

Jussi Tyrväinen

TYÖN FYYSSINEN
KUORMITTAVUUS JA
PALAUTUMINEN VR
OSAKEYHTIÖN PIEKSÄMÄEN
KONEPAJALLA

Mittarina Firstbeat Hyvinvointianalyysi

Opinnäytetyö
Fysioterapia


Syyskuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 31.10.2011		
Tekijä(t) Jussi Tyrväinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Fysioterapian koulutusohjelma		
Nimeke Työn fyysinen kuormittavuus ja palautuminen VR osakeyhtiön Pieksämäen konepajalla Mittarina Firstbeat Hyvinvointianalyysi			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää työn fyysistä kuormittavuutta sekä kuormituksesta palautumista VR:n Pieksämäen konepajan eri työyksiköissä. Opinnäytetyö tehtiin Pieksämäen Terveystalo Oy:ltä saatuna toimeksiantona ja tutkimuskohteena olivat VR:n Pieksämäen konepajan työyksiköt.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisena eli määrällisenä tutkimuksena ja aineisto kerättiin kevään 2011 aikana. Aineiston keräys toteutettiin käyttämällä sykevälitallentimia ja tutkimusaineisto analysoitiin First Beat Hyvinvointianalyysillä. Tutkimukseen osallistui kaksitoista työntekijää, viidestä eri työyksiköstä.</p> <p>Tutkimuksen tulokset osoittivat, että fyysinen kuormitus VR:n Pieksämäen konepajalla ei ylitä haitallisen kuormituksen raja-arvoja. Aineistosta kävi ilmi, että kuormituksesta palautuminen oli ollut elimistön voimavarojen kannalta palauttavaa. Tästä huolimatta palautumisessa oli kuitenkin havaittavissa puutteita.</p>			
Asiasanat (avainsanat) Työn kuormittavuus, stressi, palautuminen, Hyvinvointianalyysi			
Sivumäärä 46 sivua + liitteet	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli Suomi</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> </table>	Kieli Suomi	URN
Kieli Suomi	URN		
Huomautus (huomautukset liitteistä)			
Ohjaavan opettajan nimi Kammonen Sirpa	Opinnäytetyön toimeksiantaja Terveystalo Oy Pieksämäki		

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis October 31, 2011	
Author(s) Jussi Tyrväinen		Degree programme and option Degree Programme in Physiotherapy	
Name of the bachelor's thesis Physical strain and load recovery of the work in VR's Pieksämäki workshop A measure of first Beat Welfare Analysis			
Abstract <p>In this bachelor's thesis, the purpose was to investigate physical strain and load recovery of the work in VR's Pieksämäki workshop in different work units. The thesis was commissioned by Pieksämäki Terveystalo Ltd. and research was focused on the VR's Pieksämäki workshop in different work units.</p> <p>The research method was quantitative and data were gathered in spring 2011. Data was gathered by using heart rate recorder and research material was analysed by using First Beat Welfare analysis. This research was participated by twelve employees from five different work units.</p> <p>The results of the research showed that physical load in VR's Pieksämäki workshop does not exceed harmful load limits. The research material revealed that load recovery were restoring in terms of body's resources. Despite this, there were noticeable deficiencies of recovery.</p>			
Subject headings, (keywords) Work load, stress, recovery, wellness analysis			
Pages 46 pages + appendices	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Kammonen Sirpa		Bachelor's thesis assigned by Terveystalo Ltd. Pieksämäki	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	1
2	TYÖN KUORMITTAVUUS.....	2
2.1	Mitä työkuormitus on.....	2
2.1.1	Työn fyysinen kuormittavuus.....	3
2.1.2	Dynaaminen ja staattinen työ.....	3
2.1.3	Työn psyykinen kuormittavuus ja Stressi.....	5
2.1.4	Sopivasti kuormittava työ.....	6
2.1.5	Ylikuormittava työ.....	7
2.1.6	Alikuormittava työ.....	7
2.1.7	Työajan vaikutus kuormittumiseen.....	8
3	TYÖN KUORMITTAVUUDEN MITTAAMINEN SYDÄMEN SYKKEESTÄ ..	8
3.1	Sykintätaajuus.....	8
3.2	Sykevariaatio eli sykevaihtelu.....	9
3.3	Autonominen hermosto.....	11
3.3.1	Sympaattinen hermosto.....	12
3.3.2	Parasympaattinen hermosto.....	13
3.4	Sydämen ja verenkierron toiminnan säätely.....	14
3.5	Firstbeat hyvinvointianalyysi.....	15
4	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TEHTÄVÄ.....	17
4.1	Toimeksiantajana Terveystalo Pieksämäki ja tutkimuskohteena VR Osakeyhtiön Pieksämäen konepaja.....	17
4.2	Opinnäytetyön tutkimustehtävä.....	18
5	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS.....	18
5.1	Tutkimusmenetelmänä määrällinen tutkimus.....	18
5.2	Tutkittavien soveltuvuusvaatimukset.....	20
5.3	Aineiston hankinta.....	21
5.4	Aineiston käsittely ja analysointi.....	22
6	TULOKSET.....	27
6.1	Kaikki mitatut.....	27
6.1.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana.....	27
6.1.2	Stressi ja palautuminen.....	28

6.2	Pyöräkerta.....	29
6.2.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana	29
6.2.2	Stressi ja palautuminen	30
6.3	Varikko.....	31
6.3.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana	31
6.3.2	Stressi ja palautuminen	32
6.4	Ratatyökone.....	33
6.4.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana	33
6.4.2	Stressi ja palautuminen	34
6.5	Pikakorjaus	35
6.5.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana	35
6.5.2	Stressi ja palautuminen	36
6.6	Toimisto	37
6.6.1	Fyysinen kuormittuminen työaikana	38
6.6.2	Stressi ja palautuminen	39
7	POHDINTA.....	40
7.1	Johtopäätökset	40
7.2	Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys.....	41
7.3	Jatkotutkimusehdotukset	43
	LÄHTEET	44

LIITE/LIITTEET

Liite 1 Suostumus tutkimukseen

Liite 2 Mittauspäiväkirja

1 JOHDANTO

Työn kuormittavuuden hallinta on haasteellista. Sopivia haasteita tarvitaan terveyden ja toimintakyvyn säilyttämiseen, mutta terveydelle haitallista kuormitusta ei voida sallia. Kysymys on yhteiskuntavastuullisesta työpaikalla tapahtuvasta toiminnasta. Kuormittavuuden hallintaa tukevan johtamisen seurauksena työntekijällä on mahdollisuus tehdä valintoja, jotka tukevat optimaalista suoriutumista työssä ja kehittävät työntekijän ammattitaitoa, työn laatua sekä tuottavuutta. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 3.)

Kuormitus kuuluu olennaisesti työhön. Haitallisen kuormituksen vähentäminen ja välttäminen on säädelty työturvallisuuslailla työnantajan velvoitteeksi. Työkuormitukseen voidaan vaikuttaa työelämän joustoilla, lähijohtamisella ja työntekijän osaamisella. Terveydelle haitallisen kuormituksen tunnistaminen ja oman terveyden edistäminen ja turvallisuus työssä ovat osaamiseen liittyviä taitoja, joita työelämässä tarvitaan. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2010, 13.)

Sopiva kuormitus rytmittää työpäivää. Työturvallisuuslaissa ohjeistetaan erityisesti työnantajia mutta myös työntekijöitä pitämään huoli siitä, että terveydelle ja turvallisuudelle haitallinen kuormitus joko poistetaan tai ainakin opetellaan hallitsemaan. (Parvikko 2010, 15.)

Opinnäytetyön aiheen sain keväällä 2010 Voimavuodet projektin yhteydessä. Kyseisessä projektissa teimme VR Osakeyhtiön Pieksämäen konepajalla Firstbeat hyvinvointianalyysyjä sekä analysoimme niiden tuloksia. Hyvinvointianalyysiä pidetään yleisesti tarkaksi mitattaessa esimerkiksi työn kuormittavuutta, työntekijän stressiä ja palautumista. Opinnäytetyössäni on tarkoitus tutkia työn fyysistä kuormittavuutta ja palautumista kuormituksesta VR Osakeyhtiön Pieksämäen konepajalla. Tutkimukseen osallistui 12 henkilöä. Tutkittavien tulokset käsitellään kaikkien tutkittujen osalta sekä osastoittain, joita ovat: Pyöräkerta, varikko, ratatyökone, pikakorjaus ja toimisto. Mittaus perustuu sykevälivaihtelun analysointiin tallentavalla sykevyöllä, joten mittaus tapahtuu fyysisen kuormittavuuden osalta mitattavan henkilön työskennellessä ja stressin ja palautumisen osalta myös vapaa-ajalla.

2 TYÖN KUORMITTAVUUS

2.1 Mitä työkuormitus on

Kuormitustekijät kuvaavat työhön ja työympäristöön liittyviä tekijöitä kuten fyysiset tekijät, ergonomia, työaika ja psykososiaaliset tekijät. Ne aiheuttavat välittömästi kuormittumista, josta seurauksena ovat muutokset ihmisen fysiologisessa ja psyykkisessä tilassa, tai sitten näistä voi aiheutua tapaturmavaara tai jopa tapaturma. Työn kuormittavuus riippuu voimakkuudeltaan ja laadultaan kuormitustekijän voimakkuudesta ja sen kestosta. Niitä kuitenkin säätelevät sekä yksilölliset että muut samanaikaiset kuormitustekijät. Suuri osa kuormitusreaktioista yleensä palautuu lyhyessä ajassa tai pian altistuksen päätyttyä. (Lindström ym. 2002, 11.)

Työn kuormittavuuden kokemukseen vaikuttavat sekä työn laatu että määrä. Työn tulisi sisältää sopivasti haasteita ja niitä tulisi olla siten, että yksilö kokee hallitsevansa työnsä ja pystyy suoriutumaan siitä. Sopivasti kuormittavassa työssä yksilö kokee työnsä sekä riittävän haasteellisena että sen määrän sopivana. Mikäli työtä on liikaa tai se on liian vaikeaa, työ on sekä laadultaan että määrältään ylikuormittavaa. Jos työtä on liian vähän tai se on liian helppoa, työ on alikuormittavaa sekä laadultaan että määrältään. (Nummelin 2008, 69.)

Kuormittuneisuudesta voi puhua, kun työn vaikutukset kumuloituvat ja palautumisaika tulee pitkäksi. Tällöin vaikutuksia saattavat olla jatkuva väsymys, erilaiset tuki- ja liikuntaelinten toiminnan rajoitukset ja kiputilat ja muut mahdolliset työperäiset sairaudet jopa vammat. Palautumisen merkitys työn aikana ja sen jälkeen merkitsevät paljon, jos ajatellaan työn kuormittavuuden pysyviä haittavaikutuksia. (Lindström ym. 2002, 12.)

Työntekijän yksilöllisillä tekijöillä, kuten iällä, psyykkisellä tai fyysisellä suorituskyvyllä sekä osaamistasolla, on myös merkitystä. Myös työn ulkopuolinen kuormitus tai palautumismahdollisuus vaikuttavat työntekijän kuormittuneisuuteen. Työkuormitus käsitteenä liittyy työntekijän kuormitukseen ja hänen työssään jaksamiseensa ja yleiseen hyvinvointiinsa. (Lindström ym. 2002, 12.)

2.1.1 Työn fyysinen kuormittavuus

Työn fyysisiä kuormitustekijöitä ovat fyysisesti raskas työ, taakkojen käsittelyt, staattiset tai hankalat työasennot ja toistotyö. Fyysisesti raskas työ, taakkojen käsittely, työskentely kumarassa ja tapaturmat ovat useasti selkäoireiden taustalla. Myös liian vähäinen tai yksipuolinen kuormitus, esimerkiksi jatkuva istuma-asento, saattavat aiheuttaa fyysisiä ongelmia. (Lindström ym. 2002, 13–14.)

Terve ja hyvässä kunnossa oleva verenkiertoelimistö ja aineenvaihdunta sietävät kuormitusta paremmin. Ylikuormitus saattaa kuitenkin johtaa toimintahäiriöihin. Fyysisesti raskas työ kuluttaa toimintareservejä tarpeettomasti, jos työn aineenvaihdunnallinen kuormitus on jatkuvasti yli 30–40 % työntekijän maksimaalisesta hapenottokyvystä. (Lindström ym. 2002, 14.)

Taakkoja käsiteltäessä toimintareservejä tulisi jäädä joskus jopa 70–80 %. Staattisen lihastyön osalta on esitetty, ettei useita tunteja kestävästä staattisen työn teho saisi ylittää 2 – 5 % toimivan lihasryhmän maksimivoimasta. (Keskinen ym. 2007, 225.)

Fyysisen kuormittumiseen vaikuttavat työntekijän verenkiertoelimistön, liikuntaelinten ja hermoston toiminta ja kuormituksesta riippuvat toimivien lihasten eli aktiivisen lihasmassan määrä, lihasten toiminta tapa (dynaaminen / staattinen), voimankäyttö, lihastyön kesto ja työntekijän yksilölliset ominaisuudet. Verenkiertoelimistöä kuormittavat voimakkaasti raskas dynaaminen lihastyö, jossa liikutetaan pääasiassa omaa kehon painoa, ja taakkojen käsittely. Kuormitus ilmenee dynaamisesti toimivien lihasten energiantarpeen lisääntymisenä. Energeettisesti kuormittaviksi voidaan pitää tämän kaltaisia fyysisiä töitä, joissa suuret lihasryhmät toimivat pääasiassa dynaamisesti. (Kukkonen ym. 2001, 116.)

2.1.2 Dynaaminen ja staattinen työ

Työsuorituksiin sisältyy aina sekä staattisia että dynaamisia komponentteja. Taakkoja nostettaessa, kannettaessa, työnnettäessä ja vedettäessä osa isoista lihasmassoista vaikuttaa asentoon ja kenties vain osa pienistä lihaksista tekee dynaamista työtä. Staatti-

nen lihastyö liittyy usein työasennosta johtuvaan kuormitukseen. (Hänninen ym. 2005, 49.)

Ihmisen lihaksiston hyötysuhde dynaamisessa työskentelyssä on noin 20 – 25%:n luokkaa. Eräissä tapauksissa on mahdollista saavuttaa suurempi tulos. Staattisen työn kasvaessa työn mekaaninen hyötysuhde heikkenee ja myös hapenotto lihakseen laskee, kun veri ei kierrä lihakseen, vaikka sen aineenvaihdunta sitä vaatisi. (Hänninen ym. 2005, 49.)

Työskentelyaika riippuu työkuormasta. Aerobista rytmikästä työtä ihminen pystyy tekemään pidempiäkin aikoja. Tällöin hyväkuntoinen ihminen kuluttaa pääasiassa rasvahappoja energiatarpeensa tyydyttämiseksi. Rasvakudoksissa niitä riittää, eli varastoenergiaa on saatavilla käytännössä rajattomasti. Kun kuorman kasvaessa hapensaanti lihaksistoon tulee riittämättömäksi, rasvahapot eivät ole enää käyttökelpoisia energian lähteitä. Lisäksi niiden polttaminen vaatii aina happea. Ainoa mahdollisuus lihaksen välttämättömien adenosiniinifosfaatin (ATP) ja kreatiinifosfaatin (CP) tarpeiden tyydyttämiseen on anaerobinen energian tuotto, glykogeenivarastojen hyväksikäyttö ja maitohapon tuottaminen glukoosilähteistä glykolyysin avulla. Samalla tehdään happivelkaa. Tällöin lihaksen omat glykogeeni- eli energiavarastot ovat varsin rajalliset. Työn aikana ja työtä seuraavan lepovaiheen aikana on hengitys kiihtynyt, koska happivelka on maksettava takaisin sekä ATP- ja CP- varastot ladattava että maitohappo on muokattava takaisin glukoosiksi tai poltettava. (Hänninen ym. 2005, 49–50.)

Lepotilassa lihaksissa kiertää suhteellisen vähän verta, kenties vain 50 ml kilogrammaa kohti. Lihastyön alkaessa verisuonisto avautuu ja verta ohjautuu sisäelimistä lihaksiin. Lihaksen supistuessa sen laskimoissa oleva veri puristuu pois ja vastaavasti kapillaarit ja pienet valtimot painuvat tukkoon. Hapen ja ravintoaineiden saanti keskeytyy lihassupistuksen ajaksi. Lihaksen veltostumisvaiheen aikana siihen tulee runsaasti happirikasta verta ja ravintoaineita samalla kun sen aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat pois. Rytmikkäästi supistuva lihas pumppaa laskimoverta kohti sydäntä, helpottaen sydämen työtä ja sydän täyttyy hyvin laskimoverestä. Siten sydän saa toimivilta lihaksilta apua. (Hänninen ym. 2005, 50.)

Raskaasta dynaamisesta lihastyöstä johtuvan ylikuormittumisen keskimääräiseksi raja-arvoksi on esitetty kahdeksan tunnin työjaksolle 30 – 50% maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Käytännössä suosituksia voidaan soveltaa niin, että 30% maksimaalisesta hapenkulutuksesta on hyväksyttävää keskeytymättömässä kahdeksan tunnin työvuorossa. Vastaavasti 50% maksimista on ehdoton ylikuormittumisen raja, myös hyvin tauotetussa kahdeksan tunnin työssä. Tällöin jokaista työtuntia kohden pitäisi olla vähintään 10 minuutin tauko. (Kukkonen ym. 2001, 118–119.)

Staattisessa lihastyössä verenkierto pysähtyy työskentelevässä lihaksessa joko kokonaan tai osittain verisuonten tukkeutuessa, kun supistuneet lihassyöt puristavat niitä. Lihaskudos kuluttaa luonnollisesti energiaa supistustilan ylläpitämiseksi, mutta se ei saa riittävästi happea. Aineenvaihdunta pysähtyy maitohappoon. Staattinen lihassupistus ei voi jatkua pitkään kivun eikä myöskään rajoittuneen aineenvaihdunnan vuoksi. Kuorman kasvaessa sydämen lyöntitaajuus ja verenpaine nousevat jyrkemmin staattisessa kuin dynaamisessa lihastyössä. Lihaskudoksen verenkierto kärsii jo varsin alhaisella staattisella kuormitustasolla. Jo 2–5 % maksimaalisesta supistustasosta aiheuttaa oireita staattisen kuormituksen jatkuessa pidempään. (Hänninen ym. 2005, 51–52.)

2.1.3 Työn psyykinen kuormittavuus ja Stressi

Työn psyykkisiin ja sosiaalisiin kuormitustekijöihin luetaan kuuluvaksi itse työhön, työorganisointiin ja työyhteisöön liittyvät tekijät (Lindström ym. 2002, 15). Stressiteoriat ovat yleisesti omaksuttu viitekehysteoksi tutkittaessa työn psyykkisen ja sosiaalisen kuormituksen yhteyttä hyvinvointiin ja terveyteen. Selitysmallit ovat sekä psykofysiologisia että kognitiivisia stressiteorioita. Työstressiteoriat kuvaavat vuorovaikutusta työntekijän ja hänen ympäristönsä välillä. Pidempään jatkuva ristiriita yksilön edellytysten ja ympäristön vaatimusten välillä johtaa haitalliseen kuormitukseen ja stressioireisiin. (Lindström ym. 2002, 15.)

Kognitiivisten stressiteorioiden mukaan kuormitustilanteet, joissa yksilön selviytymiskeinot eivät riitä palauttamaan tasapainotilaa, johtavat ensin lyhytaikaisiin stressioireisiin ja pidemmällä aikavälillä kroonisiin väsymys-, ahdistuneisuus- ja epämääräisiin somaattisiin oireisiin, jopa sairauksiin. (Lindström ym. 2002, 16.)

Työstä palautuminen on prosessi, jonka aikana yksilön tila palautuu vähintään työpäivän aikana koettua kuormitusta edeltävälle tasolle. Fysiologisessa palautumisessa elimistö on palautunut riittävän pitkäksi ajaksi takaisin perustasolle stressin aiheuttaman viriämisen jälkeen. Psykologisessa palautumisessa työntekijä kokee olevansa jälleen kyvykäs ja valmis jatkamaan työhön liittyvien tehtävien parissa. (Kinnunen & Feldt 2008.)

Stressioireiden jatkuessa pitkään, ne voivat altistaa masennus- ja työuupumusoireille (Nummelin 2008, 75). Työuupumuksen osalta tutkimukset ovat osoittaneet, että työuupumuksen taustalla on pitkittynyt työstressitilanne, jolloin työntekijä ei ole pystynyt selviytymään jatkuvista ja liian suurista työn vaatimuksista (Lindström ym. 2002, 16).

Stressi ei ole pelkästään kielteinen asia. Sopivasti annosteltuna stressi lisää energiaa ja virittää luovuuden. Energisoiva stressi voi innostaa ja lisätä hallinnan tunnetta. Haitallinen stressi vastaavasti lamaa ja vähentää käytettävissä olevan energian määrää. Stressin kokemukset ovat yksilöllisiä ja oman elämäntilanteen kokonaisuuteen sidoksissa olevia kokemuksia. (Nummelin 2008, 75.)

2.1.4 Sopivasti kuormittava työ

Sopivasti kuormittava työ on psyykkisesti vaativaa työtä, johon työntekijällä on mahdollisuus itse vaikuttaa. Tällaisessa työssä on selkeä tavoite, työ on itsenäistä, työn sisältö mielenkiintoista ja vaihtelevaa. Kun yksilön taitojen ja työn vaatimusten välillä on ponnistelua vaativa tilanne, edistää se työssä oppimista. Työntekijällä on tunne, että hän voi toteuttaa itseään työn kautta. Jos työntekijällä on mahdollisuus kehittyä työssään ja saada osaamistaan tukevaa koulutusta, se lisää tyytyväisyyttä työhön. Tällaisessa työssä työntekijä tulkitsee ongelmatilanteet haasteellisiksi mahdollisuuksiksi. Jos työn määrä on sopiva ja sisältö haasteellinen, työ ei kuormita liikaa. Vaikka työ olisi psyykkisesti vaativaa, voidaan hallinnan tunne työssä säilyttää, kun työn työntekijällä on riittävästi osaamista työnsä tekemiseen, mahdollisuus suunnitella sitä ja säädellä työtahtiaan. (Nummelin 2008, 69.)

2.1.5 Ylikuormittava työ

Ylikuormittava työ on psyykkisesti vaativaa työtä, jossa työntekijän vaikuttamismahdollisuudet ovat vähäiset tai niitä ei ole. Esimerkiksi kiire ja työmäärän jatkuva lisääntyminen kasvattavat ylikuormittumisen riskiä, mikäli itsesäätelyn mahdollisuus puuttuu. Stressin ilmeneminen ja siitä syntyvät reaktiot riippuvat sekä tilanteesta että henkilökohtaisista ominaisuuksista. Ihmiset, joilla on mahdollisuus itse vaikuttaa asioiden kulkuun, stressaantuvat vähemmän, kuin henkilöt, joilla tällaista hallinnan mahdollisuutta ei ole. Liian stressaavissa olosuhteissa työ hallinta alkaa kärsiä myös niillä työntekijöillä, jotka ovat aikaisemmin suoriutuneet työstään erinomaisesti. (Nummelin 2008, 70–71.)

Työtehtävän aiheuttama fyysinen kuormitus ei voi hetkellisestikään ylittää työntekijän maksimikapasiteettiä. Myöskään lähellä maksimirajoja olevia suorituksia ei saa esiintyä kuin satunnaisesti. Dynaamisessa, monia lihasryhmiä kuormittavassa työssä ei saisi hyvin tauotetun työpäivän keskikuormitus ylittää 50 % maksimikapasiteetistä. Tällöin uupumisongelmien vaara on todennäköinen. Vaara on lisääntynyt jo alemmilla kuormitustasoilla. Suurten lihasryhmien käyttö, nostojen toistomäärä, taakkojen paino, liikkuminen, työasennot tai kuormituksen ulkoiset merkit, kuten hikoilu ja hengästyminen, kertovat työntekijän rasittumisasteesta. (Keskinen ym. 2007, 225.)

2.1.6 Alikuormittava työ

Alikuormittavassa työssä psyykkisiä vaatimuksia on vähän, eikä työntekijällä ole mahdollisuutta vaikuttaa niihin. Vaikka työntekijällä on mahdollisuus suoriutua tällaisesta työstä vähäisin ponnistuksin, on työ tästä huolimatta henkisesti kuormittavaa. Aloitekyvyttömyys ja turhautumisen tunteet lisääntyvät. Erityisesti niissä tilanteissa, joissa työtä on liian vähän tai se on rutiinin omaista, tekemisen into puuttuu ja se korvautuu kyllästymisen tunteella. Työntekijä tuntee, ettei hän ei pysty toteuttamaan kykyjään ja taitojaan työssä. Jos työ ei tarjoa haasteita, ei siinä myöskään ole oppimisen mahdollisuuksia. Tämä on omiaan heikentämään motivaatiota ja tyytyväisyyttä työhön. Työ, joka ei sisällä riittävästi haasteita, on henkisesti kuormittavaa työtä. Mikäli työntekijä joutuu olemaan tällaisessa tilanteessa pitkään, se kuluttaa hänen voimavaro-

jaan samoin kuin ylikuormittava työ. Tämä saattaa tulla esille kyllästymisenä tai stressireaktioina. (Nummelin 2008, 73-74.)

2.1.7 Työajan vaikutus kuormittumiseen

Työaika- ja työvuorojärjestelyt vaikuttavat sekä fyysiseen että psyykkiseen kuormittumiseen. Pitkät työajat tai säännölliset ylityöt pidentävät altistumisaikaa työn fyysisille ja psyykkisille kuormitustekijöille. Pitkillä työajoilla on yhteys vuorokautisen unen vähenemiseen ja univajeen syntymiseen, tämän seurauksena väsymys lisääntyy ja toimintakyky työssä heikkenee. Verrattuna kahdeksan tunnin työvuoroihin tapaturmariskin on todettu kasvavan kaksinkertaiseksi 12 tunnin yhtenäisen työskentelyn jälkeen ja kolminkertaiseksi 16 tunnin työskentelyn jälkeen. (Lindström ym. 2002, 19.)

Vuorotyöstä ja muista poikkeavista työajoista aiheutuva kuormittavuus perustuu keskeisesti niiden yhteensopimattomuuteen työntekijän elimistön vuorokausirytmien ja työn ulkopuolisen sosiaalisen elämän kanssa. Vuorotyön ja muiden poikkeavien työaikojen kuormittavuus on nähtävissä yleisimmin unen laadun ja vireyden heikkenemisenä. Erityisesti aikaiset aamuvuorot sekä yövuorot heikentävät unen laatua ja vireyttä, koska niiden yhteydessä ihminen joutuu olemaan valveilla vireyden ollessa alhaisimmillaan ja unen pitäisi puolestaan ajoittua vireyden nousuvaiheen huippuun. (Lindström ym. 2002, 19.)

3 TYÖN KUORMITTAVUUDEN MITTAAMINEN SYDÄMEN SYKKEESTÄ

3.1 Sykintätaajuus

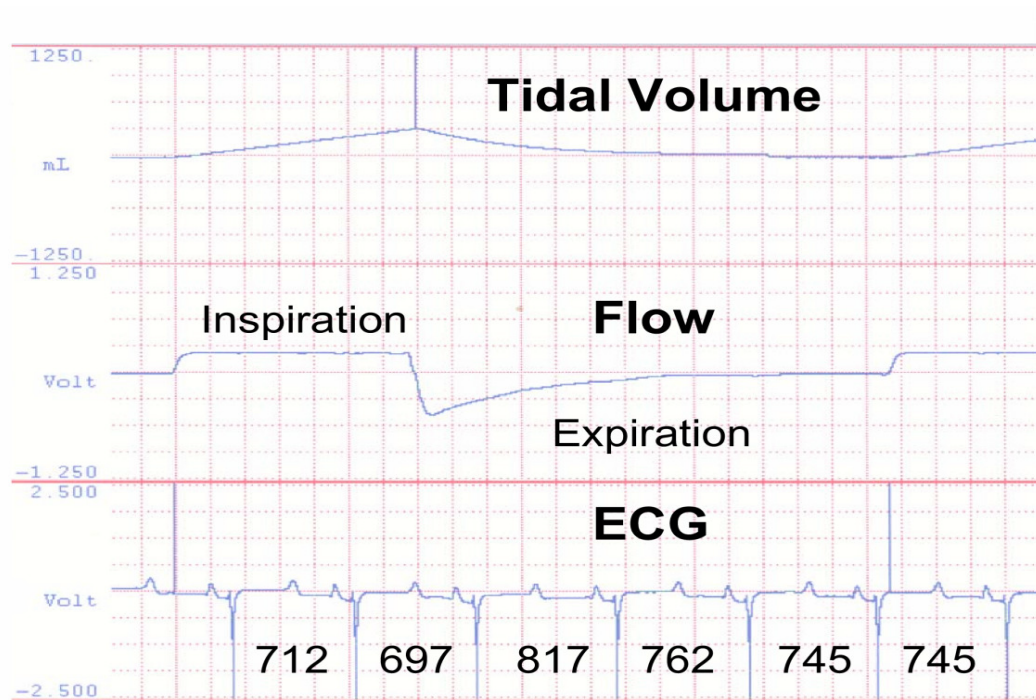
Ilman hermostollista säätelyä sydän supistuu sinussolmukkeen automaattisen rytmien eli perussykkeen mukaan. Perussyke on aikuisella terveellä ihmisellä istuma-asennossa n. 105 krt / min. Sympaattisen ja parasympaattisen aktiivisuuden sekä hormonaalisten ja refleksiivisten tekijöiden vaikutuksesta johtuen leposyke laskee istuma-asennossa kuitenkin keskimäärin 60–80 lyöntiin minuutissa. (Borg ym. 21.)

Työn energiankulutusta voidaan arvioida sydämen sykintätaajuuden perusteella suurten lihasryhmien keskiraskaassa ja raskaassa dynaamisessa työssä. Toimivan lihasmassan pienentyessä ja staattisen työn osuuden suurentuessa työn energeettiset vaikutukset pienenevät. Tällöin lisääntyy sykintätaajuudesta arvioitujen energiankulutusarvioiden tarkkuus. On hyvä muistaa, että sykintätaajuus on hankalasti tulkittava elimistön kokonaiskuormitusta kuvaava vaste, johon vaikuttavat dynaamisen ja staattisen lihastyön määrän lisäksi muun muassa ympäristö. (Kukkonen ym. 2001, 122.)

Kuormittumisen asteesta saadaan helposti tietoa seuraamalla sydämen sykintätaajuutta. Dynaamisesti suoritettavan työn kuorman kasvaessa, sydämen syketaajuus nousee suunnilleen lineaarisesti. Staattinen lihastyö lisää sykintätaajuutta kuten verenpaine-takin enemmän kuin usein ajatellaan. (Hänninen ym. 2005, 45.)

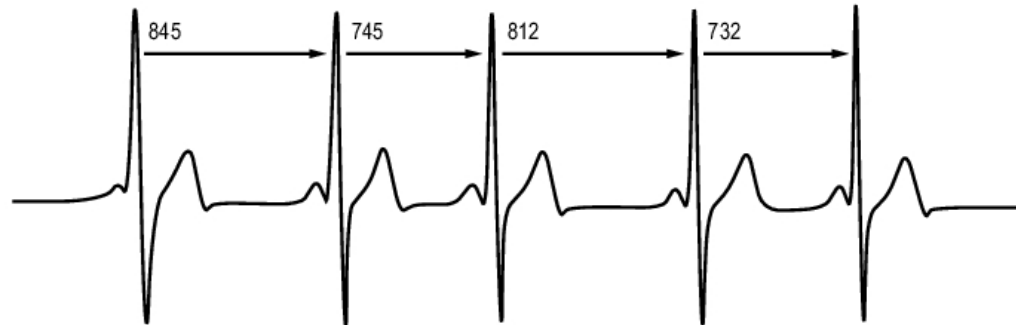
3.2 Sykevariaatio eli sykevaihtelu

Sydämen syke ei ole täysin säännöllinen. Lepotilassa on normaalia, että ihmisellä esiintyy sykkeen nousua sisään hengityksen aikana ja sykkeen laskua uloshengityksen aikana. Hengityksen rytmisissä tapahtuvaa sykevaihtelua nimitetään sinus arythmiaksi. EKG -käyrässä havaittavat R -piikit kuvaavat sydämen kammioiden supistumista, ja peräkkäisten R -piikkien väliä kutsutaan sykeväliksi. Sykevariaatiolla (HRV = Heart rate variability) tarkoitetaan peräkkäisten sydämenlyöntien välistä ajallista vaihtelua. (Borg ym. 23.)



Kuva 1: Sisään- ja uloshengityksen vaikutus sykevaihteluun.
(respiratory-research 2011)

Sykevariaatiolla mitataan kiihdyttävän eli sympaattisen hermoston ja rentouttavan eli parasympaattisen (vagaalisen) hermoston välistä tasapainoa. Rennon ja hyvinvoivan ihmisen sykintätaajuus rauhoittuu ja sykevariaatio suurenee. Jännittyminen ja stressi pienentävät sykevariaatiota ja erityisesti sen parasympaattista komponenttia. (Keskinen ym. 2007, 225.) Mittaamalla sykevaihtelua stressaavissa ja stressittömissä tilanteissa pystytään arvioimaan henkilön parasympaattisen hermoston tilaa. Sykevaihtelumuuttujien reaktiivisuus psyykkiseen ja fyysiseen stressiin antaa mahdollisuuden kuvata päivittäistä ja pitkäaikaista kuormittumista. (Borg ym. 29.)



Kuva 2: Sykekäyrä ja sykevariaatio millisekunteina. (Polar electro 2011).

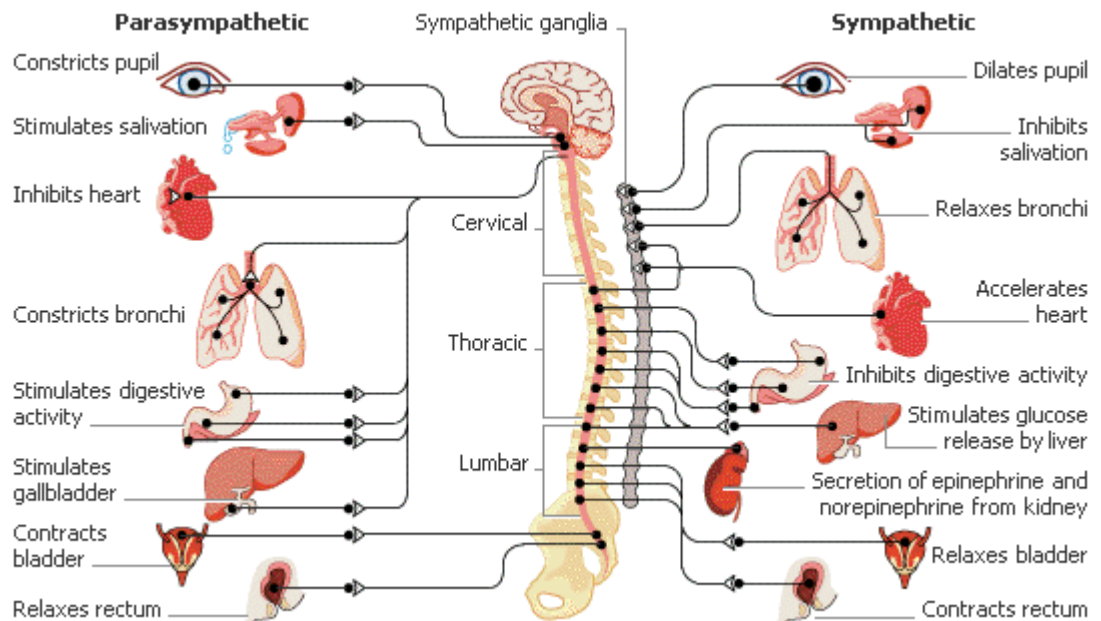
Yleisesti suuri sykevaihtelu on liitetty hyvään terveyteen ja joustavaan sopeutumiseen, kun taas normaalia pienempi sykevaihtelu on yhteydessä stressiin ja heikentyneeseen homeostaattiseen säätelyyn. Mittaamalla sykevaihtelua elimistön eri tilojen tunnistaminen on tarkempaa kuin perinteisillä, pelkkään syketasoon pohjautuvilla menetelmillä. (Borg ym. 23.)

3.3 Autonominen hermosto

Autonominen hermosto säätelee muun muassa verenkiertoelimistön toimintaa. Säätely on nopeaa ja se on tahdosta riippumatonta. Vaikutus voi näkyä jopa muutaman sekunnin kuluttua pääasiassa sydämen, sileän lihaksiston ja rauhasen toiminnan kautta erilaisina elimistön toimintaan sekä myös tunteisiin liittyvinä autonomisina reaktioina. (Borg ym. 19.)

Autonominen hermosto jakaantuu kahteen osaan, sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Sympaattiset ja parasympaattiset hermot lähtevät keskushermostosta ja kulkevat eri puolilla kehoa sijaitseviin kohde-eliimiin. Normaalitilanteessa sympaattinen ja parasympaattinen hermosto toimivat samanaikaisesti vaikuttaen kohde-eliimiinsä vastakkaisesti. Sympaattinen hermosto valmistaa yksilöä toimimaan aktiivisesti kiihdyttäen elimistön toimintoja, ja se on yhteydessä mm. Stressiin. Parasym-

paattinen hermosto rauhoittaa elimistön toimintoja lepoa ja palautumista sekä energia-
varastojen täydentämistä varten. (Borg ym. 19.)



Kuva 3: Autonominen hermosto ja kohde-elimet. (Cenericlook 2011)

Työstressin on todettu liittyvän alentuneeseen sykevaihteluun, mikä viittaa sympaattisen hermoston ylivaltaan. Palautumisen ja levon aikana leposyke on matala ja sykevaihtelu on kohonnut viitaten parasympaattisen hermoston vallitsevuuteen. (Kinnunen & Feldt 2008.)

Sykevariaatio tutkimusten perusteella tiedämme, että sykevaihtelua ohjaavan parasympaattisen hermoston vaikutus katoaa kuormitustasolla, joka on keskimäärin 64 % Maksimisykkeestä. (Keskinen ym. 2007, 80.) Tai noin 50 % tasolla maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Tätä korkeammilla kuormitustasoilla syketaajuuden muutoksia ohjaa enemmän sympaattinen hermosto. (Vuori ym. 2005, 112.)

3.3.1 Sympaattinen hermosto

Sympaattisen hermoston aktiivisuus on yhteydessä tilanteisiin, joissa vaaditaan suurempia aineenvaihdunnallisia ponnisteluja. Sympaattisen hermoston aktiivisuus mm. Laajentaa pupilleja, nostaa sydämen sykettä, lisää sydämen supistumisvoimaa, vähen-

tää verenkiertoa useimmissa sisäelimissä, lisää verenkiertoa luurankolihaksissa sekä lisää hikirauhasen toimintaa. Nämä toiminnot edistävät hapenkuljetusta aktiivisiin lihaksiin ja aivoihin, tämä mahdollistaa aineenvaihdunnallisten resurssien käytön ja fyysisen aktiivisuuden ylläpitämisen. (Borg ym. 20.)

Sympaattisen hermoston aktiivisuus lisääntyy yleensä kehon ulkopuolelta tulevien häiritsevien tai pelottavien ärsykkeiden vaikutuksesta. Klassinen esimerkki sympaattisen hermoston aktiivisuudesta on ”taistele tai pakene” -reaktio. Tällöin syke, verenpaine ja lisämunuaisen hormonieritys lisääntyvät sellaisissa tilanteissa, jossa henkeä uhkaa ulkoinen ärsyke. Nämä edellä mainitut toiminnot tähtäävät siihen, että yksilö selviytyy fyysisesti stressitilanteesta parhaalla mahdollisella tavalla. Nykyään useat haasteet ja stressi ovat enemmän henkisiä, mutta tällaisissakin tapauksissa elimistö reagoi nostamalla aktiivisuuttaan. Mikäli elimistön kohonnut sympaattinen aktiivisuus jatkuu pidempään, on vaarana kehittyä pitkäaikainen stressi ja siihen liittyviä sairauksia. Kohtuullisella liikunnalla ja rentoutumisharjoituksilla sympaattisen hermoston ylitoimintaa on kuitenkin mahdollista rauhoittaa. Sykkeeseen sympaattinen aktiivisuus vaikuttaa kuitenkin suhteellisen pitkällä viiveellä. (Borg ym. 20.)

3.3.2 Parasympaattinen hermosto

Parasympaattisista hermoista voidaan erottaa kaksi toiminnallisesti erilaista osaa. Evoluutiossa aiemmin kehittynyt osa säätelee lepoon liittyviä toimintoja, uudempi osa on yhteydessä nopeaan psykofysiologisen toimintatilan säätelyyn. Parasympaattisen hermoston aktiivisuus on perinteisesti liitetty lepoon, kasvuun ja resurssien palautumiseen. Yleisesti ottaen parasympaattisen hermoston aktiivisuus saa aikaan kohdeelimissä päinvastaisia reaktioita kuin sympaattisen hermoston aktiivisuus. Parasympaattisen aktiivisuuden lisääntyminen esimerkiksi supistaa pupilleja, alentaa sydämen syketaajuutta ja tehostaa ruoansulatusta. (Borg ym. 20–21.)

Parasympaattisen hermoston säätelyn avulla voidaan myös nopeasti muuttaa psykofysiologista toimintatilaa. Muutokset nimenomaan vagushermon aktiivisuudesta liittyvät nopeaan adaptoitumiseen sisäisiin ja ulkoisiin ärsykkeisiin. Parasympaattisen aktiivisuuden aleneminen saa ulkoisten havaintojen perusteella aikaan vastaavia muutoksia kuin sympaattisen aktiivisuuden lisääntyminen. Siten parasympaattinen säätely on

mahdollista sekoittaa sympaattiseen säätelyyn. Ärsykkeen aiheuttama syketaajuuden nousu johtuukin parasympaattisen aktiivisuuden alenemisesta eikä sympaattisen aktiivisuuden lisääntymisestä. Pelkän syketaajuuden perusteella ei voida päätellä, johtuuko muutos sydämen toiminnassa sympaattisen vai parasympaattisen aktiivisuuden muutoksesta. (Borg ym. 21.)

3.4 Sydämen ja verenkierron toiminnan säätely

Aivoissa olevat kardioinhibitorinen ja vasomotorinen keskus säätelevät autonomisten hermoyhteyksien välityksellä verenkierron toimintojen perustasoa ja muutoksia. Sydämen sinussolmukkeeseen ja muihin johtoratajärjestelmän osiin menevät parasympaattiset hermot lähtevät ydinjatkoksen tumakkeista. Sydämeen ja verisuonistoon johtavat sympaattiset hermot puolestaan lähtevät selkäytimen molemmin puolin sijaitsevasta sympaattisesta hermorungosta. Aivokuori ja hypothalamus säätelevät myös aivolisäkkeen erittämän vasoprosessiinin vapautumista verenkiertoon. Vasoprosessiini vaikuttaa ensisijaisesti veritilavuuteen, mutta myös epäsuorasti autonomisten refleksioiden toimintaan. (Borg ym. 22.)

Sydämen sinussolmukkeeseen kohdistuva parasympaattinen aktiivisuus pidentää peräkkäisten sydämenlyöntien väliä eli alentaa keskimääräistä syketasoa. Vastaavasti sympaattinen aktiivisuus lyhentää sykeväliä nostaen syketasoa. Syketaajuuteen kohdistuvan vaikutuksen lisäksi sympaattinen aktiivisuus lisää sydämen supistumisvoimaa. Parasympaattisista hermopäätteistä vapautuvan asetyylikoliinin aiheuttama sykevaste on nopea, kun taas sympaattinen, noradrenaliinivälitteinen, vaste on hitaampi. Parasympaattisen vasteen aikainen pisin sykeväli havaitaan noin puolen sekunnin kuluttua hermoimpulssista ja sykeväli palautuu lähtötasolleen noin yhdessä sekunnissa. Sympaattisen hermoimpulssin jälkeen havaitaan noin yhden sekunnin viive, ennen kuin sykeväli alkaa lyhentyä. Maksimaalinen vaikutus havaitaan vasta noin 4:n sekunnin kuluttua hermoimpulssista ja sykevälin palautuminen lähtötasolle kestää noin 20 sekuntia. (Borg ym. 22.)

3.5 Firstbeat hyvinvointianalyysi

Firstbeatin stressinmittaus on saanut alkunsa urheilijoiden ylikuntotutkimuksista. Kestävyyssuorituskykyä ja sen harjoittelua koskevia tutkimuksia on tehty 1960-luvulta lähtien Jyväskylän yliopistossa ja 1990-luvulta lähtien kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksessa (KIHU) professori Heikki Ruskon johdolla. (Borg ym. 43.)

Ylikuntotutkimuksissa 1990-luvulla on selvitetty ensimmäisen kerran autonomisen hermoston säätelyä ja tämän muutoksia normaalin kestävyysharjoittelun ja ylikuormitustilaan johtavan kestävyysharjoittelun aikana. Ylikuntotutkimusten jälkeen käynnistetyssä Stressimittari-projektissa on selvitetty, voidaanko urheilijan ylikuntotestiä käyttää myös lyhyt- ja pitkäaikaisen työstressin ja työuupumuksen mittaamiseen. Tulokset ovat osoittaneet, että tietyt ylikuntotestin syke- ja sykevariaatiomuuttujat erottelivat eriasteista pitkäaikaista kuormittuneisuutta edustavia tekijöitä toisistaan. Etenkin ortostaattisen kokeen aikana mitatut sykevälimuuttujat heijastivat luotettavimmin haitallista psyykkistä kuormittumista varsinkin silloin, kun kyse on pidemmälle ehtineestä työuupumuksesta. Tämän perusteella on voitu todeta, että psyykkisen stressin mittaamiseen pystytään soveltamaan samanlaisia mittausmenetelmiä kuin urheilijoiden ylikuormituksen todentamiseen. (Borg ym. 43 – 44.)

Hyvinvointianalyysi on sykeanalyysiin perustuva tietokoneohjelma, joka sydämen sykkeen avulla pystyy arvioimaan yksilöllisesti autonomisen hermoston säätelyn tiloja. Menetelmän avulla on mahdollista mitata liikunnan ja työn fyysistä ja psyykkistä kuormittavuutta sekä palautumista vapaa-ajan ja yön aikana yksilön sykevaihTELUN tasosta riippumatta. Alustavat tulokset osoittavat, että sykevälivaihteluun perustuvalla Hyvinvointianalyysillä on mahdollista saada sellaista tietoa työntekijöiden liikunnan määrästä ja intensiteetistä, fysiologisesta kuormituksesta ja palautumisen määrästä, mitä tähänastisilla menetelmillä ei ole ollut mahdollista saada. (Kinnunen & Feldt 2008.)

Hyvinvointianalyysi on Firstbeat Technologies Oy:n kehittämä sykeanalyysiohjelma, jota ennaltaehkäisevään terveydenhuoltoon, hyvinvoinnin edistämiseen, työssä tapahtuvaan mittaamiseen sekä tutkimuskäyttöön. Hyvinvointianalyysin avulla voidaan mitata stressiä ja palautumista, työn fyysistä kuormitusta, energian kulutusta ja liikunnan vaikuttavuutta. (Borg ym. 7.)

Hyvinvointianalyysi on käytännöllinen työväline, joka auttaa tarttumaan ongelmiin konkreettisesti ja kohdentamaan investointeja tehokkaammin. Ihmisen elimistön kuormittuminen heijastuu sydämen toiminnan säätelyyn ja edelleen sykevälivaihteluun. Hyvinvointianalyysi perustuu tarkkaan sykeanalyysiin, jonka avulla elimistön fysiologisia reaktioita voidaan tarkastella helposti ja nopeasti. Varhaiset kuormittumisen merkit on mahdollista havaita ennen vakavampaa ylikuormittumista. (Borg ym. 7.)

Hyvinvointianalyysin keskeisenä tavoitteena on stressistä ja työn fyysisestä kuormituksesta johtuvien kalliiden sairastapauksien vähentäminen ja työkyvyttömyyden ehkäisy, työntekijöiden työ- ja toimintakyvyn edistäminen sekä parhaassa tapauksessa työn tuottavuuden kasvattaminen työntekijän henkilökohtaista hyvinvointia lisäämällä. (Borg ym. 7.)

Mittauksessa ei vaadita erityisjärjestelyjä tai laboratorio-olosuhteita, vaan se voidaan suorittaa asiakkaan päivittäisten toimintojen yhteydessä, kuten kotona, vapaa-aikana tai harrastusten yhteydessä. (Borg ym. 9.)

Hyvinvointianalyysin luotettavuus ja testauksen toistettavuus on työn kuormituksen sekä stressin että palautumisen analysoinnissa hyvä. Esimerkiksi kysymyksillä, haastattelulla ja havainnoimalla voi kokenut arvioija päästä noin $\pm 20\%$ osuuteen työn kuormituksen arvioinnissa (Keskinen 2007, 225). VO₂max: epäsuorien arviointimenetelmien ennustetarkkuus on noin $\pm 10\%$ (Vuori, ym 2005, 112). Esimerkiksi useissa tutkimuksissa on todettu submaksimaalisen polkupyöräergometritestin VO₂max tuloksen poikkeavan mitatusta VO₂max:sta 7 – 27% (Keskinen 2007, 225).

Hyvinvointianalyysiä voitaneen verrata luotettavuudessaan Polar Kuntotestiin, joka on Non-exercise-menetelmä. Molemmissa menetelmissä tulosten analysointi perustuu neuroverkkolaskentaan (Keskinen 2007, 81). Molemmissa testeissä maksimaalinen hapenotto- ja sykekyky lasketaan sukupuolen, iän, pituuden, painon, itse arvioidun liikuntaaktiivisuuden sekä mitatuista sykeintervalleista laskettujen keskiarvosykkeen ja sykevariaatiomuuttujien perusteella (Keskinen 2007, 81). Polar Kuntotestin ja laboratoriossa mitatun maksimihapenoton välinen ero oli 6,5%, myöhemmissä validaatiotutkimuksissa virhe on vaihdellut 8 – 15%:n välillä (Keskinen 2007, 81).

Reetta Heinonen havaitsi pro gradu- tutkielmassaan verratessaan sykemuuttujia ja psykologisia muuttujia toisiinsa, että tulokset olivat samansuuntaisia. Tulosten perusteella hän tuli siihen johtopäätökseen, että rentoutumisintervention aikana tutkittavien henkilöiden ralaksaatio kasvoi ja tämä oli tunnistettavissa sykevälivaihteluanalyysin avulla. (Heinonen 2006.)

On hyvä tietää, että vaikeissa ylikuormitustiloissa ja eräissä sydämen sähköisen toiminnan muutoksissa sykevariaatioindeksit saattavat näyttää jopa supernormaaleilta (Keskinen 2007, 225).

Luotettavan stressin mittaukset Hyvinvointianalyysillä ovat: Mahdollisimman pieni virheprosentti (enintään 20%). Tarkka leposyke, joka saadaan yömittauksen aikana. Tarkka maksimisyke, joka saadaan joko maksimitestillä tai laskennallisesti, mittausten analysointi samoilla lepo- ja maksimisykearvoilla / henkilö. Mittausten toteuttaminen mahdollisimman samalla tavalla, esimerkiksi aamusta seuraavaan aamuun. Jotta mitaukset olisivat vertailukelpoisia, on mittaus jaksojen oltava saman pituisia, esimerkiksi 24 tuntia. (Borg ym. 36.)

4 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TEHTÄVÄ

4.1 Toimeksiantajana Terveystalo Pieksämäki ja tutkimuskohteena VR Osakeyhtiön Pieksämäen konepaja

Terveystalo on Suomen suurin terveystaloyritys. Terveystalo tarjoaa monipuolisia terveys-, työterveys-, sairaanhoito- ja tutkimuspalveluja. Palveluverkostossa on lähes 150 toimipaikkaa ympäri Suomen. Terveystalon palvelut kattavat kaikki keskeiset terveydenhuollon osa-alueet. Terveystalon asiakkaita ovat yksityishenkilöt, yritykset ja yhteisöt, vakuutusyhtiöt ja julkinen sektori. Terveystalo on muun muassa Suomen suurin työterveyspalveluiden ja sairaanhoitopalveluiden tuottaja sekä diagnostiikan tekijä. Vuonna 2010 Terveystalon potilaskäyntien määrä oli noin 1,4 miljoonaa. (Terveystalo 2011.)

Terveystalo panostaa ennaltaehkäisyyn perustuvaan, osallistavaan työterveyshuoltoon.

Terveystalo kehittää yhdessä asiakkaan kanssa työkaluja ja toimintamalleja työkyvyn säilyttämiseksi. Lakisääteisten työterveyspalvelujen lisäksi Terveystalo tarjoaa monipuolisia palveluja, kuten muutostukea yt-neuvotteluihin, savuttomuusprojektin palveluita, laihdutus- ja liikuntaryhmiä, rokotuksia sekä työnohjausta. Toimiva työterveyshuolto lisää henkilöstön työhyvinvointia sekä tuo asiakasyritykselle selkeitä kustannushyötyjä muun muassa eläkekustannusten ja sairauspoissaolojen hallinnan kautta. (Terveystalo 2011.)

VR:n konepaja on vakiintunut yhdeksi suurimmista Pieksämäen työnantajista. Muun muassa rautatievaunujen valmistuksen, kunnossapidon ja muutostöiden parissa työskentelee noin kolmesataa ihmistä. Konepajalla rakennetaan tätä nykyä myös kauko-ohjattavia vetureita. Suurin osa vaunuista tehdään Suomen liikenteeseen. (Yle, Etelä-Savo 2011.)

4.2 Opinnäytetyön tutkimustehtävä

Tutkimus toteutettiin Terveystalo Pieksämäen toimeksiantona ja tutkimuskohteena olivat VR:n konepajan eri työyksiköt. Tarkoituksena oli tutkia työn fyysistä kuormittavuutta ja palautumista konepajan työyksiköissä.

Tutkimuskysymykset ovat:

Kuinka kuormittavaa fyysisesti työ on yli 50 -vuotiailla työntekijöillä VR Osakeyhtiön Pieksämäen konepajalla sen eri työyksiköissä?

Palautuvatko yli 50 -vuotiaat työntekijät työpäivän kuormituksesta saman vuorokauden aikana?

5 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS

5.1 Tutkimusmenetelmänä määrällinen tutkimus

Määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimuksen on tarkoitus selittää, kuvata, kartoittaa, vertailla tai ennustaa ihmisiä koskevia asioita tai luonnon ilmiöitä. Määrällinen tutkimus pyrkii tulosten yleiseen kuvailuun numeraalisesti. Olennaista määrälliselle tutki-

mukselle on se, että tutkimusaineisto kerätään mitattavassa muodossa tai aineisto on mahdollista muuttaa mitattavaan muotoon. (Vilkkä 2007, 26, 35.) Määrällistä tutkimusta käytetään silloin, kun on mahdollista määritellä mitattavia, testattavia tai muulla tavalla numeraalisessa muodossa ilmaistavia muuttujia. (Soininen 1995, 34–38.)

Määrällisen tutkimuksen avulla tutkittavasta ilmiöstä kerätään numeraalista tietoa, jota analysoidaan tilastollisia menetelmiä apuna käyttäen (Muijs 2004, 1-2). Heikkilän mukaan tämän tutkimusmenetelmän avulla pyritään usein selvittämään esimerkiksi olemassa oleva tilanne, asioiden välisiä riippuvuuksia, tutkittavassa ilmiössä tapahtuvia muutoksia tai etsimään lukumääriin ja prosentiosuuksiin liittyviin kysymyksiin vastauksia. Tuloksia voidaan havainnollistetaan taulukoiden ja kuvioiden avulla. Tutkimustulokset eivät kuitenkaan auta tyhjentävästi ymmärtämään tutkimuskohdetta tai selittämään sen käyttäytymisen tai päätösten syitä, koska tutkimuksessa pyritään pääsääntöisesti muodostamaan tilastollisia yleistyksiä. (Heikkilä 2008, 16.)

Määrällisessä tutkimuksessa kohteena on yleensä suurempi joukko ihmisiä. Heitä ei kuitenkaan kaikkia voi ottaa mukaan tutkimukseen, jolloin tutkimuksesta riippuen, tulevat henkilöt valitaan tietyllä otannalla. Tutkimuksen kohteita ei tarkastella yksilöinä, vaan tutkimuksesta pyrkimyksenä on luoda yleinen malli. Määrällisessä tutkimuksessa asetetaan ensin tutkimuskysymykset. Tutkimuskysymyksiin haetaan vastauksia aikaisemman tiedon ja teorian pohjalta. Tämän jälkeen suunnitellaan tarkemmin tutkimuksen kulku ja kerätään aineisto. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2003, 166-167.)

Perusjoukko on kohdejoukko, josta tutkimuksessa halutaan tehdä päätelmiä. Otos tarkoittaa havaintoyksiköiden joukkoa, nämä on poimittu perusjoukosta. Sen tulisi olla ominaisuuksiltaan samanlainen kuin perusjoukko eli sen tulisi edustaa perusjoukkoa mahdollisimman hyvin. Otoksesta saadut tulokset pätevät vain tietyllä todennäköisyydellä perusjoukkoon. Mitä suurempi otos on, sitä luotettavammasta ovat tulokset ja vastaavasti mitä pienempi on otos, sitä sattumanvaraisempia ovat tulokset. (Vilkkä 2007, 51, 52, 57.)

Kokeellinen tutkimus on määrällinen tutkimusmetodi, joka pyrkii enemmänkin selittämään kuin ennustamaan ilmiöitä. Kokeellinen menetelmä valitaan silloin, kun tavoitteena on tutkia jonkin ilmiön reaktioita johonkin tai vaikutusta johonkin. Kokeellisia

tutkimuksia on kolmea eri tyyppiä: laboratoriokokeet, kenttäkokeet ja kokeelliset simuloinnit. Kenttäkoe suoritetaan todellisissa tilanteissa. Kenttäkokeissa pystytään selvittämään kompleksisia ja käytännön ongelmia ja ne sopivat hyvin myös teorian testaamiseen. Kenttäkokeiden tulokset ovat yleensä hyvin yleistettäviä. Kenttäkoe vaatii paljon tutkijalta. Kenttäkokeen huonona puolena on se, että siinä esiintyy usein kontrolloimattomia tekijöitä. (Soininen 1995, 77- 78.)

5.2 Tutkittavien soveltuvuusvaatimukset

Henkilöiden soveltuvuusvaatimuksena olivat yli 50 vuoden ikä ja heillä ei saanut olla sydämen sykkeeseen vaikuttavaa lääkitystä (beetasalpaajat) eikä sydämen tahdistinta. Keskisen ja kumppaneiden mukaan ikääntyminen tuo muutoksia terveyteen ja toimintakykyyn. Ensimmäisenä konkreettisenä muutoksena on fyysisen toimintakyvyn heikkeneminen, joka ilmenee viimeistään 40 – 50 ikävuoden välillä, elleivät elintavat sitä ehkäise. Krooniset sairaudet yleistyvät iän myötä ja noin 50%:lla suomalaisista yli 55-vuotiaista on vähintään yksi lääkärin toteama krooninen sairaus. Toimintakyvyn ja terveyden muutokset liittyvät usein toisiinsa. Siksi niiden luotettava arviointi ja mittaaminen ovat keskeisiä toimenpiteitä työkyvyn kannalta. Noin 25 ikävuoden jälkeen VO₂max laskee tasaisesti noin 1% vuodessa niin, että 55 vuoden iässä VO₂max on noin 27% pienempi kuin 20 vuoden iässä. (Keskinen ym. 2007, 53, 219.)

Tutkittavien iän rajaukseen vaikuttivat ensinäkin luotettavuustekijät. Koska ikääntyminen tuo tullessaan muutoksia toimintakykyyn ja vaikuttaa siten työn kuormittavuuteen, on oletettavissa ettei nuorempien kuin 50 -vuotiaiden ottaminen mukaan tutkimukseen edistä tutkimuksen luotettavuutta. Tämä olisi saattanut vaikuttaa, varsinkin työn kuormittavuutta arvioitaessa tuloksiin positiivisesti .

Jotkin lääkeaineet vaikuttavat sykkeeseen ja saattavat siten vääristää analyysin tuloksia. Esimerkiksi verenpainelääkityksenä käytetyt beetasalpaajat pienentävät sydämen sykettä, mikä ei estä Hyvinvointianalyysin suorittamista, mutta tulee huomioida tuloksia tulkittaessa. Kattavaa listaa sykkeeseen vaikuttavien lääkkeiden kauppanimistä on mahdotonta laatia, koska markkinat elävät jatkuvasti. (Borg ym. 9 – 10.)

Vaikka sydämen sykkeeseen vaikuttavat lääkeaineet eivät välttämättä vaikuta tutkimuksen analysointiin ja tuloksiin, päätin sulkea tällaisia lääkkeitä käyttävät henkilöt pois tutkimuksesta luotettavuuden takia. Edellä mainitun syyn takia jouduin sulkemaan pois kaksi henkilöä tutkimuksesta.

Sydämentahdistin ei välttämättä estä Hyvinvointianalyysin suorittamista, sillä on olemassa sydämentahdistimia, jotka rytmittävät sydämen toimintaa ainoastaan silloin, kun tahdistin huomaa normaalista poikkeavaa sydämen toiminnassa. Voi mennä vuorokausikin ilman, että sydämentahdistimen tarvitsee antaa ylimääräistä rytmitystä henkilön normaaliin sydämen toimintaan. Koska mittaushäiriöitä esiintyy myös luonnollisista syistä ilman, että mittauksen luotettavuus kärsii, voidaan sydämentahdistinta käyttävien henkilöiden olettaa voivan käyttää Hyvinvointi analyysiä yhtä lailla kuin terveet henkilöt. Tällaisissa tapauksissa tulee huomioida mahdollisen lääkityksen tai sydänperäisten sairauksien esiintyminen, jotka omalta osaltaan voivat vaikuttaa analyysin tuloksiin ja tulkintaan. (Borg ym. 10.)

Vaikka sydämentahdistin ei ole esteenä hyvinvointianalyysin suorittamiseen, on kuitenkin mahdotonta sanoa mittausta analysoitaessa, kuinka paljon tahdistin on puuttunut sydämensykkeeseen. Tästä syystä on mahdollista ettei tahdistinta käyttävien henkilöiden sykedata ole vertailukelpoinen muiden tutkittavien kanssa ja saattaa vääristää tutkimustulosta. Tahdistinta käyttäviä henkilöitä ei ollut tulossa tutkimukseen.

5.3 Aineiston hankinta

Aineisto tutkimukseen on kerätty maalisi- ja kesäkuun 2011 välisenä aikana. Tutkimukseen osallistuneille jaoin kerrallaan neljä syketallenninta, joten käyntikeroja tuli yhteensä kuusi. Käynneistä kolme oli tallentimien vientejä ja kolme niiden pois noutoja. Tallentimien viennin yhteydessä selvitin tutkittaville laitteen käytön, mittaustapah-tuman kulun, tietosuojaa koskevat asiat, taustatietolomakkeen täyttämisen, mittauspäiväkirjan täyttämisen ja siinä tarvittavat merkinnät. Tämän jälkeen tutkimukseen osallistuneet allekirjoittivat suostumuksen tutkimukseen. Samassa yhteydessä selvitin tutkimukseen osallistuneiden kanssa heidän soveltuvuuden tutkimukseen.

Sykevälitalennus suoritettiin Hyvinvointianalyysiin yhteensopivalla laitteella (Borg, ym. 13). Tässä tutkimuksessa käytettävissä olivat Firstbeat BODYGUARD (BG) sekä Suunto Memory Belt. Mittauksista kymmenen tehtiin BG: tallentimella ja kaksi Suunto Memory Belt: laitteella. Yhteensä aineistoa keräsin kahdeltatoista henkilöltä, jotka jakautuivat osastoittain seuraavasti: toimisto 3 henkilöä, Pikakorjaus 2 henkilöä, rata-työkone 2 henkilöä, varikko 3 henkilöä ja pyöräkerta 2 henkilöä.

Sykemittauksen voi käynnistää asiakas itse saatuaan tarvittavan ohjeistuksen (Borg ym. 13). Mittauslaitteen, tarvittavat ohjeet ja ohjeistuksen sekä taustatietolomakkeet saatuaan, mitattavat tekivät itsenäisesti sykemittauksen. Kartoitettaessa asiakkaan palautumistilaa on suositeltavaa mitata vähintään kaksi vuorokautta (Borg ym. 13). Ohjeistuksena oli kaksi mittausta työpäivinä, joista molemmat olivat noin 24 tunnin mittaisia. Mittauksen tuli alkaa aamulla ja päättyä seuraavana aamuna tutkittavan herättyä. Mittaus sai kestää myös kaksi vuorokautta peräkkäin. Mittauksista kaksi oli yli 24 tunnin mittaisia, koska kahdella varikon työn tekijällä oli kaksi työpäivää joihin sisältyi sekä aamu- että yövuorot. Mittauksen luotettavuuden kannalta oli ehdotonta sisällyttää näiden työpäivien palauttava jakso mittaukseen, joka sijoittui seuraavan vuorokauden puolelle. Näissä tapauksissa myös työn kuormittavuutta analysoitiin erikseen molempien työvuorojen osalta, joten kaikkiaan analysoitavia työjaksoja oli 26 kappaletta ja noin vuorokauden mittaisia jaksoja 24 kappaletta.

5.4 Aineiston käsittely ja analysointi

Aineiston hankinnan jälkeen syketallentimeen tallentunut tieto on purettu Hyvinvointianalyysi ohjelmalla, joka suorittaa useat eri laskennalliset vaiheet. Laskennan ensimmäisessä vaiheessa ohjelmassa muodostetaan eri muuttujat autonomisen hermoston toiminnan ja kehon fyysisen aktiivisuuden kuvaamiseksi. Ohjelma korjaa sykevälisignaalista mittauksesta johtuvat häiriöt ja esikäsittelee sitä erilaisilla digitaalisilla suodattimilla signaalin laadun ja tulkinnan parantamiseksi. Ohjelma laskee syketallenteesta muun muassa hengitysmuuttujia, kuten hengitysfrekvenssi, ventilaatio ja hapenkulutus. Sykevälitiedosta ohjelma määrittää erilaisia sykevaihtelumuuttujia ja autonomisen hermoston tunnuslukuja, näiden perusteella se määrittää parasympaattisen ja sympaattisen hermoston toimintatilaa. (Borg ym. 41 – 42.)

Laskennan toisessa vaiheessa Hyvinvointianalyysin ohjelma yhdistää laskennan ensimmäisen vaiheen tietoja stressireaktioiden ja rentouttavien tilojen määrittämiseksi. Hapenkulutus on fyysisen aktiivisuuden mittari, jota voidaan hyödyntää sulkiessa pois stressitilan tunnistuksessa ajanhetket, joissa autonomisen hermoston tila on kiihtynyt fyysisen rasituksen vuoksi. Ohjelman suljettua pois fyysisen aktiivisuuden aiheuttama autonomisen hermoston kiihtyminen, voidaan arvioida muista syistä johtuvaa kuormitusta. Jäljelle jääville ajanhetkille ohjelma määrittelee stressitason ja rentouttavat jaksot sykevaihtelun ja syketasen pohjalta muodostettua mallia hyödyntäen. (Borg ym. 42 – 43.)

Hyvinvointianalyysi laatii saatujen syketallenteiden perusteella useita eri raportteja elimistön tilasta mittauksen aikana, joita sykkeestä voidaan mitata. Tässä tutkimuksessa on käytetty fyysisen kuormittumisen raporttia arvioitaessa työn fyysistä kuormittavuutta ja stressiraporttia arvioitaessa palautumista. Fyysisen kuormittavuuden raportti on Hyvinvointianalyysi ohjelman pilkkomistoiminnon avulla pilkottu siten, että se käsittää pelkästään sykedatan työajalta. Pilkkominen on tehty tutkittujen päiväkirja merkintöjen perusteella, työn alkamis- ja päättymisajankohdan mukaan. Stressi raportti käsittää koko mittausjakson, joka on noin vuorokauden mittainen. Eräissä tapauksissa tutkitut olivat pitäneet mittalaitetta kaksi vuorokautta yhtämittaa, jolloin myös stressin ja palautumisen mittauksen vuoksi jakso on pilkottu vuorokauden mittaisiksi jaksoiksi. Tuloksissa esitetyt arvot on laskettu käsin edellä mainituista raporteista.

Fyysinen kuormitus on jaettu hyvinvointianalyysin raporteissa eri intensiteettitasoihin suhteellisen hapenkulutuksen perusteella (Borg ym. 50). Intensiteettitasojen kautta voidaan analysoida fyysisen kuormituksen määrää jakson aikana. (Firstbeat Technologies Oy, 71).

Kuormituksen määritelmä	Intensiteettitaso %VO₂max
Kevyt kuormitus	0 – 30
Kohtalainen kuormitus	31 – 50
Raskas kuormitus	51 – 75
Erittäin raskas kuormitus	76 – 100

Taulukko 1: Kuormituksen määritelmät suhteessa intensiteettitasoihin. (Borg ym. 50).

Fyysisen kuormituksen tunnusluvut kertovat kuormitukseen liittyvien tunnuslukujen keskiarvon ja vaihteluvälin eli jaksonaikaisen minimi- ja maksimi-arvon (Firstbeat Technologies Oy, 74). Tuloksissa esitetään tutkimusten keskimääräinen aika eri intensiteettitasoilla ja keskimääräinen suhteellinen osuus prosentteina työajasta.

Hapenkulutuksen osuus prosentteina henkilön maksimaalisesta hapenkulutuksesta ilmoitetaan %VO₂max. Raja-arvot on mainittu taulukossa 1. Tuloksissa %VO₂max kuvaa todellista kuormitustasoa ja sen vaihteluväliä.

Hapenkulutus ilmoitetaan VO₂max (ml/kg/min). VO₂max kuvaa testattavien aerobista tehoa eli kykyä tuottaa energiaa hapetusreaktioiden avulla. Tärkein VO₂max:yyen vaikuttava tekijä on työskentelevien lihasten massa eli suuremman lihassmassan työskennellessä kohoaa VO₂max suuremmaksi. (Keskinen ym. 2007, 76.) Hapenkulutuksen arviointia voidaan soveltaa taulukon 2 mukaan.

Työfysiologisissa raporteissa käytetään nykyään paljon niin kutsuttua metabolista ekvivalenttia (MET). Metabolinen ekvivalentti kertoo, kuinka moninkertaiseksi työ lisää henkilön energeettistä aineenvaihduntaa (=hapenkulutus). Normaalipainoisella yksi MET merkitsee hapenkulutustasoa 3,5 ml/kg/min ja vastaavasti 10 MET tasoa 35 ml/kg/min. (Keskinen ym. 2007, 225.) Energiankulutustasoa kuvaava lukuarvo MET (1MET = perusaineenvaihduntataso). (Firstbeat Technologies Oy, 74).

Hapenkulutus ml/min/kg	MET	Liikunta, työ
< 15	2–3	Kävely 3km/h / Valvomo- tai kevyt kotitaloustyö
15–20	4–5	Kävely 5–6 km/h / Raskaat työvaiheet esim. asennustöissä
20–25	5–7	Kävely 6–7 km/h / Rakennus- nosto- ja siivoustyöt
25–30	7–9	Kävely tai hölkkä 7–8km/h / Raskaat vaiheet rakennus- ja varastotyössä
30–40	>9	Juoksu 9–11 km/h / Raskas työ esim. raskaiden taakkojen kantaminen portaissa ym.

Taulukko 2. Hapenkulutuksen, MET-arvojen ja fyysisen aktiivisuuden ohjeelliset vastaavuudet keskikokoisella henkilöllä. (Vuori ym. 2005, 126).

Tuloksissa esitetään stressin, palautumisen, liikunnan, kevyen fyysisen aktiivisuuden ja muiden tapahtumien ajat ja suhteelliset osuudet. Tuloksissa analysoidaan stressin ja palautumisen esiintymistä jakson aikana. (Firstbeat Technologies Oy, 54.)

Stressireaktiot kertoo sisäisen homeostaasin eli tasapainon järkkymisestä kyseisenä aikana. Tämä muutos normaalitilaan verrattavissa olevaan tasapainotilaan nähden voi olla seurausta joko stressin tai pitkittyneen kuormituksen kaltaisista negatiivisista reaktioista tai toisaalta esimerkiksi intensiivisestä ja huolellista keskittymistä vaativasta tilanteesta. (Firstbeat Technologies Oy, 54.)

Palautumista kuvaavat tilat kertovat ajanjaksosta, jolloin elimistössä on tapahtunut normaalia enemmän elimistön voimavaroja palauttavia fysiologisia reaktioita. (Firstbeat Technologies Oy, 54-55).

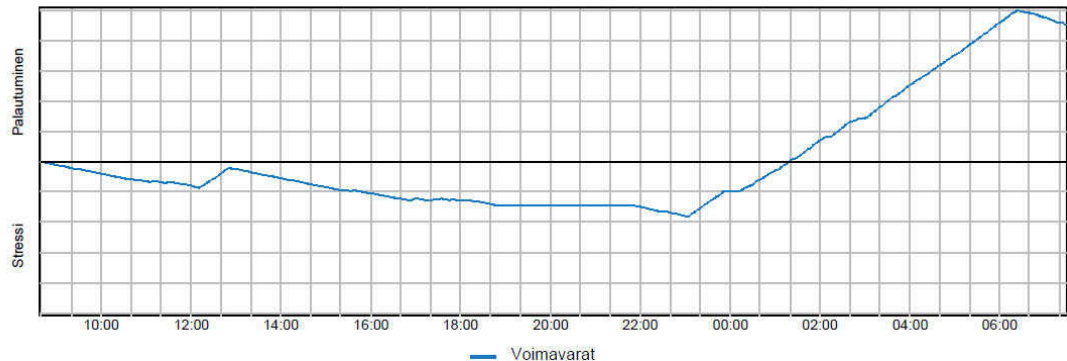
Fyysinen aktiivisuus aiheuttaa elimistössä sisäistä tasapainoa eli homeostaasia järkyttävän, fysiologialtaan stressireaktioita vastaavan tilan. Liikunnan elimistöön tuottamat muutokset ovat luonnollisia ja tietoisesti aiheutettuja. Koska liikunta on itsessään eli-

mistön sisäistä tasapainoa järkyttävä tila, ei liikunnan aikaisia tiloja analysoida stressin tai palautumisen osalta, vaan fyysinen aktiivisuus esitetään tässä taulukossa liikuntana. (Firstbeat Technologies Oy, 55).

Muut tapahtumat tarkoittavat tiloja, jolloin elimistössä tapahtuvat reaktiot eivät viittaa stressireaktioihin eivätkä palautumiseen. Tila voi olla esimerkiksi niin sanottu välitila näiden kahden vahvemman reaktion välillä. Muut tapahtumat voivat kuvata myös jaksoja, jolloin sykesignaalin heikosta laadusta johtuen eri fysiologisten tilojen tunnistaminen ei ole mahdollista. (Firstbeat Technologies Oy, 55).

Voimavarojen kuvaaja on suoraan yhteydessä stressin ja palautumisen tuloksissa olevien tilojen ilmenemiseen. Mikäli voimavaroja kuvaava käyrä on jakson päättyessä korkeammalla kuin mittauksen alussa, voidaan jaksolla päätellä olleen voimavaroja palauttava vaikutus. Mikäli käyrä on jakson päättyessä alempana kuin mittauksen alussa, voidaan jakson päätellä olevan voimavaroja kuluttava. (Firstbeat Technologies Oy, 61.)

Voimavarojen kuvaaja



Kuva 4. Voimavarojen kuvaaja. (Firstbeat Technologies Oy, 61).

Tyypillisesti työpäivän aikana stressireaktioiden määrä on palautumisen määrää suurempaa. Tästä huolimatta voimavarojen kuvaaja saattaa tällaisessa tilanteessa osoittaa voimavarojen olevan enemmän palauttavalla kuin kuormittavalla tasolla. Yleensä tämä on seurausta palautumisen hyvästä laadusta. Elimistö pystyy palautumaan päiväaikaisesta matalatasoisesta stressistä ja voimavarojen kulumisesta esimerkiksi hyvin nukutun yön aikana, jolloin voimavarojen kuvaaja usein nousee suhteellisen jyrkästikin aamulla mittauksen lähtötasolle tai jopa sen yläpuolelle. (Firstbeat Technologies Oy, 61.)

Voimavarojen kuvaajassa esitetystä käyrästä saatava tieto on skaalaamaton, joten tästä ei ole mahdollista saada tuloksiin numeraalista arvoa stressin tai palautumisen määräästä. Tuloksissa on voimavarojen kuvaajasta saatu tieto ilmoitettu prosentteina, kuinka monta prosenttia mittauksista on päättyneet joko palauttavalle, stressi- tai lähtötasolle.

6 TULOKSET

6.1 Kaikki mitatut

Mitattuja henkilöitä oli 12 ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 56,5 vuotta. Mittaushäiriöt olivat mittausjakson aikana keskimäärin 4,6%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 23h 40min. Työajan keskimääräinen pituus 8h 23min.

6.1.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 8 tuntia 10 minuuttia, suhteellinen osuus työajasta oli 97,7%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 12 minuuttia, suhteellinen osuus työajasta oli 2,36%. Työskentelyä intensiteettitasolla 51 – 75% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 1minuutti, suhteellinen osuus työajasta oli 0,14%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO ₂ max	8h 10min	97,5%
31 – 50% VO ₂ max	12min	2,36%
51 – 75% VO ₂ max	1min	0,14%
76 – 100% VO ₂ max	0min	0%

Taulukko 3: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana.

Hapenkulutus (VO₂max) työajalla oli keskimäärin 4,8 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja vaihteluväli oli 2 – 13,7 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta oli keskimäärin 13,3% ja vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 42%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,3 ja vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 4,2.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO ₂ max (ml/kg/min)	4,8	2 – 13,7
%VO ₂ max	13,3%	0% – 42%
MET	1,3	0,6 – 4,2

Taulukko 4: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.1.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 9 tuntia 44 minuuttia, suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 41,6%. Palautumista oli keskimäärin 7 tuntia 45 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 32,1%. Liikuntaa oli keskimäärin 45 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 3,2%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 33 minuuttia, ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 2,4%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 4 tuntia 49 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 20,4%.

Tapahtuma	Tapahtuman kesto aika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	9h 44min	41,6%
Palautuminen	7h 45min	32,1%
Liikunta	45min	3,2%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	33min	2,4%
Muut tapahtumat	4h 49min	20,4%

Taulukko 5: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana.

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mittaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 73,33%:ssa mittauksia, samalle tasolle kuin mittauksen alkaessa mittauksista päättyi 6,67% ja stressi tasolle jolloin elimistön tasapaino on kuormittuneessa tilassa mittauksista päättyi 20%.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
20%	6,67%	73,33%

Taulukko 6: Voimavarojen tasapaino

6.2 Pyöräkerta

Mitattuja henkilöitä oli 2, ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 55 vuotta. Mittaushäiriöt mittausjakson aikana olivat keskimäärin 3,3%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 23h 39min. Työajan keskimääräinen pituus 8h 1min.

6.2.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 7 tuntia 54 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 98,5%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 8 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 1,5%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO ₂ max	7h 54min	98,5%
31 – 50% VO ₂ max	8min	1,5%
51 – 75% VO ₂ max	0min	0%
76 – 100% VO ₂ max	0min	0%

Taulukko 7: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana

Hapenkulutus (VO₂max) työajalla oli keskimäärin 4,9 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja sen vaihteluväli oli 2 – 11,2 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO₂max) oli keskimäärin 16,3% ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 36%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,4 ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 3,2.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO ₂ max (ml/kg/min)	4,9	2 – 11,2
%VO ₂ max	16,3%	0% – 36%
MET	1,4	0,6 – 3,2

Taulukko 8: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.2.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 10 tuntia 17 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 43,5%. Palautumista oli keskimäärin 8 tuntia 37 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 36%. Liikuntaa oli keskimäärin 26 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 1,5%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 34 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 2,3%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 3 tuntia 46 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 15,8%.

Tapahtuma	Tapahtuman kestoaika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	10h 17min	43,5%
Palautuminen	8h 37min	36%
Liikunta	26min	1,5%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	34min	2,3%
Muut tapahtumat	3h 46min	15,8%

Taulukko 9: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mittaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 100%:ssa mittauksia.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
0%	0%	100%

Taulukko 10: Voimavarojen tasapaino

6.3 Varikko

Mitattuja henkilöitä oli 3 ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 54 vuotta. Mittaushäiriöt olivat mittausjakson aikana keskimäärin 2%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 22h 56min. Työajan keskimääräinen pituus 8h 10min.

6.3.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 8 tuntia 4 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 98,75%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 5 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 1,25%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO ₂ max	8h 4min	98,75%
31 – 50% VO ₂ max	5min	1,25%
51 – 75% VO ₂ max	0min	0%
76 – 100% VO ₂ max	0min	0%

Taulukko 11: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana

Hapenkulutus (VO₂max) työajalla oli keskimäärin 4,1 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja sen vaihteluväli oli 2 – 14,5 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO₂max) oli keskimäärin 11,6% ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 40%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,2 ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 3,8.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO ₂ max (ml/kg/min)	4,1	2 – 14,5
%VO ₂ max	11,6%	0% – 40%
MET	1,2	0,6 – 3,8

Taulukko 12: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.3.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 11 tuntia 3 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 49,3%. Palautumista oli keskimäärin 7 tuntia 31 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 30,2%. Liikuntaa oli keskimäärin 18 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 1,8%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 24 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 2,6%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 3 tuntia 40 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 16%.

Tapahtuma	Tapahtuman kestoaika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	11h 3min	49,3%
Palautuminen	7h 31min	30,2%
Liikunta	18min	1,8%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	24min	2,6%
Muut tapahtumat	3h 40min	16%

Taulukko 13: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mittaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 66,67%:ssa mittauksia ja stressi tasolle jolloin elimistön tasapaino on kuormittuneessa tilassa mittauksista päättyi 33,33%.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
33,33%	0%	66,67%

Taulukko 14: Voimavarojen tasapaino

6.4 Ratatyökone

Mitattuja henkilöitä oli 2 ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 56,5 vuotta. Mittaushäiriöt olivat mittausjakson aikana keskimäärin 2,8%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 23h 56min. Työajan keskimääräinen pituus 8h 3min.

6.4.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 7 tuntia 43 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 96%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 19 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 3,75%. Työskentelyä intensiteetti-

solla 51 – 75% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 1 minuutti ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 0,25%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO2max	7h 43min	96%
31 – 50% VO2max	19min	3,75%
51 – 75% VO2max	1min	0,25%
76 – 100% VO2max	0min	0%

Taulukko 15: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana

Hapenkulutus (VO2max) työajalla oli keskimäärin 6,7 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja sen vaihteluväli oli 2 – 18,5 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO2max) oli keskimäärin 14% ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 46%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,7 ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 5,3.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO2max (ml/kg/min)	6,7	2 – 18,5
%VO2max	14%	0% – 46%
MET	1,7	0,6 – 5,3

Taulukko 16: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.4.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 9 tuntia 15 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 38,8%. Palautumista oli keskimäärin 8 tuntia 32 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 35,8%. Liikuntaa oli keskimäärin 44 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 6,3%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 19 minuuttia ja

sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 1,3%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 4 tuntia 22 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 18,3%.

Tapahtuma	Tapahtuman kesto aika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	9h 15min	38,8%
Palautuminen	8h 32min	35,8%
Liikunta	44min	6,3%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	19min	1,3%
Muut tapahtumat	4h 22min	18,3%

Taulukko 17: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mitaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 75%:ssa mittauksia ja stressi tasolle jolloin elimistön tasapaino on kuormittuneessa tilassa mittauksista päättyi 25%.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
25%	0%	75%

Taulukko 18: Voimavarojen tasapaino

6.5 Pikakorjaus

Mitattuja henkilöitä oli 2 ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 58,5 vuotta. Mittaushäiriöt olivat mittausjakson aikana keskimäärin 4,5%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 23h 54min. Työajan keskimääräinen pituus 8h 30min.

6.5.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työ-

ajalla 8 tuntia 14 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 96,75%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenotto kyvystä tapahtui työajalla 15 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 3%. Työskentelyä intensiteettitasolla 51 – 75% maksimaalisesta hapenotto kyvystä tapahtui työajalla 1 minuutti ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 0,25%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO ₂ max	8h 14min	96,75%
31 – 50% VO ₂ max	15min	3%
51 – 75% VO ₂ max	1min	0,25%
76 – 100% VO ₂ max	0min	0%

Taulukko 19: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana

Hapenkulutus (VO₂max) työajalla oli keskimäärin 4,7 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja sen vaihteluväli oli 2 – 12,1 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO₂max) oli keskimäärin 11,8% ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 44%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,3 ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 5.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO ₂ max (ml/kg/min)	4,7	2 – 12,1
%VO ₂ max	11,8%	0% – 44%
MET	1,3	0,6 – 5

Taulukko 20: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.5.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 9 tuntia 1 minuutti ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 37,8%. Pa-

lautumista oli keskimäärin 7 tuntia 52 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 32,8%. Liikuntaa oli keskimäärin 58 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 4%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 52 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 3,8%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 5 tuntia 11 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 21,8%.

Tapahtuma	Tapahtuman kestoaika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	9h 1min	37,8%
Palautuminen	7h 52min	32,8%
Liikunta	58min	4%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	52min	3,8%
Muut tapahtumat	5h 11min	21,8%

Taulukko 21: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mittaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 75%:ssa mittauksia ja stressi tasolle jolloin elimistön tasapaino on kuormittuneessa tilassa mittauksista päättyi 25%.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
25%	0%	75%

Taulukko 22: Voimavarojen tasapaino

6.6 Toimisto

Mitattuja henkilöitä oli 3 ja heidän keskimääräinen ikänsä oli 58,7 vuotta. Mittaushäiriöt olivat mittausjakson aikana keskimäärin 10,2%. Mittausten keskimääräinen pituus oli 23h 53min. Työajan keskimääräinen pituus 9h 10min.

6.6.1 Fyysinen kuormittuminen työaikana

Fyysinen kuormittuminen jakautui työajalla eri intensiteettiajoille seuraavasti: Työskentelyä Intensiteettitasolla 0 – 30% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 8 tuntia 57 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 97,5%. Työskentelyä intensiteetti tasolla 31 – 50% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 13 minuuttia ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 2,3%. Työskentelyä intensiteettitasolla 51 – 75% maksimaalisesta hapenottokyvystä tapahtui työajalla 1 minuutti ja sen suhteellinen osuus työajasta oli 0,2%. Työskentelyä tätä korkeammalla intensiteettitasolla ei ollut.

Intensiteettitaso	Aika intensiteettitasolla	Suhteellinen osuus (%)
0 – 30% VO ₂ max	8h 57min	97,5%
31 – 50% VO ₂ max	13min	2,3%
51 – 75% VO ₂ max	1min	0,2%
76 – 100% VO ₂ max	0min	0%

Taulukko 23: Mitattujen keskimääräinen fyysisen aktiivisuuden jakautuminen eri intensiteetti tasoille työaikana

Hapenkulutus (VO₂max) työajalla oli keskimäärin 3,7 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa ja sen vaihteluväli oli 2 – 12,4 millilitraa kilogrammaa kohti minuutissa. Osuus maksimaalisesta hapenkulutuksesta (%VO₂max) oli keskimäärin 12,8% ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0 – 43%. Metabolinen ekvivalentti oli keskimäärin 1,3 ja sen vaihteluväli oli keskimäärin 0,6 – 3,6.

	Keskiarvo	Vaihteluväli
VO ₂ max (ml/kg/min)	3,7	2 – 12,4
%VO ₂ max	12,8%	0% - 43%
MET	1,1	0,6 – 3,6

Taulukko 24: Mitattujen keskimääräiset fyysisen kuormittumisen tunnusluvut työaikana

6.6.2 Stressi ja palautuminen

Vuorokauden aikaiset tapahtumat jakaantuivat seuraavasti: Stressireaktioita oli keskimäärin 8 tuntia 52 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 37%. Palautumista oli keskimäärin 6 tuntia 49 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 28,6%. Liikuntaa oli keskimäärin 50 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 3,5%. Kevyttä fyysistä aktiivisuutta oli keskimäärin 38 minuuttia ja sen suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 2,7%. Muita tapahtumia oli keskimäärin 6 tuntia 45 minuuttia ja niiden suhteellinen osuus vuorokaudesta oli 28,3%.

Tapahtuma	Tapahtuman kesto aika	Suhteellinen osuus (%)
Stressireaktiot	8h 52min	37%
Palautuminen	6h 49min	28,6%
Liikunta	50min	3,5%
Kevyt fyysinen aktiivisuus	38min	2,7%
Muut tapahtumat	6h 45min	28,3%

Taulukko 25: Mitattujen keskimääräiset stressireaktiot, palautuminen, liikunta ja muut tapahtumat mittausjakson aikana

Voimavarojen tasapaino vuorokauden mittaisten mittausjaksojen päättyessä jakautui seuraavasti: Voimavaroja kuvaava käyrä asettui palautumista osoittavalle tasolle 50%:ssa mittauksia, samalle tasolle kuin mittauksen alkaessa mittauksista päättyi 33,33% ja stressi tasolle jolloin elimistön tasapaino on kuormittuneessa tilassa mittauksista päättyi 16,67%.

Stressi	Lähtötasolla	Palautuminen
16,67%	33,33%	50%

Taulukko 26: Voimavarojen tasapaino

7 POHDINTA

7.1 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää työn kuormittavuutta ja työkuormituksesta palautumista. Työn kuormittavuutta arvioitaessa Hyvinvointianalyysi on mielestäni käyttökelpoinen ja tulosten tulkintaa helpottava mittari, lisäksi testauksen toistettavuus on luotettavuuden kannalta erinomainen. Monissa tutkimuksissa on jo aiemmin saatu raja-arvot työn kuormituksen arviointiin ja ne ovat helposti analysoitavissa Hyvinvointianalyysin fyysisen kuormittumisen raportista.

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta, ettei fyysinen työn kuormittavuus Pieksämäen konepajalla ole haitallisella tasolla ja ylikuormittumisriskin raja-arvot alittuvat selkeästi. Työskentely ajallisesti tapahtuu lähes jatkuvasti alle 30%:n fyysisen kuormittumisen intensiteettitason alapuolella. Keskiarvoa tutkittaessa, jopa alle 15% maksimaalisesta hapenottokyvystä mitattuna. Työskentelyaika yli 30%:n intensiteettitasolla on vain muutamia minuutteja työpäivän aikana, joten tämän ei tulisi voida vaikuttaa ylikuormittumiseen. Samoin yli 50%:n kuormitustasojen, joiden suhteellinen osuus on työajasta vain prosentin osia, nämä saattavat olla selitettävissä myös mittausvirheinä.

Kehonpainoon suhteutettua hapenkulutusta ja metabolista ekvivalenttia tarkastellessa, työ on kuormittavuudeltaan vastaavaa rauhalliseen kävelyyn ja sitä voidaan verrata valvomo työhön. Tutkittuja osastoja verrattaessa keskenään, ei missään niistä löydy poikkeavuuksia tähän yleiseen linjaan työn kuormittavuuden suhteen.

Stressin ja palautumisen osalta kaikilla tutkituilla työpisteillä stressireaktioiden ja palautumisen kestoajat ja suhteelliset osuudet olivat hyvin saman kaltaisia. Kestoajoiltaan kaikkien tutkittujen työpisteiden stressireaktioiden kestoajat olivat palautumisaikaa pidemmät. Tämä on selitettävissä sillä, että palautuminen on valveilla oloaikana vähäisempää kuin henkilön nukkuessa. Koska kuitenkin palautuminen tapahtuu pääosin yöllä, ei välttämättä ole mielekäästä tutkia pelkkiä elimistön reaktioaikoja, vaan keskittyä todelliseen palautumiseen ja tarkastella voimavarojen tasapainoa.

Voimavarojen tasapainoa tarkastellessa oli havaittavissa palautumisessa epätäydellisyyttä, myös työpisteiden välillä oli selkeitä eroja. Kaikkia mittauksia tarkasteltaessa mittauksista alle kolme neljäsosaa päättyi elimistön voimavaroja palauttavalle tasolle, yksi viidesosa mittauksista päättyi tasolle, jossa elimistön voimavarojen voidaan päätellä olevan ylikuormittuneet ja lepoaika ei ole ollut riittävä autonomisen hermoston palautumiseen. Tähän on kuitenkin huomautettava, ettei yhdenkään tutkitun molemmat vuorokausi mittaukset päättyneet voimavaroja kuormittavalle tasolle, vaan vain toinen. Tästä johtuen yksittäisen työntekijän ei välttämättä voida olettaa stressaantuneen ja sitä kautta ylikuormittuneen.

Osastojen välisiä eroja tarkkailtaessa stressin ja palautumisen osalta on esiin nostettava pyöräkerta, jossa mittauksen mukaan on palautuminen ollut täydellistä. Varikon testaamisessa oli mielenkiintoinen työvuorojärjestely, jolloin kaksi kolmesta tutkitusta teki saman vuorokauden aikana sekä aamu- että yövuoron. Tämä tapahtui vain toisena mitatuista vuorokausista, mutta työajan ja ajallisen keston vaikutukset ovat mielestäni nähtävissä voimavarojen tasapainossa. Voimavarojen tasapaino oli varikon työntekijöillä enemmän kuormittavalla tasolla kuin muissa työpisteissä. Palautumista oli tapahtunut kahdessa kolmasosasta mittauksista ja loppu oli voimavaroja kuormittavalla tasolla.

7.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja eettisyys

Tutkijan tulee aina toteuttaa tutkimuksensa tieteelliselle tutkimukselle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Hänen tulee myös arvioida tutkimuksensa suunnittelu ja toteutus sekä tutkimuksessa saatujen tuloksien pätevyys. Määrällisessä tutkimuksessa ei voi välttyä käsittely-, mittaus-, kato- ja otantavirheiltä. Tutkijan on oltava rehellinen, paljastettava tutkimuksensa virheet, arvioitava virheiden vaikutusta tuloksiin ja tulosten hyödyntämiseen ja soveltamiseen. (Vilkkä 2007, 154.)

Tutkimuksen pätevyyttä ja luotettavuutta voidaan arvioida määrällisessä tutkimuksessa reliabiliteetin ja validiteetin käsitteiden avulla. Reliabiliteetilla tarkoitetaan analyysin johdonmukaisuutta ja mittaustulosten toistettavuutta. Validiteetilla tarkoitetaan sitä, että tutkimuksessa aineiston analyysimittarit ovat päteviä: ne mittaavat sitä, mitä niiden on tarkoitus mitata. (Jyväskylän yliopisto 2011.) Reliabiliteetti-sana tarkoittaa

luotettavuus, käyttövarmuus ja toimintavarmuus. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa sillä tarkoitetaan mittarin johdonmukaisuutta: sitä, että se mittaa kokonaisuudessaan samaa asiaa. Jos mittari on täysin reliaabeli, siihen eivät vaikuta satunnaisvirheet tai olosuhteet. Mittarin validiteetilla tarkoitetaan sen pätevyyttä eli sen hyvyttä mitata juuri sitä, mitä sen on tarkoitus mitata; tarpeeksi kattavasti ja tehokkaasti. Mittaria on osattava käyttää oikeaan kohteeseen, oikealla tavalla ja myös oikeaan aikaan. Jos on heti lähtökohdiltaan virheellinen tutkimusasetelma, se vaikuttaa ratkaisevasti tutkimuksen kokonaisvaliditeettiin. Yksittäisen mittarin hyvä validiteetti onkin juuri tämän takia välttämätöntä tutkimuksen kokonaisvaliditeetin kannalta. (Saaranen-Kauppinen, Puusniekka & Eskola 2011.)

Ihmistieteissä tutkimuksen etiikkaan liittyy useita erityisiä seikkoja ja tutkimuksissa joudutaan eettisten kysymysten eteen tutkimuksen joka vaiheessa. Ensinnäkin tutkimusaineisto on kerättävä nimettömästi, jollei tunnistamisen vaatimukseen ole erityisiä syitä. Etiikkaan kuuluu luottamuksellisuus, jolloin osallistujalla on oikeus olettaa, että häntä koskevat tiedot pysyvät luottamuksellisin. Luottamuksellisuus näkyy myös tulosten raportoimisessa, jota ei saa tehdä niin, että yksittäisen ihmisen vastaukset voidaan tunnistaa. Yksityisyydellä tarkoitetaan sitä, että tutkittavalla on oikeus päättää, kuinka syvällistä tietoa he antavat itsestään tai näkemyksistään. (Hirsijärvi & Hurme 2000, 19- 20.)

Tutkimuksessa on noudatettava tutkimusetiikkaa. Tutkija on vastuussa tutkimuksensa virheistä, puutteista ja tuottamastaan tutkimustiedosta. Tutkija ei saa tuottaa vahinkoa tutkimuskohteelle eikä tiedeyhteisölle. Tutkittavilta on suotavaa pyytää tutkimuslupa. Eettisesti on tärkeä asia muistaa, että tutkittavilla on aina oikeus kieltäytyä tutkimukseen osallistumisesta. Tutkittavilla on myös oikeus vetäytyä tutkimuksesta kesken tutkimuksen tai kieltää saadun aineiston käyttö tutkimuksessa. Kun tutkittava saa riittävän informaation, hän harvemmin kieltäytyy tutkimukseen osallistumisesta. (Vilkkä 2007, 101.)

Tässä tutkimuksessa suoritettavat mittaukset ovat toistettavissa ja mittauksissa käytetty analyysimittari on pätevä. Sykevälitalentimet mittaavat kattavasti, tehokkaasti sekä luotettavasti ja analyysissä käytetty First Beat Hyvinvointianalyysi on pätevä ja luotettava analyysikeino.

Ennen mittausten aloittamista kerroin tutkittaville, ja muille, jotka prosessiin osallistuivat, mitä aineistolle teen sekä siitä, mihin se liittyy. Tutkittaville korostin tutkimukseen osallistumisen vapaaehtoisuutta ja pyysin heiltä kirjallisen suostumuksen aineiston käytöstä opinnäytetyössäni. Kaikille korostin myös omaa vaitiolovelvollisuuttani sekä sitä, ettei ketään osallistujaa voi tunnistaa lopullisesta raportista.

7.3 Jatkotutkimusehdotukset

Tämän tutkimuksen perusteella, ei mielestäni pysty pois sulkemaan staattisen lihas-työn ja toistotyön vaikutuksia työn kuormittavuuteen tutkitussa kohteessa. Tästä syystä näkisin, että edellä mainittuja työtapoja tulisi tutkia tarkemmin.

Sympaattisen hermoston kuormittumisen osalta, tämä tutkimus osoittaa palautumisen olevan epätäydellistä, joten työntekijöiden tutkiminen heidän oman kokemuksien ja tuntemusten osalta olisi hyvä täydennys analysoitaessa heidän voimavara tasapainoa.

LÄHTEET

Borg, P. Järvinen, H. Kaikkonen, T. Kanervo, M. Kettunen, J. Kotisaari, J. Martinmäki, K. Pulkkinen, A. Rusko, H. Saalasti, S. Seppänen, M. Tuominen, S. (Ei julkaisu vuotta). Firstbeat Technologies Oy. Firstbeat Hyvinvointianalyysi Käsikirja versio 3.1.

Cenericlook.com, medical encyclopedia, <http://genericlook.com/anatomy/Autonomic-Nervous-System/> 29.8.2011

Firstbeat Technologies Oy. Firstbeat Hyvinvointianalyysi. Raporttien tulkinta versio 3.0.

Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.

Hirsijärvi, S. ja Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsijärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2003. Tutki ja Kirjoita. Helsinki: Tammi.

Hänninen, O. Koskelo, R. Kankaanpää, M. Airaksinen, O. Saarinen, P. Taajamaa, B. 2005. Ergonomia terveydenhuollossa. Klaukkala: Recallmed Oy.

Jyväskylän yliopisto.2011.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/tutkimusprosessi/tutkimuksen-toteuttaminen#tutkimustulosten-luotettavuus>. 13.9.2011.

Keskinen, K-L. Häkkinen, K. Kallinen, M. 2007. Kuntotestauksen Käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura ry.

Kinnunen, M-L. Feldt, T. 2008. Liikunta & tiede 1/08. Liikuntatieteellinen seura. <http://www.kuntotestaus.net/?sid=81&tid=149&sessiontest=1>. 20.8.2011.

Kukkonen, R. Hanhinen, H. Ketola, R. Luopajarvi, T. Noronen, L. Helminen, P. 2001. Työfysioterapia. Yhteistyötä työ- ja toimintakyvyn hyväksi. Työterveyslaitos. Helsinki.

Lindström, K. Elo, A-L. Kandolin, I. Ketola, R. Lehtelä, J. Leppänen, A. Lindholm, H. Rasa, P-L. Sallinen, M. Simola, A. 2002. Työkuormitus ja sen arviointimenetelmät. Työterveyslaitos. Yliopistopaino.

Muijs, D. 2004. Doing Quantitative Research in Education with SPSS. Sage Publications.

Nummelin, T. 2008. Stressi haastaa työkyvyn –Varhainen puuttuminen esimiehen työkaluna. Helsinki: WSOYpro.

Parvikko, O. 2010. Työn psykososiaalisen kuormittavuuden hallinta. Sosiaali- ja terveysministeriö. 2010. Puheenvuoroja työn kuormittavuudesta. Työhyvinvointifoorumi.STM-julkaisut.

http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1082856&name=DLFE-13209.pdf. 2.8.2011.

Reetta Heinonen 2006. Sykevälivaihteluanalyysin soveltuvuus rentoutumisen ja työn kuormittavuuden arviointiin. Biomekaniikan pro gradu-tutkielma. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Respiratory-Research. <http://respiratory-research.com/content/6/1/41/figure/F3?highres=y>, 25.8.2011

Polar electro, <http://www.heartratemonitor.co.uk/Manuals/RS800/ch11.html>
25.8.2011

Saaranen-Kauppinen, A. Puusniekka, A. ja Eskola, J. Mittarin luotettavuus. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html#validiteetti>
13.9.2011.

Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turku: Painosalama.

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2010. Puheenvuoroja työn kuormittavuudesta. Työhyvinvointifoorumi.STM-julkaisut.

http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=1082856&name=DLFE-13209.pdf. 2.8.2011.

Terveystalo. 2011. <http://www.terveystalo.com/fi/Yritystietoa/Palvelut-ja-asiakkaat/>. 5.9.2011.

Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Vuori, I. Taimela, S. Kujala, U. 2005. Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim.

Yle, Etelä-Savo. 2011. http://yle.fi/alueet/teksti/etela-svo/2011/05/pieksamakelaiset_rakentavat_300_junavaunua_2567385.html. 5.9.2011

Jussi Tyrväinen
Fysioterapian koulutusohjelma
Mikkelin ammattikorkeakoulu

Suostumus tutkimukseen

Tutkimus on osa opinnäytetyötä, jonka tarkoituksena on tuottaa tietoa eri työtehtävien kuormittavuudesta ja palautumisesta. Tutkimuksen kohderyhmä on 50- vuotta täyttäneet työntekijät VR Oy:n Pieksämäen konepajalla. Tutkimus tapahtuu Firstbeat hyvinvointianalyysillä.

Tutkimuksen tekijä on Jussi Tyrväinen Kolmannen vuoden fysioterapiaopiskelija Mikkelin ammattikorkeakoulussa, aloitusvuosi 2008.

Tutkimuksen toimeksiantaja on Terveystalo Oy Pieksämäki ja VR Oy Pieksämäen konepaja.

Ehdot

Tutkimukseen osallistuvien henkilöiden tiedot ovat luottamuksellisia ja salassa pidettäviä (Laki terveydenhuollon ammattihenkilöstä 28.6.1994/559, 17§). Tutkitut tiedot käsitellään siten, ettei niistä pysty yksilöimään tutkittuja henkilöitä.

Allekirjoittanut suostuu pitämään syketalenninta kaksi (2) vuorokauden mittaista (24h) jaksoa.

Allekirjoittaneella ei tule olla sydämen sykkeeseen vaikuttavaa lääkitystä (beetasalpaajat) tai sydämen tahdistinta.

Suostun tutkimukseen edellä mainituin ehdoin.

Paikka _____ ja _____ aika _____ / _____

Allekirjoitus _____

Nimen _____ selvennys _____