan käyttöönsä toimiessaan lausuntataiteilijana ja näyttelijänä. [Gel13, s. 22, 23] Hänen erikoisalaansa lausuntataiteilijana oli Shakespearen tekstien lausuminen.

Äänenkäytön opettajat ja lääkärit neuvoivat Alexanderia ”lepuuttamaan ääntään”. Hän huomasi noudattaessaan neuvoa, että oireet pysyivät poissa, kunhan hän ei yrittänyt lausua. Kerran hän antoi äänensä levätä kaksi viikkoa ennen erityisen tärkeää esiintymistä; esityksen puolivälissä ääni petti. Kovisteltuaan lääkäriään asiasta, Alexander sai ohjeen lepuuttaa ääntä edelleen, hän päätti kuitenkin ottaa ohjaat omiin käsiinsä ja etsiä parannuskeinoa. [Gel13, s. 23]

Ongelma johtui selvästikin jostakin, mitä hän teki käyttäessä ääntään. Koska vaikeuksia ei ilmennyt tavallisessa puheessa, hän päätteli, että ongelman syyn täytyi liittyä johonkin jota hän teki lausumisen aikana. [Gel13, s.23] Peilin edessä seisten hän alkoi yksityiskohtaisesti havainnoida sitä, mitä hän kutsui ”tekemistavakseen”. Kun hän alkoi lausua, hän huomasi kolme asiaa: hän jäykisti kaulaansa, josta seurasi pään vetäytyminen taaksepäin, ja hän painoi kurkkuaan kohtuuttomasti alas ja hän haukkoi henkeään. [Gel13, s. 23]

Hän päätti yrittää estää näitä asioita. Hän ei tietoisesti pystynyt olemaan painamatta kurkunpäättään alaspäin tai estämään itseään haukkomasta ilmaa, mutta onnistui ainakin jossain määrin olemaan vetämättä päätään taaksepäin. Kun hän oppi paremmin välttämään vääränlaista toimintatapaa, hän huomasi, että äänen laatu koheni, ja lääkäritkin vahvistivat, että hänen kurkunpäänsä voi paremmin. Hän käytti tästä valinnanmahdollisuudesta sanaa *use of self* (käyttö, itseohjaus). [Gel13]

Alexander kuvaili 40 vuotta myöhemmin kirjassaan *The Use of the Self*, miten lääkäreiltä ja äänenkäytön opettajilta saadut neuvot eivät tuottaneet toivottuja tuloksia. Sen tähden hän aloitti oman tutkimuksensa puhumistottumuksistaan peilien avulla. Alexander tutki mistä äänen käheytyminen johtui. Tutkittuaan ongelmaa aikansa hän teki löydön että käyttämällä toimintojensa tietoista kontrollia, inhiboimalla huonot liikkeet enemmän kuin yrittämällä ”tehdä” oikeita liikkeitä

ja keskittämällä huomiona enemmän keinoihin kuin päämääriin, hänen ääniongelmansa ja pitkään kestäneet hengitysongelmansa ratkesivat. Alexander-tekniikka perustuu siis pitkälti ongelmien ennaltaehkäisyyn. Alexander-tekniikka kehittyi näiden löytöjen pohjalta. [Wik2]

Matthias Alexander kirjoitti neljä julkaistua teosta Alexander -tekniikan periaatteista, jotka ovat aikajärjestyksessä:

- ***Man's Supreme Inheritance* ilmestyi vuonna 1918**
- ***Constructive Conscious Control of the Individual* ilmestyi vuonna 1923**
- ***The Use of the Self* ilmestyi vuonna 1932**
- ***The Universal Constant in Living* ilmestyi vuonna 1940**

Mathias Alexanderin mukaan ihmisen itsensä vastuulla on tietoinen kontrolli tavoistaan ja keinoistaan käyttää itseään eli kehoaan ja mieltään. Ihmisen ei pitäisi vain luottaa aiemmin opittuihin tottumuksiin ja tapoihin, vaan osata löytää parempia ratkaisuja ennaltaehkäistäkseen tulevia ongelmia ja iloitakseen enemmän elämästään. Tämä tarkoittaa esimerkiksi ergonomista työntekoa ja asioiden tekemistä kevyesti, siis mahdollisesti jopa saaden enemmän aikaa, mutta vähemmällä turhalla ponnistelulla. Työteho voi nousta tarkoituksenmukaisen toiminnan kautta ja samalla ihminen tiedostaa paremmin miten huolehtia hyvinvoinnistaan.

## 4.2 Alexander -tekniikan päämäärät

Henkilön on vaikea ymmärtää Alexander-tekniikan tehoa, jos hän ei ole itse saanut aitoa esittelyä periaatteiden soveltamisesta käytännössä. [MA23, s. Xxv] Nämä periaatteet ovat erittäin tärkeitä koska elämämme kaikissa asioissa voi ilmetä huonosti toimivaa aistien hallintaa ja tilannekohtaista arviointikykyä, koskien sekä meitä että toimintaamme. [MA23, s. Xxv] Kun oppilas keskittyy metodiin eikä vain päämäärien saavuttamiseen, hän ymmärtää aistien arvostamisen merkityksen. [MA23, s. Xxv]

Alexander-tekniikan mukaisesti ihmisen on keskeistä miettiä keinoja päästä päämääriinsä, ei korostaa päämääräkeskeisyyttä. Tämä tarkoittaa että ihmisen tulisi huomioida esimerkiksi hyvän ergonomian toteutumista ja tauottamista työ- sekä vapaa-ajalla. Toisin sanoen sitä että ihminen pysähtyy ajoittain katsomaan ympärilleen ja käyttämään harkintakykyään tekemisessään.

Alexander-työssä päämäärähakuisuudella tarkoitetaan pyrkimystä tavoitteisiin ilman, että kiinnitetään huomiota keinoihin, joilla tavoite saavutetaan. Päämäärähakuisuus saa aikaan sen että ihminen käyttäytyy jännittyneesti ja käyttää ylimääräistä energiaa tottumusten ohjaamalla tavalla. [Sar06, s. 84 - 85]

Alexander-tekniikan opettajat opettavat käsillään ja verbaalisesti oppilailleen kuinka

vähentää vahingollisia asento- ja liiketottumuksia. Lisäksi tekniikan avulla pyritään muuttamaan totuttuja tapoja liittyen kipua tai stressiä aiheuttaviin aistimuksiin. Opettaja ohjaa käsiensä avulla oppilastaan päivittäisissä toimissa auttaakseen tätä kokemaan uudenlaista kehonkäyttöä. Uudenlaisen kehonkäytön tavoitteena on olla sellaista, johon liittyy vähemmän pakottamista tai ylimääräistä työtä. Tämä opettaa toimimaan tehokkaammin vähemmällä rasituksella. Alexander-tekniikan mukainen verbaalinen ja käsin tehty ohjeistus eroaa huomattavasti terapiamuodoista, kuten fysioterapiasta ja osteopatiasta. [WM11]

Yksi hyvin suunniteltu ja toteutettu satunnaistettu kontrolloitu tutkimus osoitti että Alexander-tekniikan oppitunnit johtivat merkittävästi suurempiin selkäkipujen ja selkäkivuista johtuvien poissaolojen vähentymiseen pitkällä aikavälillä verrattuna yleislääkärin hoitoon (*engl. GP care*). Aiempi pienempi satunnaistettu kontrolloitu tutkimus tuki tätä tulosta selkä kivun osalta. Alexander-tekniikan hyödyllisyydestä on saatu tieteellistä tutkimusnäyttöä yleisen määrittelemättömän selkä kivun ja parkinsonin taudin oireiden vähentämisessä. [WM11]

Esimerkiksi eräs kokeellinen tutkimus arvioi muutoksia fyysisessä toiminnassa ja ahdistuneisuudessa kahdeksalla aikuisella, joilla on oppimisvaikeuksia, ja niihin liittyviä fyysisiä ongelmia. Alexander-tekniikan opettajan ja fysioterapeutin tekemät arviot olivat suurimmaksi osaksi subjektiivisia. Seitsemässä osallistujassa kahdeksan joukosta havaittiin parantunutta liikkuvuutta ja lihasjännityksen vähenemistä. [Mai96] Alexander-tekniikasta on tehty vain muutamia tieteellisiä tutkimuksia. Laajin tutkimus on Victorinoxin teettämä vuodelta 2002. [GSP09]

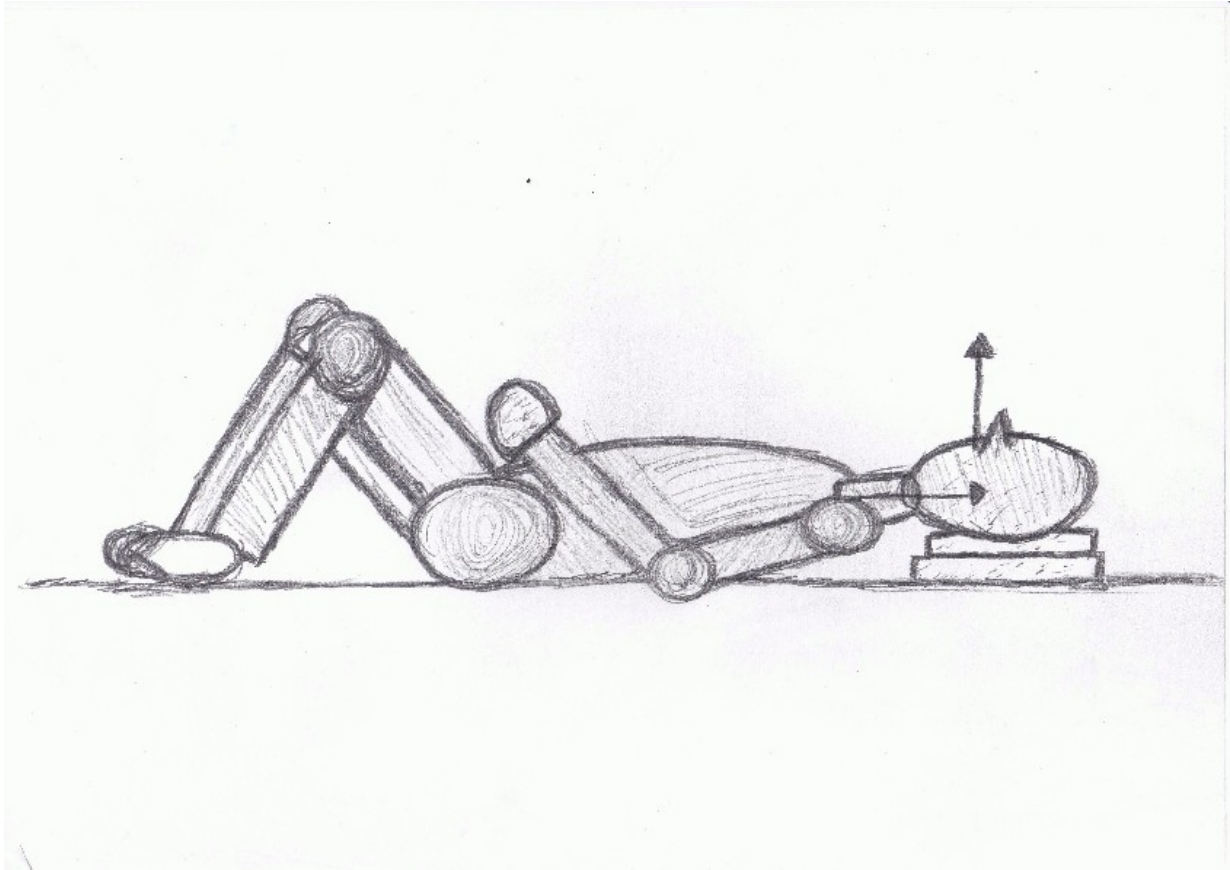
### 4.3 Käsitteet ja metodi

Tietoinen inhibointi tarkoittaa välittömän tottumuksen mukaisen reagoinnin estämistä tarkoituksellisesti, jolloin inhiboivalle henkilölle jää mahdollisuus valita tietoisemmin reagointinsa tilanteeseen. Esimerkiksi että henkilö odottaa hetken ennen kuin toimii tottumustensa mukaisesti. [JP65] Frank Jones Pierce määrittää Alexander-tekniikan empiiriseksi metodiksi tottumuksen mukaisten tapojen muuttamiseksi ilmenevissä tilanteissa. Alexander-tekniikassa käytetään keinona sellaisten asentojen inhibointia, jotka häiritsevät pään tasapainoa. Silloin luontaisen ryhdin voi säilyttää opettelemalla eroon huonoista asentotottumuksista. Alexander-tekniikan vaikutuksesta voidaan tehdä asioita kevyemmin ja vähemmällä työllä.

Luonnollinen ryhtimekanismi (*natural balance*) toimii kun ihmisen keho on tasapainossa ja vapaana luonnolliseen liikkeeseen.

Ihmiskeho on kokonaisuus, jonka tasapaino häiriintyy epäergonomisista tottumuksista, stressistä ja elinolosuhteista. Eli toisin sanoen luonnollinen ryhti ja tasapaino kärsii kun kehoon

kertyy vääränlaista rasitusta esimerkiksi huonojen tottumusten tai työasentojen vuoksi.



*Kuva 4.2: Semi-supine aktiivinen lepoasento*

Semi-supine (kuva 4.2) tarkoittaa aktiivista lepoasentoa, joka toimii Alexander-tekniikassa opetuksen lisäksi täydentävänä sovelluksena. Useimmat opettajat opastavat oppilastaan kokeilemaan makaamaan kirjapino pään alla osana yksityistuntejaan [Ste87, s. 85]. Semi-supinessa keho on niin hyvin tuettuna lujaa alustaa vasten, että on huomattavasti tavanomaista helpompaa olla reagoimatta ja luopua tottumuksenmukaisista ylimääräisistä jännityksistä, jolloin vartalo pääsee vapautumaan [Sar06, s. 89]. Alkuperäisessä merkityksessään rentoutuminen tarkoittaa sitä että lihas lakkaa tekemästä työtä ja palautuu alkuperäiseen pituuteensa [Sar06, s. 89].

Nykyään kuitenkin käsitteet rentous ja velttous ovat menneet sekaisin. Olemme alkaneet pitää rentoutena sitä, mikä on hereillä olon ja aktiivisen elämän kannalta selvästi ylirentoa. Unen aikana lihaksisto muuttuu veltoksi, kun lihasjännite kehossa laskee. [Sar06, s. 89]

Kurottaminen kohti tietokoneen tai älykännykän näyttöä on ajankohtainen ryhtieroosiota sekä tulevia terveyshaittoja kehittävä ongelma, joka korostuu vielä lisää esimerkiksi väsymyksen myötä iltapäivällä, sekä likinäköisillä. Erityisesti voi olla huolissaan niistä jotka käyttävät älylaitteita jo lapsesta saakka. [Yle18] Alexander -tekniikan kaltaiset menetelmät voisivat auttaa ennaltaehkäisemään tällaisia terveyshaittoja?

## 4.4 Yhteenveto

F. Matthias Alexander kehitti nimeään kantavan tekniikan periaatteet vuonna 1890. Termi hyvä itsekäyttö mittaa ihmisen kykyä käyttää kehoaan ja mieltään tarkoituksenmukaisesti eri tilanteissa.

Alexander -tekniikkaa voi kuvailla menetelmäksi välttää epäedullisia asentotottumuksia, mikä tarkoittaa esimerkiksi sitä miten säilytetään luontainen ryhti ja vältetään vetäytymistä kasaan eri tilanteissa päivän aikana.

Tutkielmassa oletetaan että Alexander-tekniikka voisi olla jollain tavalla osallisena tässä tutkielmassa kuvatussa järjestelmässä. Menetelmän yhtenä tavoitteena on vähentää staattista kuormitusta, ja opettaa työntekijää huolehtimaan paremmasta ergonomiasta, kun hän tekee työtään.

## 5 Kehonkäytön mittausmenetelmät: Anturit

Pitkäkestoisilla ja tarkkoilla biosignaaleihin perustuvilla autonomisen hermoston, verenkiertoelimistön ja lihasten mittauksilla voidaan määrittää eri elinjärjestelmien kuormittuminen sekä työssä että vapaa-aikana. [KT10 s. 38]

### 5.1 Kehoanturit ja kehoanturiverkot

Anturi eli sensori (*sensor*) koostuu kolmesta tai neljästä osasta eli anturiosasta, tietoliikenneosasta, prosessointiosasta ja mahdollisesti energialähteestä. Kehoanturi voi ottaa energiansa akun sijasta esimerkiksi ihmisen liikkeessaan kehossaan tuottamasta energiasta.

Langattomien viestintäteknologioiden kehitys sellaisissa asioissa kuin päälle puettavat ja kehoon kiinnitettävät kehoanturit (bioanturit) on yhdessä sulatettujen järjestelmien viimeaikaisen kehitysaskelten kanssa sallinut kehoalueverkkojen (*WBAN*) suunnittelun, kehityksen ja käyttöönoton. Nämä verkkoratkaisut avaavat teitä uusille innovaatioille terveydenhoidon tarkkailu sovelluksissa [CGV10, s. 171]. Anturit ovat langattomien kehoverkkojen oleellisia komponentteja.

Langattomat anturiverkot (*Wireless Sensor Networks, WSN*) ovat tämän tutkimuksen teko ajankohtana sovelluskohteiden määrän ja käyttömäärän suhteen kasvava ratkaisu esimerkiksi teollisuudessa ja terveydenhuollossa. Useita antureita voidaan liittää yhteiseen langattomaan verkkoon.

Langattomat kehoanturiverkot (*Wireless Body Area Sensor Networks, WBAN, WBASN*) määritellään langattomien anturiverkkojen osa-alueeksi. Kyseessä on tutkimuksen tekohetkellä nopeasti kehittyvä teknologia. Langattomat kehoanturiverkot mahdollistavat suunnitella ja toteuttaa

uudenlaisia ihmisen ja tietokoneen välisen vuorovaikutuksen sovelluksia. Ihmisen liikkeen, eleiden ja aktiviteettien automaattinen tunnistaminen on aihe, jota tutkitaan monissa yhteyksissä.

Esimerkiksi mobiilin tietotekniikan yleistymisen myötä perinteiset näppäimistöt ja hiiret voivat käydä harvinaisimmiksi tavoiksi ohjata tietotekniikkalaitteita, tilalle voi tulla vaikka ohjaamista kehon ja sormien liikkeillä. Kehon asennon ja aktiviteettien mittaamista voidaan käyttää lisäksi mm. viihteellisiin, kuntoilun, urheilututkimuksen ja terveydenhoidon sovelluksiin. *Human Computer Interaction*, (HCI) on ratkaisu, [FPB07, s. 337] joka saadaan yhdistämällä langattomia kehoantureita ihmisen mukana kulkevaan lähiverkkoon. Ne ovat tämän tutkimuksen kirjoittamisajankohtana yleistymässä nopeasti monissa sovelluskohteissa, kuten esimerkiksi terveydenhoidossa ja liikuntavalmennuksessa. Ne linkittävät fyysisen maailman ja elektroniset systeemit. Koska nämä anturit ovat suorassa kontaktissa henkilön kanssa, tai jopa laitettu hänen kehonsa sisään joissain lääketieteellisissä sovelluksissa, niiden koko ja sopivuus ihmisen hyvinvointiin ovat tärkeitä. Tämä motivoi etsimään ja kehittämään uusia materiaalitarkaisuja kehoantureiden toteuttamisessa. Kehoantureita käytetään langattomien kehoanturiverkkojen tietolähteinä keräämään käyttäjän tai potilaan terveydellisiä signaaleja. Kehoanturilaitteet ovat kehittyneet pienemmiksi ja päälle puettaviksi, mikä tekee langattomista kehoanturiverkoista todennäköisempiä sovelluskohteita erittäin dynaamisiin ympäristöihin sekä kaikkialle mukana kulkeviin (*engl. pervasive*) järjestelmiin. Tämä pätee verrattuna esimerkiksi aikaisempiin lääketieteellisiin sovelluksiin. [CGV10, s. 176]

Kehoa tarkkailevat anturit eli kehoanturit (*body sensors*), voivat ottaa energiansa esimerkiksi suoraan ihmisen liikkumisesta. [JMO+05]

Muutaman viime vuoden aikana kehoanturiverkkojen kehitys on painottunut suurilta osin langattomien antureiden suunnitteluun, virrankulutuksen pienentämiseen, anturien koon minimointiin, vähän virtaa kuluttaviin mikropiireihin, signaalinkäsittelyyn ja viestintäprotokolliin. [CGV10, s. 171]

Tutkijoilla, systemasuunnittelijoilla ja sovelluskehittäjillä on ollut viime aikoina kasvava kiinnostus uuden tyyppistä verkkoarkkitehtuuria kohtaan. Kehoanturiverkko (*engl. Body Sensor Network, BSN*) tai kehoalueverkko/kommunikointiverkko (*engl. Body Area Network, BAN*) on tullut mahdolliseksi toteuttaa uusien kevyiden, pienikokoisten, vähän virtaa käyttävien ja älykkäiden päälle puettavien sensorien kehityksen myötä. BAN -anturit mittaavat ihmisen fysiologisia aktiviteetteja ja vireystilaa, kuten esimerkiksi ryhtiä ja kehon liikeratoja työn aikana.

## 5.2 Kehoanturityypit

WBAN voi sisältää suuren joukon erilaisia fysiologisia antureita [JMO+05] sen mukaan millaisesta ratkaisusta tai käyttäjäsovelluksesta on kyse. Useista antureista saatavaa informaatiota voidaan yhdistää esimerkiksi suorituksen kuormittavuuden arviointia varten. Fysiologisia antureita on olemassa esimerkiksi seuraavia tyyppejä:

- Elektrokardiogrammi (EKG) mittaamaan sydänsähkökäyrää ja sydämen aktiivisuutta
- EMG eli elektroneuromyografia (ENMG) anturi mittamaan lihasaktiivisuutta
- EEG eli aivosähkökäyrä (*engl. electroencephalography, EEG*) mittaamaan aivojen sähköistä aktiviteettia
- verenpainemittari
- kallistusanturi (gyroskooppi) mittamaan kehon asentoa
- hengitystä mittaava anturi hapen ja hiilidioksidin kulun mittaamiseen (*engl. respiration*)
- liikkuvuusanturi tai kiihtyvyyssanturi mittaamaan käyttäjän fyysistä aktiivisuutta
- ”äläysukka” on anturi tai anturilla varustettu kengänpohjallinen, joka käytetään käyttäjän yksittäisten askelmien erotteluun

Tutkimuksessa [JMO+05] esitetään miten langattomien antureiden tulisi täyttää seuraavat vaatimukset:

- anturin pieni paino ja koko
- pieni tehon tarve joka mahdollistaa pitkän toiminta-ajan, voimanlähde (huomioidaan mahdollinen lataustarve ja latauksen kesto, jos kyseessä on akku)
- saumaton yhdistäminen WBAN -verkkoon
- standardipohjaiset käyttöliittymät
- potilaskohtainen kalibrointi, viritys- ja säätömahdollisuus
- sensorin sijoittaminen ja asentaminen, myös että tiedetään mitkä paikat kehossa ovat tärkeitä mittauksen kannalta.
- automaattinen tiedon lähettäminen
- intuitiivinen ja selkeä käyttöliittymä

### 5.3 Päälle puettavat anturit, älyvaatteet ja kiinnitettävät anturit

Älyvaatteet tai päälle puettavat anturit (*wearable electronics*) ovat tällä hetkellä (vuonna 2019) nopeasti kehittyvä ubiikin tietotekniikan sovellus.

### 5.4 Etätunnisteet (RFID)

RFID (Radio Frequency IDentification) on elektroninen merkitsemisteknologia, joka mahdollistaa esineen tai henkilön automaattisen tunnistamisen etäältä ilman suoraa näköyhteyttä käyttäen elektromagneettisen signaalin lähetystä ja vastaanottoa. Tyypillisiä käyttökohteita ovat kauppojen kassojen hälytyssysteemit, esineiden sijaintien jäljittäminen inventaariota tehdessä, maratonjuoksijoiden ajan mittaaminen, turvalliset autonavaimet, ja tiloihin pääsyn kontrollointi. [Wan04]

RFID on ratkaisu tiedon varastointiin ja hakemiseen elektromagneettisten lähetysten kautta RF-yhteensopivista siruista. RFID-tunnisteita käytetään esimerkiksi tuotteiden etiketteinä ja esineitten jäljittämiseen supermarketissa sekä valmistajien tietojen säilyttämiseen. Niitä voi kiinnittää esimerkiksi vaatteisiin kehonkäytön tutkimista varten mittamaan sijaintia, asentoa ja liikettä. RFID-tunnisteita käytetään myös esimerkiksi juoksukilpailuissa tulosten laskennan apuna ja autojen avainten varmistamiseen, sekä tilojen turvallisuusjärjestelyissä.

Artikkelissa [Wes04 s. 5] kerrotaan, miten RFID-etiketit luokitellaan aktiivisiin, passiivisiin ja semi-aktiivisiin sen mukaan onko niihin liitetty oma virtalähde. Aktiivisissa etiketeissä on riittävä voimanlähde ja mahdollisuus aktivoida yhteys lukijaan. Passiivinen RFID-etiketti rakentuu seuraavista kolmesta osasta [Wan04, s. 2]:

- Antenni
- Silikoni mikropiiri
- Kotelointi- tai alustamateriaali

Näitä etikettejä kutsutaan yleisesti passiivisiksi koska ne eivät vaadi akkuja tai ylläpitotoimia. Etikettien toiminnoissa on eroja sen mukaan millä taajuuksilla ne toimivat. [Wes04, s. 43]

Passiivinen RFID-tunniste ottaa energiaa induktioperiaatteella antennin kautta radioaalloista ja heijastaa osan energiasta tunnistetietoa sisältävinä radioaaltoina takaisin. Puolipassiivinen, nimeltään myös semi-passiivinen (*engl. Semi-passive*), ja semi-aktiivinen, (*engl. semi-active*) tunniste toimii kuten passiivinen, mutta voi käyttää lisäksi omaa voimanlähdettään tietojen säilyttämiseen muistissaan ja moniin muihin käyttötarkoituksiin. Aktiivinen RFID-tunniste sisältää radiolähetintä varten energialähteen mahdollistaen pidemmän toimintasäteen. Passiivisilla RFID-tunnisteilla on lyhyin kantomatka, mutta ne ovat edullisimpia valmistaa.



RFID -etikettien kustannuksiin vaikuttaa myös se onko niissä muistia, johon voi tallentaa tietoa. RFID -etiketit joihin voi kirjoittaa voivat olla ”lue ja kirjoita”- tyyppiä tai WORM- tyyppiä (write once, read many, kirjoita kerran, lue monta kertaa). Artikkelissa [BF14] kuvataan RFID-etiketin toimintavaiheet. Kaikki etiketit toimivat perustasolla seuraavalla tavalla:

1. RFID-etikettiin on tallennettu tiedot lukemista varten, ja RFID -etiketti on valmiina signaalin vastaanottoon.
2. RFID-etiketin antenni vastaanottaa sähkömagneettista energiaa RFID- lukijan antennista.
3. RFID-etiketti käyttää energiaa sisäisestä energialähteestään tai RFID- lukijan lähettämästä sähkömagneettisesta kentästä, ja lähettää sen jälkeen radioaallot takaisin lukijaan.
4. Lukija vastaanottaa RFID-etiketin lähettämät radioaallot ja lukee radiotaajuisesta lähetyksestä tarkoitetun tiedon.

## 5.5 Yhteenveto

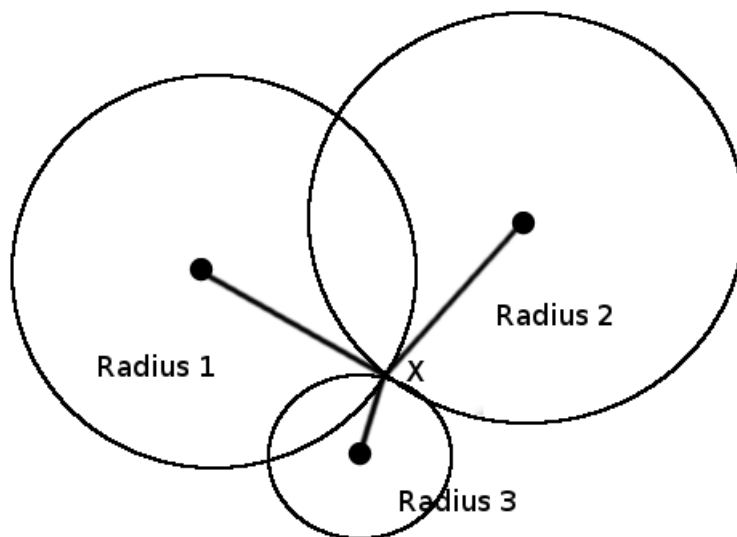
Anturi voi olla tyypiltään passiivinen, semiaktiivinen tai aktiivinen. RFID- etiketti voi olla passiivinen tai aktiivinen ja varustettu omalla energialähteellä. Käyttäjän liikkeen ja asentojen sekä fyysisen kunnan ja voinnin mittaamiseen soveltuvia teknologioita ovat anturit ja RFID-etikettien avulla toimiva paikannus. Langattomien kehoantureiden kehitys mahdollistaa kehoanturiverkkojen yleistymisen (*WBAN*). Kehoanturiverkot puolestaan tarjoavat uusia mahdollisuuksia esimerkiksi ergonomian, terveydenhoidon, ja liikunnan tutkimukseen.

## 6 Kehonkäytön mittausmenetelmiä: liikkeentunnistus ja kamerat

Käydään vielä läpi millaisilla teknisillä menetelmillä käyttäjää voidaan havainnoida ja arvioidaan niiden soveltuvuutta tutkielman kuvaaman hahmotelman toteutukseen.

### 6.1. Paikannus RFID -etikettien avulla

Radiotaajuiset etätunnisteet ovat edullinen tekniikka havaita esineitä tai ihmisiä tilassa. [LBN+08] Radiotaajuinen etätunnistus (RFID) ja langaton anturiverkko (WSN) ovat kaksi tärkeää langatonta teknologiaa, joilla on suuri valikoima sovelluksia ja jota tarjoavat tulevaisuudessa paljon potentiaalia. RFID-teknologia tekee mahdolliseksi havaita ja tunnistaa objekteja paremmin kuin aiemmat sensoriteknologiat. RFID-teknologia sopii ihmisen kehon asennon ja liikkeen mittaamiseen.



*Kuva 6.1: Esineen paikantaminen tilassa lateraation avulla*

Esineen löytäminen 2 -ulotteisessa tilassa lateraation avulla (kuva 6.1) vaatii paikantamista kolmen sellaisen pisteen avulla, jotka eivät ole suoralla viivalla [Hig01, s.3]. RFID- etiketillä varustetun esineen paikan kordinaattien löytämisessä käytetään lateraatiota. Jos tageja kiinnittäisi useita vaikka vaatteisiin, niillä voitaisiin mitata myös kehon asentoja.

## 6.3 Kamerate

Liikkeentunnistusta (*engl. motion capture, motion tracking, mocap*) käytetään esimerkiksi elokuvateollisuudessa, tietokonepelien hahmoanimaatioiden teossa näyttelijöiden avulla, ja liikuntatieteellisessä tutkimuksessa. Liikkeentunnistuksessa yhden tai useamman ihmisen liikkeet mitataan yleensä montaa kertaa sekunnissa.

Passiiviset markkerit (*engl. passive marker*) ovat heijastavaa materiaalia ja niiden avulla merkityt kohteet, kuten ihmisten kehonosat, on helpompi tunnistaa kameran tallenteesta. Aktiivisissa markkereissa (*engl. active marker*) on esimerkiksi ajastetusti vilkkuvia LED-valoja jotka helpottavat tunnistamista. Markkereita voidaan kiinnittää myös ihmisten vaatteisiin. Kameroiden apuna voi käyttää markkereita, mutta ne pitäisi kiinnittää tietokoneen käyttäjän vaatteisiin, tai pukea hänen päälleen, ja se vaikuttaa omalta osaltaan käyttömukavuuteen.

Kamerate voitaisiin kiinnittää työpöytään, työhuoneen seinään, kattoon tai tietokoneeseen. Tietokoneessa voi olla valmiinakin kamera, mutta silloin kuvantunnistusohjelman toimintaan vaikuttaisi millainen kamera ja laiteohjelmisto kyseisessä koneessa olisi.

Tutkimuksen tekijä olettaa että on liian haastavaa vielä vuonna 2019 saada sopivaa ohjelmistoa toteutuksen soveltamiseen käytännössä. Normaalialla kameraa käyttäessä kuvantunnistusohjelmiston pitäisi olla tarpeeksi kehittynyt, ja voitaisiin tutkia, oliko tutkielman teko hetkellä saatavilla riittävän hyviä kuvantunnistusohjelmistoja, että ne toimisivat tällaisessa käyttötarkoituksessa. Oletetaan että vielä ei ole saatavilla tarpeeksi kehittyneitä kuvantunnistusohjelmistoja niin kustannustehokkaasti että kameran avulla toimiva toteutus kannattaisi. Tulevaisuudessa ihmisen asennot ja liikkeet on aina paremmin arvioitavissa kameroiden avulla kun ohjelmistot kehittyvät. Tämä voidaan jättää myöhempien tutkimusten aiheeksi.

Jos markkereita käyttäisi apuna kiinnittämällä ne ihmisten vaatteisiin, niiden sijasta voisi jo kiinnittää toimivia antureita tai RFID-etikettejä. Kun asennot ja liikkeet mitattaisiin pelkästään radioaaltojen välityksellä (RFID), tai antureiden teknologialla, kameroita ja kuvantunnistusta ei tarvitsisi, vaan selvittäisiin ohjelmistojen suhteen merkittävästi helpommalla toteutuksella. Näin kuvantunnistus kameroilla on oletettavasti hyödytön sovellus, jos se turvaa markkereihin. Jos löytyisi tarpeeksi kustannustehokas kuvantunnistus markerien avulla, eikä tarvetta olisi muille kuin kehonasentojen ja liikkeiden mittaukselle asia voisi olla toisin. Myöskin kuvantunnistusta ja antureita voisi käyttää yhdessä, jos siihen löytyisi riittävästi perusteita ja se olisi samalla kustannustehokasta. Teknologiat voisivat myös täydentää toisiaan.

## 6.1 Kiinnitettävät

Tutkimus [CGV10] vuodelta 2010 kuvaa miten suuri osa kehoanturiverkkoja koskevaa tutkimusta on keskittynyt asioihin, jotka liittyvät langattomien antureiden suunnitteluun, antureiden pienentämiseen, vähäistä tehoa vaativiin mikropiireihin, signaalin käsittelyyn ja viestintä protokoliin.

1. Käyttömukavuus, ei ärsyttävä, eikä häiritsevä.
2. Ei vaadi erityistä taitoa ottaa käyttöön potilaiden kohdalla.
3. Ei vaadi tarkkaa sijoittamista.

Kiinnitettävät anturit yleistyvät arjessa tutkimuksen teko hetkellä voimakkaasti, esimerkiksi sykemittarit ja aktiivisuusmittarit ovat jo olleet kauan kuntoilijoitten käytössä. Sykemittarin kaupallinen myynti alkoi vuonna 1983. [Wik] Uusia sovelluksia otetaan käyttöön. Esimerkiksi älykännykät, varsinkin kiinteällä nettiyhteydellä varustetut sellaiset sallivat uusia mahdollisuuksia tiedon käyttämiseen. Hyvinvointi- ja kuntoilusovellutukset ovat osa joka paikan tietotekniikkaa.

Internetistä tutkimuksen teko hetkellä löytyvien tuotekuvausten perusteella tuotekehitystä ei tarvitse aloittaa teknisistä perusasioista, vaan on mahdollista toteuttaa oma järjestelmä valmiin alustan pohjalta. Tuotekehittäjät tarjoavat sovellus kehittäjille myös valmiita anturialustoja (sensor platform) heidän omaa tuotekehitystään varten. Seuraavassa on esimerkkinä yhden tällaisen tuotteen markkinointikuvaus tutkielman tekohetkeltä:

Yhdistää päälle puettavaa teknologiaa suureen joukkoon sovelluksia akateemisille, soveltaville ja lääketieteen tutkijoille. Shimmer tarjoaa joustavan langattoman anturi alustan, tieteellisesti luotettavaa tietoa, ja täydellisen kontrollin käsittäen tiedon keruun, tulkinna ja analyysin. [Shi19]

Toinen esimerkki tämän tutkimuksen teko hetkeltä on tuote nimeltään Notch- liikkeenkaappausjärjestelmä. Notchin kerrotaan olevan älykäs liikkeenkaappausjärjestelmä, joka sallii käyttäjän tallentaa ja varastoida tietoa käyttäjän liikkeistä. Notchin käyttäjät voivat tallentaa aktiviteettejaan. Notch esittelee mahdollisuuden kilpailla erilaisissa aktiviteeteissa. Notch verkon anturien määrän voi potentiaalisesti skaalata ylös tuhansiin antureihin. Yhden Notch järjestelmän sensorin saa tutkimuksen teko hetkellä hintaan 49 dollaria ja koko kehon käsittävä laitteisto vaatii 8 sensoria jotka maksavat noin 360 dollaria. Puettava liikkeentunnistus käyttöliittymä: Valmistajan kotisivut löytyvät tutkielman teko hetkellä osoitteesta <http://www.wearnotch.com>. Tällaisella järjestelmällä voidaan käyttää liikkeen mittausta ranteista, kyynärpäistä, päästä, keskivartalosta ja jaloista. Arvio laitteistosta löytyy tutkielman teko hetkellä osoitteesta: (<http://techcrunch.com/2013/11/24/notch/>).

## 6.2 Päälle puettavat (älyvaatteet)

Älyvaatteiden ja kiinnitettävien anturien ero on älyvaatteiden materiaaleissa ja siinä että ne ovat vaatteita. Älyvaatteet voivat sisältää antureita ja olla mahdollisesti tehty moderneista erikoismateriaaleista. Tämän tutkimuksen kannalta keskeinen ero näiden välillä tulee esiin esimerkiksi käyttömukavuutta ja kustannustehokkuutta tarkasteltaessa.

## 6.5. Tutkat

Käyttäjää voidaan seurata myös tutkalla. Esimerkiksi Google kehittää ratkaisua, jossa peukalon ja etusormen kosketuksella voi rullata näyttöä liu'uttamalla etusormeja vasten ylös tai alas. Painamalla peukalon yhteen etusormen kanssa voi puolestaan painaa "näkyvätöntä nappulaa". Siis ilman kosketusta laitteeseen, jota haluaa ohjata. [Yle19]

Google on kehittänyt tekniikkaa jo vuodesta 2015 projektinimellä Soli. Keksintö perustuu tutkaan, joka mahtuu 8 X 10 millimetrin kokoiseen siruun. Laitteisto siis reagoi liikkeeseen, joka sormilla tehdään sen tutkasäteiden vaikutuspiirissä. [Yle19]

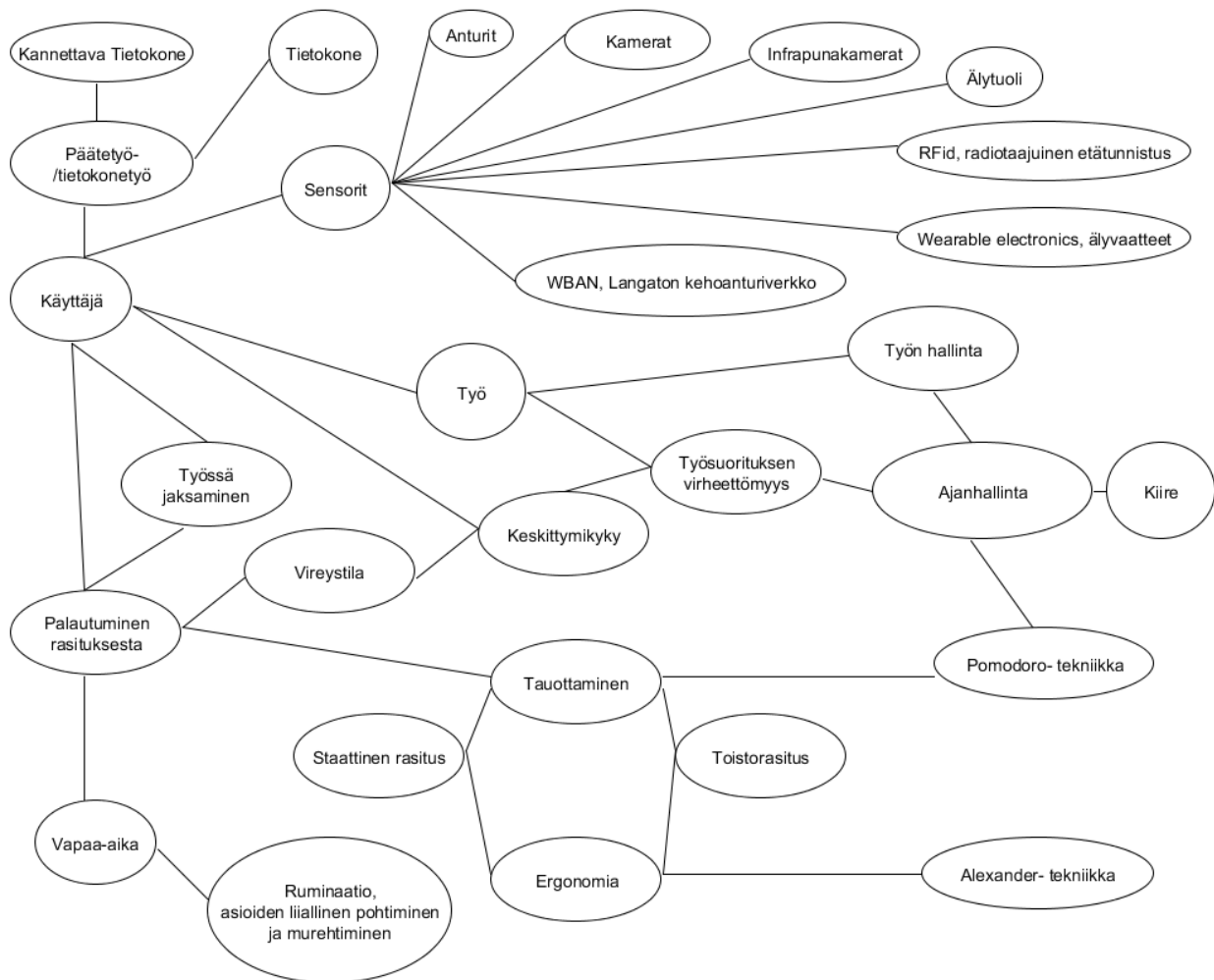
Tutkaratkaisut voivat toimia myös pimeässä ja ohuiden materiaalien läpi. Voisi olla kiinnostavaa seurata niiden kehittymistä ja yleistymistä tulevaisuudessa.

## 6.3 Yhteenveto

Kun punnitsee eri vaihtoehtoja järjestelmän toteutusta varten, herää kysymys: ovatko kuvantunnistusta tai tutkaa soveltavat liikkeentunnistusmenetelmät toteutukseen vielä kustannustehokas vaihtoehto vuonna 2019? RFID-etiketit ja niitä paikantava järjestelmä voisivat riittää asennon ja liikkeen tunnistamiseen ja niitä voi verrata kiinnitettäviin antureihin siinä mielessä että ne laitetaan kiinni vaatteisiin. Oletetaan että kiinnitettävät anturit toimisivat paremmin. Kiinnitettävät anturit olisivat ehkä tehokkain keino mitata ihmisen kehonkäyttöä, vireystilaa ja vastaavia asioita jos halutaan muutakin tietoa kuin kehon asennot ja liikkeet, silloin muita toteutuksia ei tarvittaisi tai ne voisivat toimia tukena jos antavat riittävää lisäarvoa. Tietokoneohjelmisto kerää tietoa työpäivien mittaan ja voi auttaa kehittämään parempaa ergonomiaa ja vireystilaa työssä siten pidentäen työssä jaksamista. Parhaimmillaan se voisi antaa aitoa kiinnostusta työsuorituksen parantamiseen luoden työn iloa ja flow- kokemusta.

## 7 Järjestelmän kuvaus

Tässä tutkimuksessa hahmotellaan järjestelmää, jonka on määrä mitata käyttäjän kehon asentoja ja liikettä työsuorituksen aikana. Kriteereinä sopivan kehon asennon ja liikkeen mittausten löytämiseen käytetään seuraavia: järjestelmän toteutuskustannukset, tarkkuus, osien saatavuus, mobiilien osien mahdollinen akunkesto ja laitteiston käyttömukavuus.



Kuva 7.1: Käsitekartta järjestelmästä

Kuvassa 7.1 on käsitekartta toteutuksesta. Tietokoneen käyttäjä voi tehdä töitä vaikka pöytätietokoneella tai kannettavalla tietokoneella. Käyttäjän ergonomiaa voidaan mitata erilaisten teknologioiden avulla, kuten anturien, kameroiden, pienten tutkalaitteiden kuten ”näkömätön näppäin” [Yle19] sekä RFID- tagien. Käyttäjän työn laatuun liittyy keskittymiskyky ja työn virheettömyys, ajanhallinta sekä kiire ja työn hallittavuus. Ergonomia ja tauottaminen liittyvät palautumiseen, sekä staattisen ja toistorasituksen hallitsemiseen. Vapaa-ajan laatuun ja palautumiseen työpäivästä liittyy kyky ja mahdollisuudet jättää työasiat työpaikalle, mikä samalla

vaikuttaa vireyteen työelämässä. Palautuminen työelämän rasituksista vaikuttaa työelämässä jatkamiseen pidemmälle iälle.

Esitetään hahmotelma automaattisesta ja opettavasta järjestelmästä. Järjestelmän tavoitteena on antaa tietokonejärjestelmän käyttäjälle ohjeistusta hyvästä ergonomiasta ja auttaa häntä säilyttämään keskittymiskykynsä työpäivän aikana. Ensisijaisesti järjestelmä on suunnattu tietokoneella työtä tekeville. Parhaiten kohderyhmäksi soveltuvat ihmiset jotka ovat kiinnostuneet hyvinvoinnistaan, työnsuorituksensa parantamisesta ja uusista teknologisista sovelluksista. Lisäksi järjestelmää voisi soveltaa mahdollisesti myös mobiilityönteossa ja laajemmin muussakin kuin tietokoneella tehtävässä työssä. Jatkokehittelyn myötä sitä voitaisiin hyödyntää yleisemminkin ihmiselämään liittyvän ergonomian seuraamisessa ja tauoista huolehtimisessa.

Vertailun vuoksi esimerkiksi Lumo Lift [Lum05] on aiempi kaupallinen toteutus ihmisen kehonkäyttöä seuraavasta ja ohjeistavasta järjestelmästä. Tuotteesta on saatavilla arvio www-muodossa [CNet19]. Lumon käyttäjäkokemuksiin sisältyy muun muassa anturin unohtaminen vaatteisiin ja peseminen vahingossa pyykinpesukoneessa, tuhoten laitteen anturiosan. Lisäksi laite sai palautetta ajoittain epätoimivasta mittauksesta, koska ihmisen istuu hyvin tai selkä kumarassa. Mutta voi olla ergonomiastaan ja hyvinvoinnistaan kiinnostuneille toimivakin.

Järjestelmä ohjeistaa käyttäjää tarpeen mukaan työn tauotuksista ja hyvistä työasennoista, sekä kirjaa kuinka näiden toteutuminen onnistuu. Tavoitteena on tallentaa aika, päivämäärä ja anturien mittaamat tiedot käyttäjän kehosta sekä käyttäjän sijainnista ja kehon liikkeistä, josta voidaan mitata käyttäjän ergonomian ja hyvinvoinnin edistymistä pitkällä aika välillä. Järjestelmä voisi myös kysyä sopivin välein käyttäjältä tämän omaa vapaaehtoista arviota työsuorituksen laadusta tai työmotivaatiosta. Käyttäjä valitsisi jonkin pisteytyksen omalle kokemukselleen. Tällainen pisteytys annettaisiin esimerkiksi liikennevalo värien tai numeroasteikon kaltaisella syötteellä. Tällaisia tunnetilan mukaisesti vapaasti valittavia palautteita käytetään vaikka lounasravintoloiden päivän tarjonnan palautetta antaessa tai terveydenhuollon kipumittareissa. Tämä mahdollistaisi jonkinlaisen käyttäjän subjektiivisen työkokemuksen laadun tarkkailun, liittyen työmotivaatioon ja vireystilaan. Järjestelmän osat olisivat:

- Yksi oleellisista osista on anturit kehon käytön ja työergonomian laadun mittaamiseen. Päälle puettavat tai kiinnitettävät anturit sijoitettaisiin olkapäihin, ranteisiin, selkään ja pään alueelle. Sensorien yhteydessä olisi värinäähälytys ja akun latauksen näyttö.
- Keskusyksikkö on myös välttämätön osa toteutusta. Siihen kuuluu tietokoneen ja ohjelmiston lisäksi WBAN -tukiasema signaalien vastaanottoon antureilta.
- Palautteen anto, joka olisi käyttäjälle mahdollisimman hyödyllinen ja mukava seurata, kuuluisi olennaisena osana järjestelmään. Tämä voitaisiin toteuttaa usein eri tavoin. Näitä

vaihtoehtoja palautteen antoon käsitellään tässä luvussa, kuten ääniopastusta, värinää ja visuaalista palautetta.

Järjestelmä kirjaa taukojen määrän päivän aikana anturien avulla käyttäjän liikkeistä ja sijainnista. Sen ohjelmisto tallentaa tietokantaan miten onnistuneesti käyttäjä kykenee tavoitteeseensa ylläpitää luonnollisella tavalla ryhdikäs asento. Tässä voidaan soveltaa esimerkiksi Alexander -tekniikan opetuksia selän säilyttämisestä täydessä mitassa, hartioiden pitämisestä leveinä ja niskalihasten jumittamisen välttämisestä, kun kehon käyttöä mitataan antureiden avulla. Samoin voidaan miettiä sopiva tauotus tarpeen mukaan soveltaen vaikka Pomodoro -tekniikan ideoita. Asennosta voi arvioida hieman vireystilaa ja mahdollisten terveysongelmien kehittymistä pidemmällä ajalla.

Yhtenä tutkimuksen kysymyksenä on: millaisessa muodossa ja milloin järjestelmän pitäisi antaa palautetta käyttäjälle? Järjestelmän tauoista ja kehonkäytöstä antaman palautteen on tarkoitus olla hyödyksi käyttäjälle. Tämä edellyttää sen olevan tarkoituksenmukaista ja innostavaa. Suunnittelun tavoitteena että palaute ei saa olla pidemmällä tähtäimellä työtä häiritsevää, ärsyttävää, tai hyödytöntä. Palautetta ei siis kannata antaa liian usein tai viemällä liian paljon huomiota työnteosta. Sen pitäisi olla tarkoituksenmukaista eli että se auttaa ennaltaehkäisemään ongelmia tehokkaasti. Kun käyttäjän asento huononee merkittävästi tai tulee ajoitettu tauko, järjestelmä antaa muistutuksen, esimerkiksi merkkiääninä tai värinä. Jos muistutus tulee liian usein, käyttäjä voi kokea sen ennemmin työtään keskeyttävänä tai keskittymiskykyä haittaavana kuin että se on hänelle avuksi, silloin riskinä on että järjestelmä voi jäädä ajan mittaan huomioimatta tai kokonaan pois käytöstä. Kehoantureiden yhteyteen kiinnitettävä moottori voi antaa värinäsignaalin esimerkiksi kännykän värinähälytyksen tavoin. Järjestelmä tarjoaa valinnan mukaan puheopastuksen muutamalla kielellä esimerkiksi suomeksi, ruotsiksi ja englanniksi. Jokin pieni äänisignaali kuten piippaus tai musiikkisävel voi olla tehokas muistutus. Järjestelmään voidaan liittää näyttö, jossa on kuvattu käyttäjän asentoa tai tilasta kertovia merkkivaloja, vaikka ”liikennevaloväriyksellä” tai vastaavalla.

Jos tässä tutkimuksessa hahmoteltu järjestelmä käyttäisi useita eri keinoja viestiä käyttäjälle ryhdistä, tauotuksista ja muista voimavaroihin liittyvistä asioista, voitaisiin samalla toteuttaa käyttäjälle räätälöity ilmaisu. Käyttäjälle säädettävästä tavasta antaa palautetta on hyötyä esimerkiksi käyttäjän mahdollisia aistirajoituksia tai ympäristön aistimusmaailmaa huomioidessa. Osa uusista teknologioista kiinnostuneista ihmisistä omaa mielenkiintoa räätälöidä sovellukset ja laitteistot oman tyyliinsä tai mielihalujensa mukaiseksi. Ympäristöön liittyviä kysymyksiä ovat esimerkiksi:



- Onko työympäristössä meluisaa, voimakkaan valoisaa tai onko työyhteisössä toive ympäristön rauhallisuudesta siten että järjestelmän signaalien ja ohjeistuksen ei haluta häiritsevän muita ihmisiä?
- Onko käyttäjä töissä lähinnä omassa työhuoneessaan, vai onko käyttäjä kuinka paljon matkatöissä tai tekemässä muista syistä työtä työpisteensä ulkopuolella?
- Onko mahdollisessa työhuoneessa muita työntekijöitä, ja mitä toiveita heillä on työympäristönsä suhteen?
- Onko käyttäjällä esimerkiksi aisteihin liittyviä tai muita terveydellisiä seikkoja jotka pitää ottaa huomioon?

Silloin kun järjestelmä pitää kirjaa tauotuksista, se tallentaa tietokantaan kuinka kauan käyttäjä istuu paikallaan, ja milloin sekä kuinka pitkäksi aikaa hän nousee tuolista, tai miten hän vaihtaa asentoa. Järjestelmä arvioisi anturimittausten avulla myös kuinka suurta staattista jännitystä ja ”jumittamista” työntekijän kehossa on päivän ja pidemmän ajan mittaan. Järjestelmä näyttää käyttöliittymän kautta miten hyvin käyttäjän kehonkäyttö on toiminut päivän aikana, eli esimerkiksi miten hyvin toimiva ergonomia ja sopiva vireystila ovat säilyneet, missä vaiheessa käyttäjä on pitänyt taukoja ja myös pisteyttää tuloksen siten että hän voi pyrkiä parempaan suoritukseen ajan myötä. Tämä toimisi motivaation antajana ihmisille jotka haluavat parantaa suoritustaan, työkykyään tai ammattitaitoaan. Terveystään huolehtivat ihmiset voivat arvostaa hahmoteltua systeemiä, jos heidät saa vakuuttuneeksi että siitä on todellista hyötyä, ja he löytävät sen kiinnostavana ideana ja innostuvat käyttämään sitä itse.

Jos hahmoteltua järjestelmää jatkokehittäisiin, voitaisiin siitä toteuttaa myös mobiilivaihtoehto, joka toimisi kannettavan tietokoneen mukana matkatyössä. Tällainen olisi esimerkiksi kiinnitettävillä antureilla varustettu järjestelmä, jossa olisi lisäksi WBAN -toteutus, joka kulkisi tietokoneen käyttäjän mukana myös lentokoneessa ja junassa matkustaessa. Tällainen järjestelmä sisältäisi mobiilitukiaseman ja anturit jotka kiinnitettäisiin kehoon tai puettaisiin päälle.

Tietokoneen käyttäjän on tarkoitus oppia järjestelmän avustamana huolehtimaan paremmin työasunnoista ja tauoista työssä. Tämä pitäisi mahdollistaa parempi keskittymiskyky sekä hyvinvointi työ ja vapaa-aikana. Järjestelmä koostuu antureista, keskusyksiköstä ja näytöstä.

Anturit voidaan kiinnittää kehonkäytön arviointia varten esimerkiksi työntekijän vaatteisiin tai joustavilla hihnoilla. Kiinnitys saisi olla käyttömukavuudeltaan esimerkiksi uudenaikaisien kiinnitettävien mikrofoniin tai urheilussa käytettävien aktiivisuusrannekkeiden tasolla. Kiinnityksen pitää olla jotain joka on helppo ottaa käyttöön, pukea, joka ei vahingoita vaatteita, eikä hiosta, ole liian painavaa tai koeta muuten epämiellyttävänä.

Keskusyksikön on oltava riittävän tehokas suorittamaan ohjelmistoa hahmotelman kuvaamaan tarkoitukseen ja siinä on oltava tietoliikenneyhteys antureihin WBAN - kehoanturiverkon välityksellä.

### **Pohdittavaa**

Jätän mahdollisesti kiinnostuneille tulevaisuutta varten pohdittavaksi ja seurattavaksi nämä kysymykset: Miten toteutusta voidaan parantaa siihen soveltuvien teknologioiden kehittyessä ja yleistyessä? Mitä uusia toteutukseen soveltuvia teknologioita ilmaantuu tulevina vuosina?

## 8 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli luoda ja esittää kirjallisuustutkimukseen perustuva hahmotelma tietokoneavusteisesta järjestelmästä, jonka tehtävänä on ohjeistaa käyttäjää huolehtimaan ergonomiasta ja tauoista.

Tutkimuskysymysten muodostamista varten esitettiin tämän tutkimuksen aiheeseen liittyen seuraavat kolme keskeistä väittämää:

- 1) *”On järkevää pyrkiä vähentämään staattista lihasjännitystä ja kuormitusta sekä yksipuolisia kuormittavia ja paljon toistuvia liikkeitä.”*
- 2) *”Samoin on kannattavaa lisätä vaihtelevaa liikkumista joka kehittää tai ylläpitää keskittymiskykyä ja jaksamista tietokoneella tapahtuvassa työssä.”*
- 3) *”Tauottaminen sopivasti lisää sekä työtehoa ja motivaatiota jatkaa ammatissa pidempään (parantamalla työssä viihtymistä ja jaksamista) että työntekijän hyvinvointia.”*

Edellä mainittujen väittämien pohjalta muotoilin nämä kysymykset:

1. *”Mikä olisi optimaalinen tauotus ja miten sellaisen saisi arvioitua ja toteutettua?”*
2. *”Millainen järjestelmä sopisi parhaiten sen tunnistamiseen, koska keskittymiskyky ja työtehokkuus alkaa laskea, keho alkaa ”jumittaa” tai silmät rasittua?”*
3. *”Millaisia ohjeita kannattaisi antaa käyttäjälle ja miten se onnistuisi mahdollisimman motivoivalla tavalla?”*

Jälkimmäistä kysymystä täydentäen järjestelmän antamat ohjeet liittyisivät tauottamisen lisäksi esimerkiksi käyttäjän asentoihin ja luontaiseen ryhtiin sekä riittävään liikkumiseen hyvän keskittymiskyvyn ylläpitämistä varten. Tällaisen järjestelmän ei olisi tarkoitus olla epämiellyttävällä tavalla ylitarkka ohjeistaja. Tavoite on että käyttäjä kokisi järjestelmän motivoivalla tavalla hyödylliseksi ja kehittäväksi.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltuja aiheita järjestelmän luontia varten ovat erityisesti teknologiat kehonasentojen ja -liikkeiden mittaamiseen, työympäristö, työntekijä, ergonomia, Pomodoro-tekniikka, Alexander-tekniikka ja tauottaminen.

Tutkielmassa esitetään hahmotelma järjestelmästä joka (tekee)

Ratkaisuina päädyttiin kehoon tai vaatteisiin kiinnitettäviin antureihin, WBAN-lähiverkkoon ja keskusyksikköön. Kiinnitettävät anturit olisivat tehokkain keino mitata ihmisen kehonkäyttöä, vireystilaa ja vastaavia asioita jos halutaan muutakin tietoa kuin kehon asennot ja liikkeet, silloin muita toteutuksia ei tarvita, tai ne voisivat toimia tukena, jos antavat riittävää lisäarvoa. Tietokoneohjelmisto kerää tietoa työpäivien mittaan ja voi auttaa kehittämään parempaa ergonomiata ja vireystilaa työssä siten pidentäen työssä jaksamista. Parhaimmillaan se voisi antaa aitoa kiinnostusta yhdistelmään työsuorituksen parantaminen ja voimavaroista huolehtimiseen.

## Lähteet

- [AHR00] Aarås Arne, Horgen Gunnar, Ro Ola, *Work With the Visual Display Unit: Health Consequences*. International Journal of Human–Computer Interaction, 12(1), 2000.
- [BF14] Bonsor Kevin ja Fenlon Wesley, *How RFID Works*, Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/rfid2.htm>>, Viitattu 26.4.2014.
- [BK94] Bergqvist Ulf ja Knave Bengt, *Eye discomfort and work with visual display terminals*, *Scand J Work Environ Health*, 1994, sivut 27-33.
- [CGV10] Min Chen, Sergio Gonzalez, Athanasios Vasilakos, Huasong Cao, Victor C. M. Leung, *Body Area Networks: A Survey*. Springer Science+Business Media, 2010.
- [Cir09] Cirillo Francesco, *The Pomodoro Technique Vintage Edition in the original format, limited release LLC*, 2009.
- [Csi90] Csíkszentmihályi, Mihály, *Flow: the psychology of optimal experience / Mihaly Csikszentmihalyi*.— 1st ed., Harper & Row, [ISBN 978-0-06-133920-2](https://www.isbn-international.org/product/9780061339202), 1990.
- [CNet19] Josh Miller/CNET, Cnet Magazine, Lumo Lift review: A posture tracker that puts design over details Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://www.cnet.com/reviews/lumo-lift-review/>>, Viitattu 20.1.2018
- [Ele13] Adams, Chris: The Elements of an Ergonomic Office Environment. About.com. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://ergonomics.about.com/od/office/tp/Elements-of-an-Ergonomic-Office-Environment.htm>>. Viitattu 25.12.2013.
- [Erg12] Ergonomia, Työterveyslaitos, Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://www.ttl.fi/fi/ergonomia>>. Viitattu 25.5.2015.
- [Ern08] Ernst Edzard, *Alexander-technique for body posture*, 2008.
- [Fin] Finstat ry, Suomen Alexander-tekniikan opettajat. Saatavilla WWW-muodossa <URL: <https://finstat.yhdistysavain.fi/>>. Viitattu 7.1.2019.
- [FPB07] Farella, Elizabetta, Pieracci, Augusto, Benini, Luca, Rocchi, Laura, Acquaviva, Andrea, *Interfacing human and computer with wireless body area sensor networks:*

*the WiMoCA solution*, 2007.

- [Gel13] Gelb Michael, *Vapaana Oppimaan*, Porvoo, 2013.
- [GSP09] Gauger-Schelbert, Priska, auf der Maur, Paul, Alexander-technique Coaching in the Victorinox Company A success story, 2009.
- [Hak09] Hakanen Jari, *Työn imua, tuottavuutta ja kukoistavia työpaikkoja? - Kohti laadukasta työelämää*. <URL: <http://www.ttl.fi/tyonimu.html>>. Viitattu 15.2.2016.
- [Hig01] Hightower Jeffrey, Borriello Gaetano. A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing. University of Washington, Computer Science and Engineering, 2001.
- [HJK97] Henning RA, Jacques P., Kissel GV. Sullivan AB, & Alteras-Webb SM. *Frequent short breaks from computer work: effects on productivity and well-being at two field sites*. Ergonomics, 40 (1), 78-91, 1997.
- [Ita13] Itä-Savo, 9.7.2013., *Pääkirjoitus: Työ ei saa seurata kesälomalle*
- [JMO+05] Jovanov Emil, Milenkovic Aleksandar, Otto Chris, Groen Piet C de. *Journal of Neuro engineering and Rehabilitation: A wireless body area network of intelligent motion sensors for computer assisted physical rehabilitation*, 2005.
- [JP65] Jones Frank Pierce, *Method for changing stereotyped response patterns by the inhibition of certain postural sets*, Psychological Review, Vol 72(3), 1965.
- [KET07] Ketola Ritva, *Toimiva Toimisto*, Työterveyslaitos ja kirjoittajat, 2007.
- [KK09] Kivistö Marketta ja Kivistö Sirkku, *Palautumista edistävät käytännöt IT-ammattilaisten työhyvinvoinnin voimavarana*, Psykologia 44 (03), 2009.
- [KPJ86] Kilbom, Persson ja Jonsson, *Neck Musculoskeletal Disorders: Evidence for Work-Relatedness*. 1986.
- [KT10] Kantalahti T ja Tikander T. *Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen selvityksiä, puheenvuoroja työn kuormittavuudesta*. Työhyvinvointifoorumi Saatavilla WWW-muodossa <URL: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-00-3011-7>>, Viitattu 7.1.2019.
- [LBN+08] Liu Hai, Bolic Miodrag, Nayak Amiya ja Stojmenovi Ivan, *Integration of RFID and Wireless Sensor Networks*, University of Ottawa, Canada, 2008.
- [LE06] Levy Yair ja Ellis Timothy J. A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. Informing Science Journal. Saatavilla www-muodossa

- <URL:<http://www.scs.ryerson.ca/aferworn/courses/CP8101/CLASSES/ConductingLiteratureReview.pdf>>, 2006. Viitattu 7.1.2019.
- [LKZ03] Lyubomirsky Sonja, Kasri Fazilet ja Zehm Keri. *Dysphoric Rumination Impairs Concentration on Academic Tasks*, 2003.
- [Lum05] Lumo Lift tuote-esittely, Saatavilla www-muodossa  
<URL:<https://support.lumobodytech.com/hc/en-us/categories/201535363-Lumo-Lift>>, Viitattu 20.1.2018.
- [Mai96] Maitland S, Horne R, Burton M. An exploration of the application of the Alexander Technique for people with learning disabilities. *Br J Learn Disabil* 24: 70–6. 1996.
- [MA23] Mathias Alexander, *Constructive Conscious Control of the Individual*, 1923.
- [Rah13] Rahunen Nina, *Työkyky ja siihen vaikuttavat psykososiaaliset kuormitustekijät: kirjallisuuskatsaus*. pro gradu -tutkielma, Itäsuomen Yliopisto, 2013.
- [Sar06] Saraste Päivi, *Suuntana vapaus: Alexander-tekniikan perusajatuksia*. Kuopion Alexander-tekniikka, 2006.
- [Shi19] Shimmer, Saatavilla www-muodossa: <URL: <http://www.shimmersensing.com/> >, 2019, Viitattu 25.1.2019.
- [Ste87] Stevens Chris, *Alternative Health: Alexander Technique*. Macdonald & Co. (Publishers) Ltd, 1987.
- [Säh13] *Sähköpostin lukeminen lomalla vähentää stressiä*, Taloussanommat, 9.7.2013., Saatavilla www-muodossa:  
<URL:<http://www.taloussanommat.fi/oma-raha/2013/07/09/sahkopostin-lukeminen-lomalla-vahentaa-stressia/20139561/139>>, Viitattu 23.9.2013.
- [Tai02] Taimela Simo, *Niska- ja yläraajavaivojen ennaltaehkäisy, hoito ja kuntoutus*, Jyväskylä, 2002.
- [Uno13] *Unohda työt - näin saat kesälomastasi kaiken irti*. Talouselämä 19.6.2013. Saatavilla www-muodossa:<URL:<https://www.talouselama.fi/uutiset/unohda-tyot-nain-saat-kesalomastasi-kaiken-irti/9babee9c-08e1-37ed-9841-15fed3b7f48c>>, Viitattu 9.1.2018.
- [Wan04] Want Roy, *Enabling Ubiquitous Sensing with RFID*. Invisible Computing, Intel Research, 2004
- [Wes04] West Roy, *The Magic of RFID*, ACM Queue vol. 2, no. 7, 2004.

- [Wik] Wikipedia. Sykemittari. Saatavilla WWW-muodossa <URL:<http://fi.wikipedia.org/wiki/Sykemittari>>, Viitattu 11.5.2015.
- [Wik2] Wikipedia, F. Matthias Alexander, Saatavilla WWW-muodossa <URL:[http://en.wikipedia.org/wiki/fF.\\_Matthias\\_Alexander](http://en.wikipedia.org/wiki/fF._Matthias_Alexander)>, Viitattu 11.5.2015.
- [Wik3] Wikipedia, Sensor, Saatavilla WWW-muodossa <URL:<http://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>>., Viitattu 11.5.2015.
- [Wik4] Wikipedia, Wearable technology. Saatavilla WWW-muodossa <URL:[http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable\\_technology](http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_technology)>, Viitattu 11.5.2015.
- [Wik5] Wikipedia, Body area network, Saatavilla WWW-muodossa <URL:[http://en.wikipedia.org/wiki/Body\\_area\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Body_area_network)>, Viitattu 11.5.2015.
- [WM11] Woodman J. P. ja Moore N. R., *Evidence for the effectiveness of Alexander-technique lessons in medical and health-related conditions: a systematic review*, *The International Journal of Clinical Practice*, January 2012, 66: (98-112), 2011.
- [Yle18] Yle uutiset, "Screen slouch" to blame for children's bad posture Saatavilla www-muodossa <URL:[https://yle.fi/uutiset/osasto/news/screen\\_slouch\\_to\\_blame\\_for\\_childrens\\_bad\\_posture/9509553](https://yle.fi/uutiset/osasto/news/screen_slouch_to_blame_for_childrens_bad_posture/9509553)>, 14.3.2017. Viitattu 15.1.2019.
- [Yle05] Yle uutiset, *Istumatyö tappaa, vaikka himoliikkuisit vapaalla – Istumisen vähentämiseksi kansalliset suositukset*, Saatavilla www-muodossa <URL:<https://yle.fi/uutiset/3-8078833>>, 17.6.2015. Viitattu 7.1.2019.
- [Yle19] Yle uutiset, *Googlen kehitelemä "näkyvätön näppäin" voi korvata erilaisten nappuloiden lisäksi vaikkapa kosketusnäytöt*, Saatavilla www-muodossa <URL:<https://yle.fi/uutiset/3-10590477>>, 10.1.2019. Viitattu 15.1.2019.

## Liite 1 English Keywords

Alexander-technique	Alexander-technique is an empirical method for changing habitual response patterns by inhibiting postural sets which disturb the reflex balance of the head. The procedure results in a redistribution of postural tonus and as a decrease in the feeling of weight and in the effort needed to move. [JP65]
Body Awareness	Persons awareness about his/hers body's condition and use
Concentration Ability	The ability to give attention or thought to a single object or activity.
Cognitive Ergonomics	Cognitive ergonomics is concerned with the understanding between human and other elements of a system from viewpoint of human cognitive capabilities. Such as perception, attention, memory- and thinking abilities. (Työterveyslaitos, Wikipedia, CE)
Conscious Inhibition	Conscious inhibition of habitual response, so that it is possible to select perhaps better one.
Ergonomics	The ergonomics is the scientific discipline concerned with the understanding between human and other elements of a system. (Työterveyslaitos, Wikipedia)
Outside sensors	Cameras etc.
Pomodoro	Pomodoro-time management technique
Recovery after work	Person's recovery to a normal level after work. Related to time, possibilities and abilities to relax etc.
RFID	Radio Frequency Identification, RFID- tag
Sensor	A sensor is a device that detects events or changes in quantities and provides a corresponding output, generally as an electrical or optical signal. [Wik3]
Static bodywork	Static work related to keeping posture
Spatial awareness	Person's awareness about space around him/her
Ubiquitous computing	Pervasive computing, ambient intelligence, every ware, information technology every where or mobile information technology



Use of the self	How person uses his/hers body and mind in daily life and tasks
Visual Display Unit (VDU)	Computer with a visual display
Wearable Electronics	Wearable technology, fashionable technology, wearable devices, or fashion electronics are clothing and accessories incorporating computer and advanced electronic technologies. [Wik4]
Wireless Sensor Network	A wireless sensor network (WSN) of spatially distributed autonomous sensors to monitor physical or environmental conditions.
Wireless Body Sensor Network	A body area network (BAN), also referred to as a wireless body area network (WBAN) or a body sensor network (BSN), is a wireless network of wearable computing devices (WBAN) [Wik5]
Working efficiency	Means how well time, effort or cost is used for the intended task or purpose.