

Rakennustyön fyysinen kuormittavuus SenseWear® Armband-analyysin perusteella



Puhakka, Jouni
Salkunen, Matti

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Otaniemi

Rakennustyön fyysinen kuormittavuus SenseWear® Armband- analyysin perusteella

Jouni Puhakka
Matti Salkunen
Fysioterapian koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Maaliskuu, 2010

Jouni Puhakka & Matti Salkunen

Rakennustyön fyysinen kuormittavuus SenseWear® Armband-analyysin perusteella

2010

48 sivua

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää rakennustyön ja sen eri vaiheiden kuormittavuutta suhteessa rakennustyöntekijöiden fyysiseen kuntoon. Fyysistä kuormittumista tarkasteltiin erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön kannalta. Opinnäytetyö on osa Skanska Jaksava -hanketta, jonka tavoitteena on saada tutkittua tietoa rakennustyöntekijöiden fyysisestä toimintakyvystä sekä fyysisestä kuormittumisesta työssään.

Tutkimuksessa analysoitiin ja verrattiin SenseWear® Armbandilla suoritettujen työn kuormittavuusmittausten tietoja sekä työntekijöiden täyttämää päiväkirjaa työvaiheista ja räsitusntemuksista suhteuttaen niitä maksimaalisen hapenottokyvyn arvioiden tuloksiin. Tutkimukseen osallistui 24 Skanskan rakennustyöntekijää (1 nainen, 23 miestä) sekä 3 esimiestä. Kaikkien rakennustyöntekijöiden sekä kahden esimiehen tulokset analysoitiin. Työnjohdon tuloksia käytettiin vertailuaineistona.

SenseWear® Armband (SWA) avulla saatiin tietoa muun muassa työntekijöiden energiankulutuksesta sekä päivittäisen fyysisen kuormituksen jakautumisesta. Koehenkilöt pitivät päiväkirjaa, mihin he kirjasiivat työvaiheita ja omia räsitusntemuksiaan RPE-asteikolla. Osalle koehenkilöistä oli tehty WHO:n submaksimaaliset polkupyöräergometritestit maksimaalisen hapenottokyvyn arvioimiseksi. Näitä tuloksia käytettiin tutkimuksessa ensisijaisesti. Muiden koehenkilöiden osalta maksimaalista hapenottokykyä kartoitettiin Non-Exercise-kyselyn (N-EX) avulla. Tutkimukseen kuului myös käytettyjen hapenottokyvyn arviointimenetelmien välisen korrelaation selvittäminen.

Tutkimukseen osallistuneiden rakennustyöntekijöiden keski-ikä oli 37,5 vuotta. Tulosten perusteella rakennustyö oli fyysisesti ylikuormittavaa 29 %:lle koehenkilöistä. Koehenkilöiden työpäivän aikainen MET-keskiarvo oli 3,6 MET:iä (SD 0,98). Korkein työpäivän aikainen MET-keskiarvo oli 6,7 MET:iä ja alhaisin oli 2,1 MET:iä. Hieman yli puolella koehenkilöistä työpäivän aikainen keskikuormitus ei noussut liialliseksi. Toimintakyvyn ja työssä jaksamisen näkökulmasta katsottuna, työn ei pitäisi olla energiankulutuksellisesti liian kuormittavaa. Kuitenkin koehenkilöistä 21 %:lla oli aineiston keskimääräiseen työkuormitukseen nähden heikko fyysinen suorituskyky. Aineistossa kuormittavimpia työvaiheita olivat piikkaus, lattian valu, tuhveloiden leikkaus, muotin purku, parvekkeiden siivous, laudoituksen purku ja muut purkutyöt. Non-Exercise -kyselyn sekä WHO:n submaksimaalisen polkupyöräergometritestin välinen korrelaatio oli heikko (0,242), mikä saattaa heikentää tutkimuksen luotettavuutta.

Tulosten perusteella työntekijöiden tulisi olla fyysisesti hyvässä kunnossa jaksakseen työssä, sillä huono fyysinen kunto lisää kuormittumista. Heikko fyysinen suorituskyky vaikuttaa työsuoritukseen ja pitkällä aikavälillä myös työhön osallistumiseen mahdollisten sairauspoissaolojen ja työkyvyttömyyseläkkeiden muodossa. Toisaalta riittävä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservi tukee työssä jaksamista.

Asiasanat: rakennustyö, työkyky, työn fyysinen kuormittavuus, fyysinen suorituskyky, fyysinen toimintakyky, fyysinen aktiivisuus

Jouni Puhakka & Matti Salkunen

Physical work load of construction work based on SenseWear® Armband-analysis

2010

48 pages

The goal of this thesis is to study the physical load in construction work and the load in the different stages of work in relation to the physical condition of construction workers. The physical load was especially examined from the perspective of cardiorespiratory fitness. This thesis is a part of Skanska's Jaksava -project the objective of which is to get research based information on the functional capacity of construction workers and the physical loading at their work.

In this study the information of the performed measurements of energy expenditure of the work (SenseWear® Armband) and the worker's work stages and physical stress feelings were analysed and compared. The results were proportioned with the estimation of maximum oxygen uptake. 24 construction workers (one woman and 23 men) and 3 superiors participated in the study. All the construction workers' and two superiors' results were analysed. The superiors' results were used as comparison material.

The information on the workers' energy expenditure on the division of the daily physical load was collected with SenseWear® Armband (SWA). The testees kept a diary where they recorded the stages of their work and their own physical stress feelings on the RPE-scale. To some of the testees the WHO's submaximal cycle ergometer test had been performed to estimate the maximum oxygen uptake, and the results were primarily used in the study. For other testees the maximum oxygen uptake was surveyed with the Non-Exercise inquiry (N-EX). The study also included clarifying the correlation between the used estimation methods of oxygen uptake.

The mean age of the construction workers which participated in the study was 37.5 years. On the basis of the results one can say that building work is physically overloading to 29 % of the testees. The mean MET from the time of the testees' working day was 3,6 MET (SD 0,98). The highest mean MET during the working day was 6,7 MET and the lowest 2,1 MET. The energy expenditure during the work should not be too loading when considered from the points of view of functional ability and coping at work. Over a half of the testees' mean MET during the working day did not rise excessively. However, the physical capacity of 21 % of the workers was poor with respect to the average work load of the research material. From the research material drilling, casting of floor, cutting some construction materials, dismantling of mould, cleaning balconies, dismantling of boarding and other demolition work were regarded as the most loading working stages. The correlation between Non- Exercise -inquiry and the WHO's submaximal cycle ergometer test was weak (0,242), which may decrease the reliability of the study.

On the basis of the results the workers should be physically fit in order to cope at work because poor physical condition increases loading. Poor physical capacity affects work performances, and in the long run work participation in form of possible sick leaves and disability pensions. On the other hand, the sufficient operational reserve of the cardiorespiratory system supports coping at work.

Keywords: construction workers, work ability, physical work load, physical ability, physical functional capacity, physical activity

Sisällys

1	Johdanto	5
2	Rakennustyö ja toimintakyvyn luokitus ICF-mallin mukaan	7
2.1	Rakennustyöntekijöiden terveydentila	9
2.2	Rakennustyöntekijöiden ruumiin ja kehon toiminnot sekä ruumiin rakenteet ..	10
2.3	Suoritukset rakennustyössä	12
2.4	Osallistuminen rakennustyössä	14
2.5	Ympäristötekijät rakennustyössä	16
2.6	Yksilötekijät rakennustyössä	18
3	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät	18
3.1	Mittarit	19
3.1.1	SenseWear® Armband	19
3.1.2	Borgin asteikko - Rating of Perceived Exertion (RPE)	20
3.1.3	WHO:n submaksimaalinen polkupyöraergometritesti	20
3.1.4	Non-exercise kysely	20
3.2	Tutkimusaineisto	21
3.3	Tilastolliset menetelmät ja tutkimusaineiston käsittely	22
4	Tutkimustulokset	23
5	Pohdinta	29
5.1	Tutkimuksen luotettavuus, validiteetti ja eettisyys	32
5.2	Jatkotutkimukset ja kehittämisideat	33
6	Johtopäätökset	34
	Lähteet	36
	Liitteet	39

1 Johdanto

Työelämälähtöisesti toteutettu opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä kansainvälisen rakennus- ja projektikehityspalveluja tarjoavan Skanskan kanssa. Skanskan palveluksessa toimii 60 000 henkilöä Euroopassa, Yhdysvalloissa sekä Latinalaisessa Amerikassa. Suomessa Skanskan toiminta kattaa rakentamispalvelut, asuntojen ja toimitilojen projektikehityksen sekä julkisen sektorin elinkaarihankkeet. Opinnäytetyö olikin juuri Laurean ammattikorkeakoulun ja Skanska Talonrakennus Oy:n yhteistyön tulos. Rakentamispalveluihin kuuluvat talonrakentaminen, talotekniikkapalvelut sekä maa- ja ympäristörakentaminen. Skanskan alaisuudessa työskentelee Suomessa noin 2500 työntekijää. (Skanska 2009)

Opinnäytetyö on osa aikajaksolla 2008–2010 toteutettavaa Skanska Jaksava -hanketta (Kuvio 1.), jonka tavoitteena on saada tutkittua tietoa rakennustyöntekijöiden fyysisestä toimintakyvystä sekä fyysisestä kuormittumisesta työssään. Perusteena hankkeelle ovat tuki- ja liikuntaelinsairauksien (TULES) aiheuttamat merkittävästi kasvaneet työeläke- ja sairauspoissaolokustannukset rakennusalalla. Koska työkyvyttömyyseläkekertymä on sidoksissa yrityksen palkkasummaan ja työkyvyttömyyseläkekustannusten omavastuu on porrastettu yrityksen koon mukaan, kannustaa tämä erityisesti isoja yrityksiä keskittymään työkyvyttömyyden riskien vähentämiseen (Ilmarinen 2006, 98).

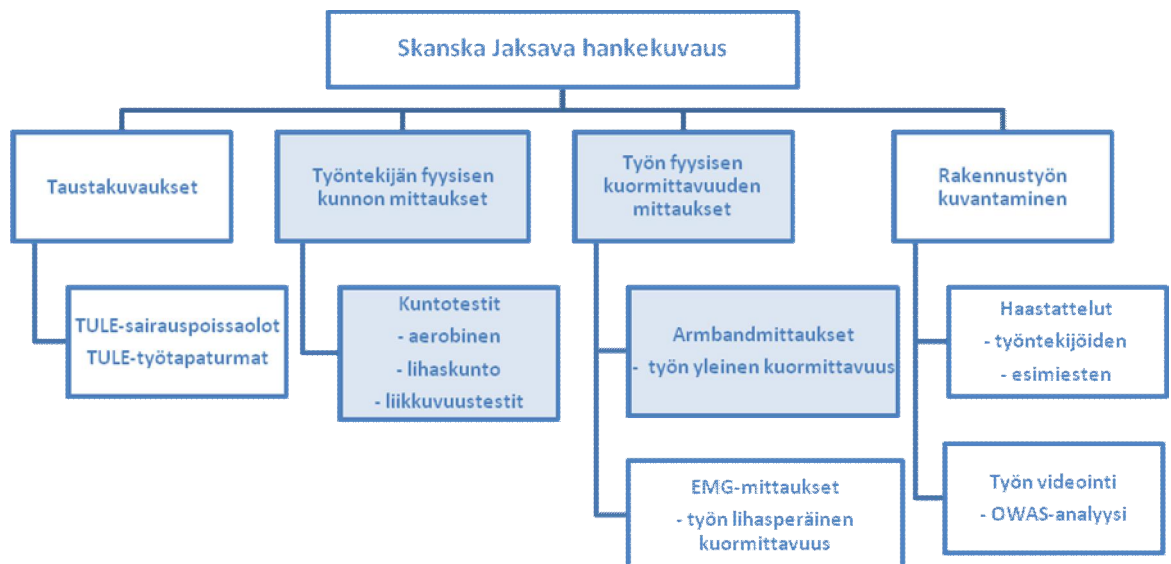
Varmaa tietoa rakennusalan työkyvyttömyyseläkkeistä ei ole saatavissa v. 2002 jälkeen työeläkevakuutusuudistuksesta johtuen. Suurimmat syyt työkyvyttömyyseläkkeisiin ovat kuitenkin tuki- ja liikuntaelinsairaudet sekä mielenterveyden häiriöt. Nuorten työntekijöiden ryhmässä (<39 vuotta) mielenterveyden häiriöt oli yleisin syy työkyvyttömyyseläkkeeseen, kun taas vanhimmassa ikäryhmässä (60–64) se oli tuki- ja liikuntaelinten sairaudet (Priha ym. 2009, 22). Rakennustyöntekijöiden työkyvyn säilyttämisen kannalta olennaisia asioita ovat työn kuormittavuuden tasaaminen ja uusien hyvien työkäytänteiden löytäminen kuormittaviin työtehtäviin. Yhtenä hankkeen tavoitteena on myös kehittää rakennustyöhön soveltuva työn kuormituksen arviointimenetelmä.

Suomessa rakennusalan työvoima on liikkunut tällä vuosituhannella lähteistä riippuen 130 000–184 000 välillä (Priha ym. 2009, 5; Mäkelä & Kauranen 2006, 5). Alalla olevien naisten osuus on noin 6–7 % (Priha ym. 2009, 5). Alan työntekijöistä rakentaminen työllistää noin 40 %, rakennusasennus ja viimeistely 35 % sekä maa- ja vesirakentaminen 21 %. Vuosina 2000–2005 11–12 % oli alle 25-vuotiaita ja yli 50-vuotiaita oli 23–29 %. Rakentajien ikääntyminen ja työssä pysyminen tuovat omat haasteensa alalle, jota vaivaa jo nyt pula osaavista ammattilaisista. Olisikin tärkeää, että kokeneet ammattilaiset pysyisivät alalla mahdollisimman pitkään. (Mäkelä & Kauranen 2006, 5.)

Fyysisesti rakennusala on erityisen haastava, sillä se kuormittaa sekä tuki- ja liikuntaelimestöä että hengitys- ja verenkiertoelimestöä. Se sisältää paljon toistotyötä, hankalia työasentoja sekä käsin tehtäviä nostoja ja siirtoja. Lähivuosina ergonomian merkitys rakennusalalla tulee korostumaan, ja muuttuvan työympäristön takia työntekijät ja -suunnittelijat joutuvat kohtaamaan erityisvaatimuksia. (Mäkelä & Kauranen 2006, 5.)

Koettu työtyytyväisyys ja koettu työkyky ovat pysyneet rakennusalalla hyvällä tasolla. Työ ja terveys -haastattelututkimuksen vastaajista 40 % ilmoitti pitkäaikaisia sairauksia vuonna 2006, tavallisimpana tuki- ja liikuntaelinten sairaus. Ilmoitettu sairaus häiritsi myös useimpien työntekoa. (Työterveyslaitos, 2006.) Liiallinen tuki- ja liikuntaelinten kuormittuminen johtaa lopulta TULE-sairauksiin, sairauspoissaoloihin sekä ennenaikaiseen eläkkeelle jäämiseen. Tätä voidaan ehkäistä oikeilla työasunnoilla, työvälillä ja työtavoilla. (Mäkelä & Kauranen 2006, 5.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa rakennustyöntekijöiden hengitys- ja verenkiertoelimestön kunnon suhdetta työn kuormittavuuteen ja erotella tutkimusaineistosta energian kulutuksen kannalta kuormittavimpia työvaiheita. Tutkimus kytkeytyy Skanska Jaksava -hankkeeseen Kuvion 1 havainnollistamalla tavalla. Tutkimuksen osa-alueet on kuviossa tummennetulla pohjalla.



Kuvio 1: Opinnäytetyön sijoittuminen Skanska Jaksava -hankkeeseen

2 Rakennustyö ja toimintakyvyn luokitus ICF-mallin mukaan

ICF-luokitus (International Classification of Functioning, Disability and Health) on kansainvälinen toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokitus, joka tarjoaa yhtenäisen, kansainvälisesti sovitun kielen ja viitekehyksen, jolla voidaan kuvata toiminnallista terveydentilaa ja terveyteen liittyvää toiminnallista tilaa. ICF rakentuu kahdesta osasta: 1. Toimintakyky ja toimintarajoitteet sekä 2. Kontekstuaaliset tekijät. Nämä molemmat osat jakautuvat vielä kahteen osa-alueeseen seuraavasti:

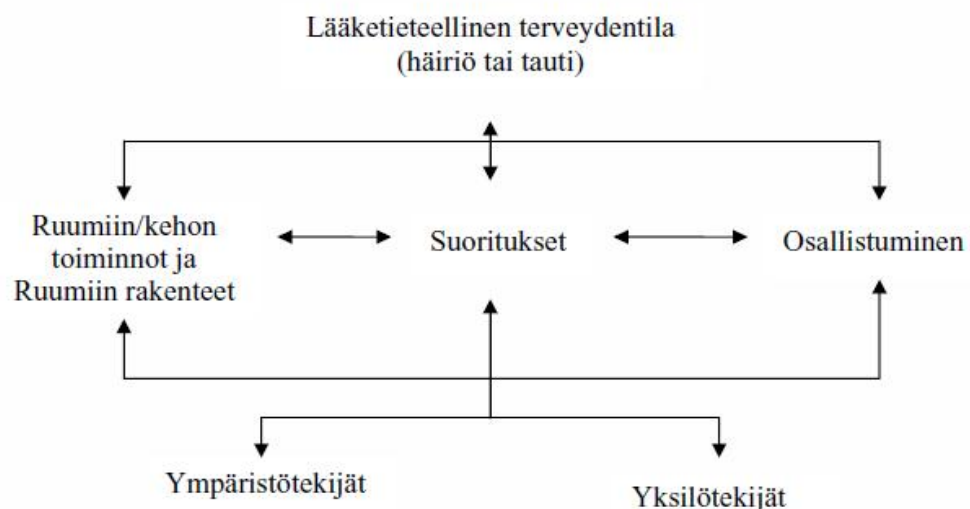
Osa 1 Toimintakyky ja toimintarajoitteet:

- a) Ruumiin/kehon toiminnot ja ruumiin rakenteet
- b) Suoritukset ja osallistuminen

Osa 2 Kontekstuaaliset tekijät:

- a) Ympäristötekijät
- b) Yksilötekijät

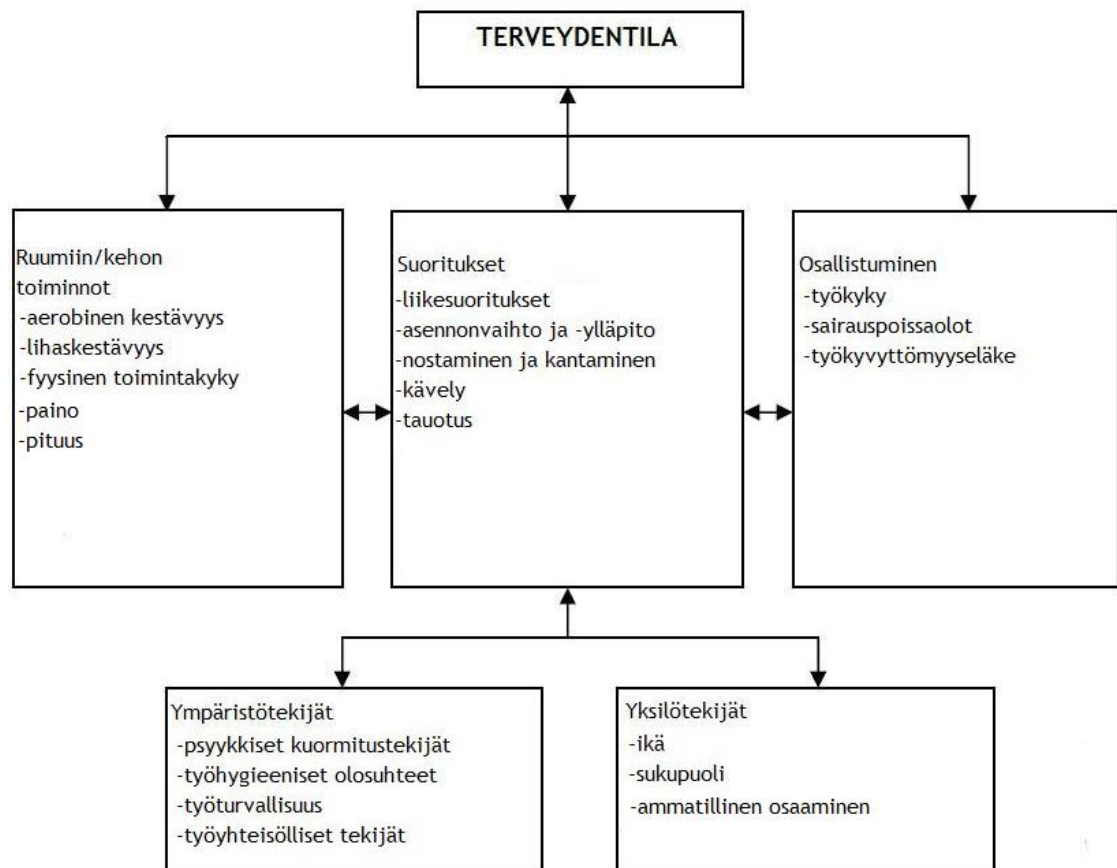
Jokainen osa-alue jakaantuu vielä 1–9 pääluokkaan, joiden alla on kyseisen osa-alueen aihealuryhmittä ja aihealueet. Kuviosta 1. näkee kuinka kaikki osa-alueet ovat kaksisuuntaisessa vuorovaikutussuhteessa toisiinsa nähden, mikä tarkoittaa sitä, että toimenpiteet johonkin osa-alueeseen vaikuttavat myös muihin osa-alueisiin. Yhtäläillä toimintakyvyn heikentyminen tai toimintarajoite yhdellä osa-alueella vaikuttaa muiden osa-alueiden toimintaan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi toimintakyvyn aleneminen ruumiin/kehon toiminnoissa vaikuttaa liikesuorituksiin ja sitä kautta heikentää osallistumista esimerkiksi työntekoon. (ICF 2004, 3, 7,8.)



Kuvio 2: ICF-Luokituksen osa-alueiden vuorovaikutussuhteet (ICF 2004, 18)

Työn teoreettinen viitekehys rakentuu ICF-luokituksen varaan. ICF-luokituksen vuorovaikutussuhteita havainnollistavaan kuvioon (Kuvio 2.) on sijoitettu niitä rakennustyöhön liittyviä käsitteitä, jotka ovat opinnäytetyön kannalta tärkeitä. Työssämme esiintyy osia kaikista ICF-luokituksen osa-alueista, mutta pääasiassa keskitymme ruumiin ja kehon toimintoihin, suoriutuksiin sekä osallistumiseen.

Osa-alueet Suoritukset ja Osallistuminen käsittävät kaikki elämän alueet perusoppimisesta ja katselemisesta monimuotoisempiin toimiin, kuten henkilöiden väliseen vuorovaikutukseen ja työelämään. (ICF 2004, 14.) Pyrimme työssämme pohtimaan fyysisen kunnon merkitystä työtehtävistä suoriutumiseen, sekä fyysisen kunnon suhdetta työelämään osallistumisessa. Opinäytetyössä keskitytään erityisesti työntekijän edellytysten arviointiin suhteessa työn vaatimustasoon.



Kuvio 3: Tutkimuksen taustatekijät ICF-malliin sijoitettuna

Terveystila-kappaleessa avataan kuormittumisen ja terveystilan käsitteitä ja kerrotaan erilaisista kuormitustekijöistä rakennustyössä. Lisäksi kappaleessa käsitellään rakennusalalla

ilmeneviä yleisempia tuki- ja liikuntaelinogelmia sekä siten, millaiseksi rakennusalalla työskentelevät kokevat terveytensä.

Ruumiin/kehon toimintoja ja ruumiin rakennetta käsittelevässä kappaleessa avataan fyysisen toimintakyvyn käsitettä opinnäytetyön kannalta merkityksellisellä tavalla. Kappaleessa selvitetään sekä aerobisen- että lihaskunnan merkitystä rakennustyössä sekä sitä, miten nämä ominaisuudet muuttuvat iän myötä. Lisäksi kerrotaan kuinka näitä ominaisuuksia voidaan mitata ja miten työn kuvan tulisi muuttua suhteessa fyysisen toimintakyvyn muutoksiin.

Suoritukset -kappaleessa kerrotaan rakennustyöstä ja sille ominaisista fyysisistä suorituksista. Lisäksi kappaleessa käsitellään fyysistä suorituskykyä ja toimintareserviä, sekä näiden ominaisuuksien suhdetta työkuvaan. Tässä osuudessa selvitetään myös työn aiheuttamalle kuormitumiselle asetettuja raja-arvoja, yleisimpiä tuki- ja liikuntaelin ongelmia sekä työn tauotusta.

Osallistumista käsittelevässä kappaleessa syvennytään työkyvyn käsitteen määrittelyyn, sekä esitellään työkyvyn talomalli, jolla pyritään havainnollistamaan työn ja ihmisen voimavarojen suhdetta sekä optimaalista tasapainoa. Lisäksi kappaleessa sivutaan jo aiemmin käsiteltyä työn ja työn kuormituksen suhdetta ikääntymiseen.

Ympäristötekijöiden alla on työn psyykkiset kuormitustekijät sekä niiden vaikutukset työntekijään. Lisäksi käsitellään työympäristöä sosiaalisesta näkökulmasta, huomioiden työtovereiden ja esimiesten vaikutusta työntekoon. Kappaleessa käsitellään myös työturvallisuutta sekä työhygieeniä tekijöitä, kuten melua ja lämpötiloja.

Yksilötekijöillä tarkoitetaan tässä työssä ikää ja sukupuolta. Lisäksi yksilötekijöitä käsittelevässä kappaleessa puhutaan ammatillisesta osaamisesta, jolla on merkitystä esimerkiksi työnteon taloudellisuuden kannalta.

2.1 Rakennustyöntekijöiden terveydentila

Työkuormituksen luonnetta ja arviointikohteita voidaan kuvata kuormitusmalleilla. Yksinkertaistetussa mallissa työn muodostamat kuormitustekijät aiheuttavat työntekijälle välitöntä kuormitusta, joka jatkuvana kasaantuu pitkäaikaiseksi kuormittuneisuudeksi. Työn kuormitustekijöitä ovat muun muassa fyysinen ympäristö, työajat sekä psykososiaaliset tekijät. Kuormituksen voimakkuudesta ja kestosta riippuen aiheutuu fysiologisia reaktioita, tunnereaktioita, tapaturmia ja ohimeneviä oireita. Työntekijän yksilölliset ominaisuudet, muut samanaikaiset kuormitustekijät ja altisteet vaikuttavat osaltaan kuormitukseen. Ihminen palautuu suuresta osasta kuormitusreaktioista lyhyessä ajassa. (Lindström ym. 2003, 11–12.)

Kuormittuneisuus syntyy vaikutusten kasaantuessa ja samalla palautumisaika pitenee. Kuormittuneisuuden seurauksia voivat olla jatkuva väsymys, työuupumus, erilaiset kiputilat, tuki- ja liikuntaelinten toiminnan rajoitukset sekä muut työperäiset sairaudet ja vammat. Työn aikainen ja työajan ulkopuolinen elpyminen ehkäisevät kuormittuneisuuden pysyviä haittavaihtokuituksia. Yksilölliset tekijät, kuten ikä, psyykkinen ja fyysinen suorituskyky sekä osaamistaso voivat myös suojata kuormittuneisuudelta. (Lindström ym. 2003, 11–12.) Työssä jaksamisen ja jatkamisen kannalta ratkaiseva tekijä on toimintakyvyn ja työn vaatimusten väliin jäävä voimavara, reservikapasiteetti (Ilmarinen 2006, 118).

Kyky kestää elimistön sisäisiä ja ulkoisia kuormituksia on terveydelle tyypillinen ominaisuus. Terveiden peruspilareita ovat vahvat, toimintoja edistävät rakenteet, elintoimintojen riittävä kapasiteetti, niiden yhteistoiminta ja yhteensopivuus. Fysiologinen, psyykkinen ja sosiaalinen kyky yksilön sisäisen ja yksilöiden välisen tasapainon säilyttämiseen sisäisten ja ulkoisten kuormitustekijöiden vaikutusten alaisuudessa ovat terveyden edellytyksiä. (Vuori 2006, 21.)

Eteran lyhytaikaisissa työsuhteissa olevien työntekijöiden eläkelain mukaan vakuutetuille (LEL-vakuutetut) rakennus-, metsä-, maatalous- ja satama-alan työntekijöille vuonna 2004 tekemän Työterveystutkimuksen mukaan 62 % LEL-miehistä arvioi terveytensä ikäisiinsä verrattuna hyväksi, 31 % keskinkertaiseksi ja 7 % huonoksi. Hyväksi terveytensä kokevien osuus oli rakennusalalla hieman yli 60 %. Eri LEL-alojen työntekijät eivät juuri poikenneet toisistaan terveydentilan suhteen. Terveytensä huonoksi tai keskinkertaiseksi kokevien osuus kasvoi rakennusalalla 60-ikävuoteen saakka, jonka jälkeen osuus oli aikaisempaa vähäisempää. Joka toinen rakennustyöntekijä piti fyysistä kuntoaan ikäisiinsä nähden erittäin hyvänä tai hyvänä. Noin 6 %:lla se oli huono. (Rytkönen, Hänninen & Juntunen 2005.)

Rakennusalan naisista 73 %:lla oli melko tai erittäin hyvä terveys. Huonona terveyttään pitäviä oli (5 %). Rakennusalan naisista 65 %:lla oli lääkärin toteamia sairauksia. Niska-hartiaseudun sekä lanne-ristiselän vaivat olivat yleisimmät tuki- ja liikuntaelinoireet. Rakennusalan naisista lähes joka toisella oli ollut kyselyä edeltävien 12 kuukauden aikana melko usein tai jatkuvasti niska-hartiaseudun oireita. Myös lanne-ristiselän oireet olivat rakennusalan naisilla (33 %) yleisempiä kuin maatalousalan naisilla (27 %). Ylä- ja alaraajojen oireita oli ollut noin viidesosalla. (Rytkönen ym. 2005.)

2.2 Rakennustyöntekijöiden ruumiin ja kehon toiminnot sekä ruumiin rakenteet

Hankkeessa fyysinen toimintakyky on jaoteltu yleiskestävyuden, liikunnallisen taidon ja lihas-kunnon muodostamaksi kokonaisuudeksi. Kaikkiin fyysisiin suorituksiin vaikuttavat antropometriset ominaisuudet, aerobinen ja anaerobinen energiantuotto, hermostolliset toiminnot, tahto ja motivaatio. Yleiskestävyys jakaantuu aerobiseen ja anaerobiseen kestävyyyteen. Lii-

kunnallinen taito muodostuu notkeudesta, tasapainosta ja ketteryydestä. Lihaskunto voidaan jakaa paikalliseen, dynaamiseen ja staattiseen lihaskestävyyteen ja voimaan sekä nopeuteen. (Louhevaara & Korhonen 1992, 27.)

Antropometrialla tarkoitetaan pituuden, kehon massan, kehon mittasuhteiden ja koostumuksen mittauksia, joilla pyritään ihmisen terveydentilan, erityisesti ali- ja ylipainon kuvaamiseen sekä kasvun kuvaamiseen. (Fogelholm 2004, 45) Ali- ja ylipainon kuvaamisessa käytetään yleisesti painoindeksiä (body mass index eli BMI), joka lasketaan jakamalla kehon paino seisomapituuden neliöllä (kg/m^2). (Keskinen 2005, 108)

Vuonna 2004 LEL-miehet olivat keskimääräistä hieman ylipainoisempia ($\text{BMI}=26,3$), noin 40 % oli normaalipainoisia, 46 % liikapainoisia ja 15 % lihavia. LEL-alat poikkesivat toisistaan painon suhteen. Rakennusalan työntekijöiden keskimääräinen painoindeksi oli hieman yli 26. Lihavien (painoindeksiluku yli 30) osuus oli rakennusalalla 14 %. (Rytkönen ym. 2005, 28.)

Fyysinen toimintakyky heikkenee 40–60 vuoden iässä noin 20 %. Ikääntyvien työntekijöiden kunnossa tapahtuvat muutokset elämänsä aikana ovat kuitenkin yksilöllisiä ja niihin vaikuttavat esimerkiksi elintavat, terveys kuin itse ikääntymisprosessikin. Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskykyyn voidaan ikään katsomatta vaikuttaa myönteisesti päivittäisellä kunto- ja terveysliikunnalla. Ongelmia syntyy mikäli toimintakyvyn ja työn vaatimusten muutokset eivät ole samansuuntaisia. Työurien jatkuvuutta ajatellen tulisi pyrkiä ehkäisemään toimintakyvyn ennenaikaista heikkenemistä ja keventää työkuormaa toimintakyvyn luonnollisesti heiketessä. (Ilmarinen 2006, 117–118, 134.)

Yleisimmin kuntotestauksessa mitattu fyysisen kunnan perusominaisuus on kestävyys. Kestävyys on elimistön kyky vastustaa väsymystä fyysisen kuormituksen aikana. Kestävyyskuntoon vaikuttaa erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky, lihasten aineenvaihdunta ja hermo-lihasjärjestelmän toiminta. Kestävyysarjoittelulla voidaan parantaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja lihasten aerobista aineenvaihduntaa. Kestävyysuorituksissa energia muodostuu pääasiassa hengityksen ja verenkierron lihaksiin kuljettaman hapen avulla tapahtuvien aerobisten reaktioiden turvin. (Keskinen 2005, 110–111.)

Tärkein fysiologinen mittari kestävyysominaisuuksien määrittämiseen on maksimaalisen hapenottokyky eli aerobinen kapasiteetti, joka voidaan määrittää joko suoralla testimenetelmällä tai arvioimalla sitä epäsuoralla menetelmällä. Kehon painoon suhteutettua maksimaalista hapenkulutusta (VO_2max) pidetään käyttökelpoisena mittayksikkönä. Se kertoo hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvystä kuljettamaan elimistölle happea. (Nummela 2004, 52–53.) Maksimaalinen hapenkulutus mitataan usein polkupyöräergometri- tai juoksumattotyössä mekaanisen hyötysuhteen ollessa korkea (20–25 %) (Louhevaara 2001, 117–118). Mitattuun mak-

simaaliseen hapenkulutukseen vaikuttavat esimerkiksi ikä, sukupuoli, perimä ja testin kuormitusmalli (Nummela 2004, 52–53).

län vaikutus maksimaaliseen hapenkulutukseen on suhteellisen lineaarinen. 25-ikävuoden jälkeen $VO_2\max$ laskee tasaisesti noin 1 % vuodessa. Naisten maksimaalinen hapenotto on painoon suhteutettuna noin 15–20 % pienempi kuin miesten. Sukupuolten välisten erojen selittäviä tekijöitä ovat muun muassa kehon koostumuksessa olevat erot ja miesten suurempi hemoglobiinipitoisuus. (Nummela 2004, 53.)

Kaksostutkimusten perusteella arvioidun tai suoralla menetelmällä mitatun maksimaalisen hapenkulutuksen periytyvyyden on arvioitu olevan jopa 60–70 %. Perhetutkimusten arvio periytyvyyden osuudeksi on 40–50 %. Lihasvoiman osalta kaksostutkimusten perusteella arvioitu periytyvyys on 30–50 %. (Kujala ym. 2005, 56.)

2.3 Suoritukset rakennustyössä

Toimintareserviksi kutsutaan työstä aiheutuvan hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormituksen suhdetta työntekijän suorituskykyyn. Työn sisältäessä raskasta dynaamista lihastyötä, taakkojen käsittelyä tai staattista voimaa vaativaa lihastyötä on jaksamisen kannalta tärkeää, että työntekijän toimintareservit ovat riittävät työn vaatimuksiin nähden. Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskykyä on syytä mitata arvioitaessa työn kuormittavuutta ja työntekijän kuormittuneisuutta. (Lindholm 2006, 47.)

Rakennustyössä esiintyy työvaiheita, joissa elimistöön kohdistuu voimakas fyysisen lihastyön rasitus, esimerkkinä eräiden materiaalien nosto- ja siirtotyöt. Myös työvaiheet, joissa joudutaan työskentelemään hankalissa ja kuormittavissa työasennoissa aiheuttavat fyysisiä haittoja. Lisäksi epämukavat ja jopa kivuliaat työvaiheet saatetaan kokea omaa hyvinvointia uhkaavina, eli haitallisesti kuormittavina. Ikääntymisen seurauksena ja fyysisen yleiskunnon heikentyessä työn ruumiillisen rasituksen vaatiman hapenkulutuksen ja elimistön hapenottokyvyn välille voi muodostua epäsuhta, jolloin ruumiillinen rasitus ja työssä selviytymisen ongelmat aiheuttavat myös psyykkistä kuormitusta. (Tarkkonen 2004.)

Pitkäkestoiselle dynaamiselle lihastyölle voidaan määrittää ylikuormituksen raja-arvoja suhteuttamalla elimistön hapenkulutusta ($VO_2\max$, l/min) elimistön maksimaaliseen hapenkulutukseen (Louhevaara 2001, 117–118). Työssä, jossa koko kehoa liikutetaan runsaasti kävelemällä, juoksemalla tai portaita nousemalla, hapenottokyvyn potentiaali suhteutettuna henkilön painoon ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) on käyttökelpoisempi verrattuna l/min -asteikkoon (Åstrand ym. 2003, 263).

Raskaasta dynaamisesta lihastyöstä johtuvan ylikuormittumisen keskimääräiseksi raja-arvoksi on esitetty kahdeksan tunnin työjaksolle 30–50 % maksimaalisesta jalkatyön tehosta. Käytännössä 30 % maksimaalisesta hapenkulutuksesta on hyväksyttävää keskeytymättömässä kahdeksan tunnin työvuorossa, kun taas 50 % maksimista on ehdoton ylikuormittumisen raja hyvin tauotetussa kahdeksan tunnin työssä. Tällöin taukojen osuus tulisi olla jokaista työtuntia kohden vähintään 10 minuuttia. (Louhevaara 2001, 117–118.) Käytännön kokemusten perusteella työntekijä väsy 8-tunnin työssä, mikäli työkuormitus ylittää 30–40 % hänen maksimaalisesta aerobisesta tehostaan (Åstrand ym. 2003, 503). Lisäksi on huomioitava mahdolliset kuormitushuiput. Yli 75 % suorituskyvystä ylittäviä työvaiheita pitäisi välttää. Lyhytkestoisena nekin voidaan sallia, mutta tällöin työstä palautumiseen on oltava riittävästi aikaa. (Työterveyslaitos 2006.)

Työterveystutkimuksessa vuonna 2004 joka kolmannella rakennusalan miestyöntekijöistä oli työssään paljon nostamista tai jatkuvaa liikkumista. Toistuvia työliikkeitä, jatkuvaa lihasten jännittämistä oli ollut 33 %:lla rakennusalan työntekijöistä. Rakennusalan työntekijöillä oli selvästi enemmän työssään erilaista tuki- ja liikuntaelimiin kohdistuvaa rasitusta verrattuna metsä-, maatalous- ja satama-alan työntekijöihin. Yleisintä oli olkaniveliin ja hartioihin sekä ristiselkään kohdistuva rasitus. Työntekijöistä joka toisella oli ollut paljon olkanivel- ja hartiarasitusta. Ristiselkään kohdistuvaa rasitusta oli rakennustyöntekijöillä paljon (45 %). Alaraajarasituksesta oli rakennusalan työntekijöistä kärsinyt 35 %. (Rytkönen ym. 2005.)

Työn tauottaminen on tärkeä keino ylikuormituksen ehkäisyyn erityisesti ikääntyville työntekijöille. Mikrotaukojen (1–3 minuuttia) lisääminen heti kuormitushuippujen jälkeen edistää tehokkaasti työntekijöiden palautumista. Työn tauotuksen ja elpymisen tulee muuttua iän ja työn raskauden mukaisesti, jotta ylikuormitukselta vältytään. (Ilmarinen 2006, 193.) Tauotuksen osalta työaikalaki määrittää puitteet myös rakennustyölle:

”Jos vuorokautinen työaika on kuutta tuntia pidempi eikä työntekijän työpaikalla olo ole työn jatkumisen kannalta välttämätöntä, on hänelle annettava työvuoron aikana säännöllinen vähintään tunnin kestävä lepoaika, jonka aikana työntekijä saa esteettömästi poistua työpaikaltaan. Työnantaja ja työntekijä voivat sopia lyhyemmästä, kuitenkin vähintään puolen tunnin pituisesta lepoajasta. Lepoaikaa ei saa sijoittaa välittömästi työpäivän alkuun eikä loppuun. Jos työaika ylittää vuorokaudessa 10 tuntia, työntekijällä on halutessaan oikeus pitää enintään puoli tuntia kestävä lepoaika kahdeksan tunnin työskentelyn jälkeen.”
(Finlex, Työaikalaki 9.8.1996/605, 6. luku 28§.)

2.4 Osallistuminen rakennustyössä

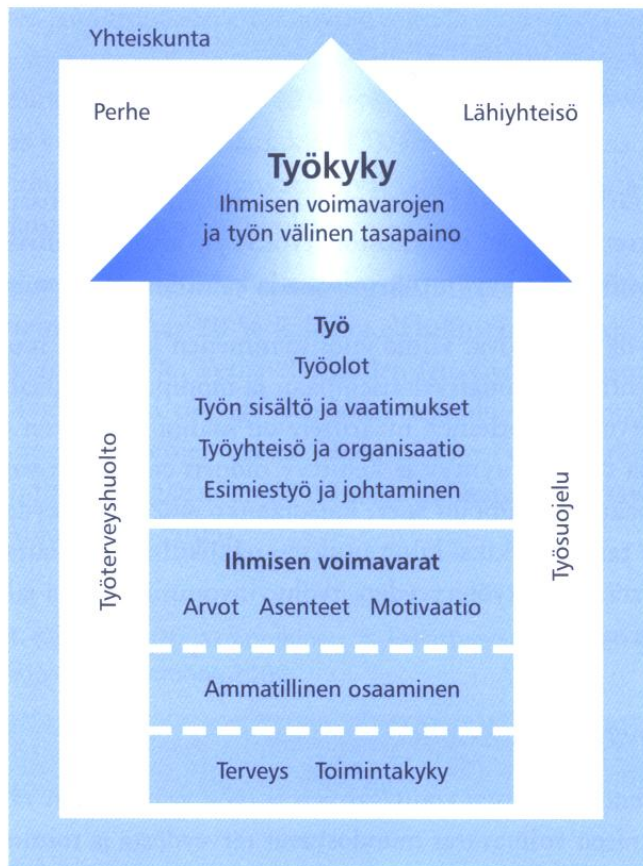
Työkyvyn käsitteelle on annettu erilaisia merkityksiä eri toimintayhteyksissä ja eri aikoina. Työkyky-käsitteen merkitykset voidaan jakaa kolmeen eri käsitystyyppiin, joissa sen sisältö arvioinnin ja edistämisen kohteena painottuu eri tavoin (Mäkitalo 2006, 172). Työkykyä voidaan tarkastella esimerkiksi yksilöllisen toimintakyvyn riittävyytenä suhteessa työn asettamiin vaatimuksiin tai yhteisöllisyyden ja työtoiminnan muodostaman kokonaisuuden ominaisuutena (Taimela 2006, 171).

Lääketieteellinen käsitystyyppi pitää työkyvyn lähtökohtana yksilön psykofyysisen järjestelmän "terveyttä", kliinisesti määriteltyä tilaa, joka ei riipu työstä sinänsä. Terve yksilö on täysin työkykyinen, ja sairautta pidetään työkykyä heikentävänä tekijänä. Lääketieteellisen käsitystavan mukaan työkyvyn arviointi on sairauksien diagnosointia ja työkyvyn edistäminen on sairauksien hoitamista. (Mäkitalo 2006, 172–173).

Työkyvyn tasapainomalli tarkastelee yksilön sisäisiin ominaisuuksiin pohjaavaa toimintakykyä suhteessa työn asettamiin ulkopuolisiin vaatimuksiin. Tasapainomalli laajentaa lääketieteellisen mallin sairauskeskeistä ajattelua keskittymällä toimintakykyyn ja työntekijän edellytysten arviointiin suhteessa työn vaatimustasoon. Työkykyä voidaan arvioida suorituskykytesteilä ja työn vaatimustason mittauksilla. Tasapainomallissa työkyvyn edistäminen on työntekijän toimintakyvyn harjoittamista tai työn vaatimuksia madaltamista. (Mäkitalo 2006, 172–173).

Integroidun käsitystyyppin mukaan työkyky on työtoiminnan; yksilön, yhteisön ja toimintaympäristön muodostaman systeemin ominaisuus. Tarkastelussa ovat tämän paikallisen systeemin kyvyt ja edellytykset vastata sille asetettuihin haasteisiin. Integroidussa käsitystyyppissä painottuvat yhteisölliset toimintatavat, työkuultuuri ja työssä käytettävä välineistö. Työkyvyn arviointi on integroidussa käsitystyyppissä toiminnan häiriöiden systeemistä ja kehityksellistä analyysiä ja työkykyä pyritään edistämään toiminnan kehitystä eteenpäin vievillä kokeiluilla. (Mäkitalo 2006, 172–173).

Ilmarinen (2006) esittää työkyvyn ulottuvuuksista modernin, monikerroksisen työkykytalomallin (Kuva 1.), jossa työkyvyssä muodostuu työn ja ihmisen voimavarojen välisestä alati muuttuvasta tilasta. Ihminen etsii koko työelämän ajan mahdollisimman optimaalista tasapainoa. Tasapaino edellyttää työn ja ihmisen voimavarojen yhteensovittamista. Työntekijän voimavarat muuttuvat esimerkiksi iän myötä, kun taas työn vaatimukset voivat muuttua esimerkiksi globalisaation ja uuden teknologian seurauksena. (Ilmarinen 2006, 79–80.)



Kuvio 4: Työkyky ja siihen vaikuttavat tekijät (Ilmarinen, 2006, 80.)

Työkyvyn perustana oleva pohjakerros rakentuu terveyden sekä fyysisen, psyykkisen ja sosiaalisen toimintakyvyn osasista. Positiiviset tai negatiiviset muutokset toimintakyvyssä ja terveydessä heijastuvat työkykyyn joko vahvistamalla tai uhkaamalla sitä. (Ilmarinen 2006, 79.)

Toimintakyvyn ja työkyvyn suhteessa toimintakyvyn osa-tekijöillä on voimakkaita sidoksia toisiinsa. Jos esimerkiksi fyysinen toimintakyky heikkenee vaikuttaa se osaltaan psyykkiseen ja sosiaaliseen toimintakykyyn. Toimintakyvyn heiketessä reservit kuluvat loppuun, jolloin jäljelle jäävä toimintakyky riittää ainoastaan työelämän vaatimuksiin. Voimavarat eivät riitä palautumiseen, oppimiseen ja uusiutumiseen jolloin elämä supistuu työelämässä jaksamiseen. Toimintakyvyn uusiutumisen heikkeneminen ilmenee työkyvyn rajoituksina. Pitkään jatkuvana tilanne johtaa työkyvyn vähenemiseen tai työkyvyttömyyteen. Toimintakyky voidaan kuitenkin vaikuttaa kaikissa elämäntilanteissa. (Ilmarinen 1999, 84–85.)

Mallin toinen kerros kuvaa ammatillista osaamista. Tietojen ja taitojen hallinnalla ja jatkuvalla päivittämisellä pyritään vastaamaan työelämän muuttuviin haasteisiin ja vaatimuksiin. Pätevyys oman työn kehittämiseksi sekä työyhteisöissä toimimiseen ovat myös tärkeitä edellytyksiä työkyvylle. (Ilmarinen 2006, 79–80.)

Arvojen, asenteiden ja motivaation muodostama kolmas kerros on avoin vaikutteille. Tasapaino työn ja työntekijän voimavarojen välillä sekä työn ja muun elämän väliset suhteet prosessoituvat käsityksiksi, jotka muuttavat arvoja ja asenteita. Työhön liittyvät muutokset yhteiskunnassa ja lainsäädännössä heijastuvat myös työntekijän arvoihin, asenteisiin ja motivaatioon. (Ilmarinen 2006, 79–80.)

Neljännän ja kuvaannollisesti alempia kerroksia painavan kerroksen muodostaa työ ja siihen liittyvät tekijät. Työn vaatimukset sekä organisointi, työyhteisön toimivuus, esimiestyö ja johtaminen ovat vaikeasti hahmottava sekä hankalasti mitattava kokonaisuus. Esimiestyöllä ja johtamisella on tärkeä rooli työn onnistuneessa organisoinnissa ja muutoksissa. (Ilmarinen, 2006, 79–80.)

Esimiehen ja työntekijän hyvän yhteistyön lisäksi muita työkykyä turvaavia tekijöitä ovat työyhteisön tuki, työterveyshuolto ja työsuojeluorganisaatio. Työntekijää ympäröivä elämä ei ole työkyvystä irrallaan. Työn ja perhe-elämän onnistunut yhteensovittaminen, lähiyhteisön vaikutus ja laajemmin koko yhteiskunnan muodostama infrastruktuuri, palvelut ja pelisäännöt voivat osaltaan tukea yrityksiä ja henkilöstön työkykyä. (Ilmarinen 2006, 81.)

Vuonna 2004 LEL-vakuutettujen miesten työkykyindeksin mukaan rakennusalan työntekijöistä noin 70 %:lla oli hyvä tai erinomainen työkyky. LEL-miesten arvio työkyvystään oli rakennus- alalla selvästi alle 8 asteikolla 0–10. Rakennusalan työntekijöiden työkyky alkoi heiketä 44–49-vuotialla, joista lähes 10 %:lla oli huono työkyky. Työkyky heikkeni rakennusalan miehillä suoraviivaisesti vanhimpaan ikäluokkaan asti. Sen sijaan rakennustöitä tekevistä naisista 74 % piti työkykyään hyvänä tai erinomaisena. Naisten työkyky oli rakennusalalla 8,4. Työn ruumiillisten vaatimusten kannalta työkykyään piti hyvänä 80 % rakennusalan naisista. (Rytkönen ym. 2005.)

2.5 Ympäristötekijät rakennustyössä

Rakennusalalla ilmenevä henkinen kuormitus aiheutuu pääasiassa työn kohdistamista vaatimuksista työntekijän psyykkisiin toimintoihin, keskittymiseen, tarkkaavaisuuteen, havainnointiin, ajatteluun sekä muistiin. Kuormittumista on sekä laadullista että määrällistä, sekä yli- ja alikuormittumista. Rakennusalalla liiallinen työmäärä ja kiireinen aikataulu aiheuttavat usein määrällistä ylikuormittumista. Mikäli työtehtävät ovat liian vaativia tai opastus ja ohjaus ovat puutteelliset, saattaa siitä aiheutua myös laadullista kuormitusta. (Oksa 2009.)

Toisaalta rakennusalalla on myös paljon henkistä kuormitusta torjuvia tai lieventäviä tekijöitä. Oman työn tulokset ovat heti nähtävissä ja tuovat aikaansaamisen tunnetta. Työilmapiiri

ja suhteet esimiehiin sekä alaisiin ovat yleensä hyvät ja oman työn arvostus on korkealla sekä työntekijöillä että työnjohdolla. (Oksa 2009.)

Työhön voi sisältyä myös pelkoja joiden määrä vaihtelee yksilökohtaisesti. Syinä tähän voivat olla kokemuksen määrä, ikä ja muut yksilökohtaiset tekijät. Psykkistä kuormitusta aiheuttava pelko on asianmukainen reaktio, jos sen ansiosta tehdään suojautumistoimenpiteitä ilman turhaa riskinottoa. Usein rakennusalan töihin liittyy lyhytkestoisia vaiheita, joissa koetaan tapaturman tai työperäisen sairastumisen varaa. Putoamisturvallisuuden säilyttäminen edellyttää asianmukaisia turvaköysi-, kulkutie-, kaide- ja putoamissuojarakenteita ja -järjestelyjä. Turvarakenteiden asennustyöhön voi sisältyä työvaiheita, joissa työskentely korkealla maanpinnan tai syvän tai virtaavan veden yläpuolella ja siihen liittyvä putoamisvaara saatetaan kokea pelottavana. (Tarkkonen 2004.)

Yksi rakennustöiden työhygieeninen ongelma on melu, joka pitkäkestoisena ja voimakkaana vaikuttaa kuuloelinten kautta hermostoon kuormittaen osaltaan työntekijää psyykkisesti. Melun vaikutus voi kantaa myös vapaa-ajan puolelle häiriten kuormituksesta palauttavaa unta. Häikäisevä tai työn vaatimuksiin nähden epätarkoituksenmukainen valaistus saatetaan myös kokea joissakin tilanteissa psyykkisesti kuormittavana. (Tarkkonen 2004.)

Vuodenaikojen mukaisten lämpöolosuhteiden seurauksena voi aiheutua psyykkistä kuormitusta ruumiillisen kuormituksen ohella. Kylmyys, vetoisuus ja kylmien pintojen epäsymmetrinen lämpösäteilyvaikutus vartaloon saattavat aiheuttaa epämiellyttäviä ja hankalia olosuhteita. Hellekausien kuumuus aiheuttaa epämiellyttävänä lämpökuormitusta josta seuraa väsymistä sekä keskittymis- ja havainnointikyvyn heikentymistä. Molemmissa tapauksissa fyysinen elimistön kuormittuminen saatetaan samalla kokea psyykkisenä kuormituksena. (Tarkkonen 2004.)

Rakennustyössä voi esiintyä myös yksitoikkoisuutta, jolloin työntekijä toistaa samankaltaisia työn rutiineja päivien tai viikkojen ajan. Kun työn sisältö on liian samankaltaista ja uuden oppimisen mahdollisuudet vähissä, voidaan työtä kutsua psyykkisesti alikuormittavaksi. Rakennushankkeet toteutetaan nykyään aikataulullisesti yhä lyhyemmässä ajassa. Yhteistoiminnallisen rakennushankkeen aikatauluongelmat heijastuvat myös työntekijätasolle. Työssä voidaan näin ollen kokea kiireen ja ulkopuolelta tulevan aikataulupaineen aiheuttamaa psyykkistä kuormitusta. (Tarkkonen 2004.)

Rakennustyömaalla vallitsevat työyhteisöille ominaiset yleiset psykososiaaliset ilmiöt ja lainalaisuudet. Työyhteisön sosiaalinen toimivuus vaikuttaa osaltaan henkilöstön psyykkisen kuormituksen määrään ja laatuun. Työyhteisöstä johtuvia psyykkisen kuormituksen yleisiä

syitä voivat olla ristiriita- ja estetilanteet, sekä sellaiset muutostilanteet, jotka koetaan uhkaavina. (Tarkkonen 2004.)

2.6 Yksilötekijät rakennustyössä

Vuosina 2000-2005 rakennustyöntekijöistä 11–12 % oli alle 25-vuotiaita ja yli 50-vuotiaita oli varsin suuri osa, 23–29 % (Mäkelä & Kauranen 2006, 5). Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvyn muutoksista on laadittu kansainvälisesti hyväksytyt normit laajoista kansainvälisistä aineistoista perustuen suoriin maksimaalisen hapenkulutuksen mittauksiin. Ruumiin painoon suhteutettu maksimaalinen hapenkulutus heikkenee iän myötä terveillä miehillä 20 ikävuoden ja 60 ikävuoden välillä keskimäärin lähes 40 %. Tämä koskee henkilöitä, jotka eivät erityisesti harjoittele verenkiertoelimistön kuntoa kohentavasti tai ylläpitävästi. Maksimaalisen hapenkulutuksen heikkeneminen vaikuttaa merkittävästi fyysisestä työstä selviytymiseen. (Ilmarinen 2006, 131.)

Toisaalta iän mukanaan tuoma viisaus, vuorovaikutustaidot sekä ammatillinen osaaminen ja työkokemus voivat olla kuormitusta tasaavia tekijöitä muun muassa taloudellisempien työtapojen muodossa. Lisäksi työn ulkopuolinen kuormitus tai elpymismahdollisuus vaikuttaa osaltaan kuormittuneisuuteen joko negatiivisesti tai positiivisesti (Lindström ym. 2003, 12).

3 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusmenetelmät

Tavoitteenamme on selvittää rakennustyön fyysistä kuormittavuutta sekä kartoittaa fyysisesti kuormittavimpia työvaiheita. Tutkimuksen avulla haemme vastausta seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Kuinka kuormittavaa rakennustyö on fyysisesti SWA-analyysin perusteella, suhteutettuna rakennustyöntekijöiden fyysisen kuntoon?
2. Nouseeko mittausten tuloksista esiin aineenvaihdunnallisesti tai työntekijöiden fyysiseen suorituskykyyn suhteutettuna erityisen kuormittavia työvaiheita?
3. Mikä on rakennustyöntekijöiden Non-Exercise-kyselykaavakkeella arvioidun ja WHO:n submaksimaalisen polkupyöräergometritestin avulla mitatun hapennottokyvyn välinen korrelaatio?

Tässä luvussa käsitellään myös tutkimuksessa käytettyjä mittareita ja menetelmiä, sekä kerrotaan aineiston keruuprosessista ja sen käsittelystä sekä tutkimuksen kulusta. Luvun loppu-

osassa selvitetään opinnäytetyön kannalta oleellisen MET-yksikön käyttö ja suhdetta muihin kuormitusta kuvaaviin suureisiin sekä johdatetaan tulosten käsittelyyn.

3.1 Mittarit

Tutkimuksessa käytetyt mittarit on pyritty valitsemaan niin että niillä pystytään mahdollisimman kattavasti kartoittamaan rakennustyöntekijöiden työn kuvaa sekä työstä aiheutuvaa kuormitusta. Päämittarina tutkimuksessa toimii SenseWear Armband, jolla muun muassa Manfredini, Borleri ja Mosconi (2007) selvittivät 10 rakennustyöntekijän työn kuormittavuutta ja energiankulutusta. Tutkijat pitivät Armbandia hyödyllisenä työkaluna tutkittaessa väsymistä tietyissä työtehtävissä sekä työhön palaavien sydänpotilaiden kuntoutusvaiheessa, aineenvaihdon arvioinnin apuvälineenä. (Manfredini, Borleri, & Mosconi 2007.)

Jotta saataisiin selvitettyä rakennustyön kuormittavimpia työvaiheita, rakennustyöntekijät ovat täyttäneet päiväkirjaa, johon he ovat merkinneet kulloisenkin työvaiheen sekä arvioineet työvaiheesta aiheutuvaa rasitusta subjektiivisesti RPE-asteikon avulla. Vertaamalla päiväkirjan merkintöjä sekä SWA:n antamia MET-arvoja, on saatu selville mitkä työvaiheet aiheuttavat eniten fyysistä kuormitusta rakennustyöntekijöille.

Lisäksi tutkimuksessa on selvitetty tutkittavien maksimaalista hapenottokykyä sekä WHO:n polkupyöraergometritestillä että Non-Exercise -kyselyllä. Koska kaikilla tutkimushenkilöillä ei ollut mahdollisuutta osallistua polkupyöraergometritestihin, käytettiin maksimaalisen hapenottokyvyn arviointiin näiden henkilöiden osalta Non-Excercise -kyselyä. Tutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää selvittää menetelmien välistä korrelaatiota aineistossamme. Polkupyöraergometritestihin osallistuneet täyttivät Non-Excercise -kyselyn testien yhteydessä, mikä mahdollistaa korrelaation tarkastelun.

3.1.1 SenseWear® Armband

Tutkimuksessamme käyttämä energiankulutusmittari SenseWear® Armband Pro₂ (SWA) on Bodymedian Inc:n kehittämä laite, jolla voidaan mitata kehon energiankulutusta helposti ja luotettavasti. SWA sisältää neljä anturia fysiologisten suureiden mittaamiseen. SWA mittaa ihon pintalämpötilaa, galvaanista ihoreaktiota, lämmön haihtumista sekä kehonliikkeitä kaksisuuntaisen kiihtyvyyssanturin avulla. Näiden edellä mainittujen suureiden ja matemaattisten mallien avulla SWA pystyy laskemaan ja raportoimaan seuraavia tuloksia: kokonaisenergiankulutus (kcal), aktiivinen energian kulutus (kcal), lepoenergiankulutus (kcal), MET, askelluku, fyysisen aktiivisuuden kesto, unen kesto ja makuulla olo. (Andre ym. 2006.) SWA:sta on tehty useita tutkimuksia joista käy ilmi, että laitteella pystytään luotettavasti tutkimaan ja mit-

taamaan kehon energiankulutusta (Fruin & Walberg Rankin 2004; Jakicic ym. 2004; King ym. 2004).

3.1.2 Borgin asteikko - Rating of Perceived Exertion (RPE)

Borgin (1970) RPE-asteikko (Liite 1) on kuormittumisen ja subjektiivisten oireiden arvioimiseen käytettävä mittari. Koehenkilön oma arvio kuormittuneisuudesta on luotettava kuormituksen siedon mittari, joka korreloi kuorman ja sydämen lyöntitiheyden kanssa. Yleisimmin käytetään Borgin luokitteluja, jossa asteikko on joko nolasta kymmeneen tai kuudesta kahteenkymmeneen. RPE-asteikkoa voidaan hyödyntää myös erilaisten tuntemusten arvioimiseen, esimerkkinä kipu, puristava tunne tai hengenahdistus. Asteikon avulla voidaan myös sopia rajat turvalliseen harjoitteluun. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004).

3.1.3 WHO:n submaksimaalinen polkupyöraergometritesti

WHO:n suositus maksimaalisen hapenkulutuksen arvoimiseen polkupyöraergometrillä perustuu sykkeen ja hapenkulutuksen lineaariseen yhteyteen submaksimaalisessa kuormituksessa. Testissä pyritään saamaan aikaan 3–4 neljän minuutin kuormaporrasta 40–80 %:n tasolle maksimaalisesta aerobisesta tehosta ($VO_2\text{max}$). Kuormasykepareista muodostetaan regressiosuora, joka ekstrapoloidaan iän mukaan arvioituun tai mitattuun maksimisykkeeseen. Maksimisykettä vastaava polkemisteho muunnetaan hapenkulutukseksi, joka on tutkittavan arvioitu maksimaalinen aerobinen teho. (Keskinen, Mänttari, Aunola & Keskinen 2004, 86–88.)

3.1.4 Non-exercise-kysely

Maksimaalinen hapenotto- ja palautuskyky ($VO_2\text{max}$) on hyväksytty ja paljon käytetty arvo fyysisen suorituskyvyn selvittämiseen ja määrittämiseen. $VO_2\text{max}$ voidaan selvittää usealla eri tavalla, joko suorasti (maksimaalisesti) tai epäsuorasti (submaksimaalisesti). Maksimitestit ovat tarkempia kuin submaksimaaliset, mutta vaativat maksimaalisen suorituksen testattavalta, kun taas submaksimaalisissa testissä $VO_2\text{max}$ arvioidaan testattavan submaksimaalisen suorituksen perusteella. (Jackson ym. 1990, 863.)

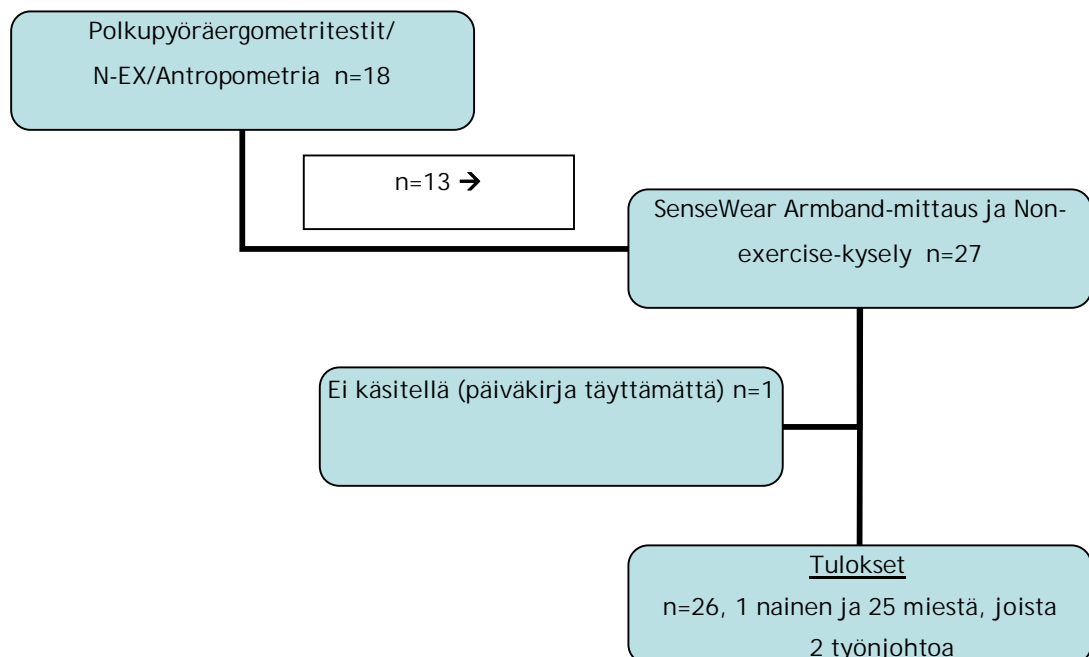
Useat tutkimukset osoittavat että subjektiiviset arviot omasta kunnosta korreloivat fyysisen toimintakyvyn kanssa (Jackson ym. 1990, 863). Tämä subjektiivinen arviointi tapahtuu ns. Non-Exercise-kyselyn (N-EX) avulla, jossa henkilö arvioi omaa fyysistä suorituskykyään vastaamalla kysymyksiin, joiden avulla, laskentakaavoja hyväksikäyttäen, pystytään luotettavasti ($R=.93$; $SEE=3,45 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) arvioimaan kyselyyn vastanneen maksimaalinen hapenotto- ja palautuskyky. Jotta maksimaalinen hapenotto- ja palautuskyky voidaan selvittää, tulee tietää myös vastaajan ikä, pituus ja paino, sekä painoindeksi. (Bradshaw & George 2005.) Kysely koostuu kahdesta koet-

tua toimintakykyä koskevasta monivalintakysymyksestä (Perceived Functional Ability (PFA) (Liite 4) sekä yhdestä fyysistä aktiivisuutta koskevasta monivalintakysymyksestä (Physical Activity Rating (PA-R) (Liite 5). (Bradshaw & George 2005.)

3.2 Tutkimusaineisto

Kevään ja syksyn 2009 aikana vapaaehtoisille Skanskan työntekijöille tehtiin maksimaalista hapenottokykyä mittaava WHO:n polkupyöraergometritesti ja Non-Exercise-kysely, joilla selvitettiin heidän maksimaalista hapenottokykyään. Kahdella Skanskan eri työmaalla pidettiin info-tilaisuus, jossa vapaa-ehtoiset ilmoittautuivat mukaan tutkimukseen. Myös Skanskan työterveyshuolto avusti koehenkilöiden hankinnassa. Koehenkilöistä 27:lle tehtiin vuorokauden kestäneet Armband-mittaukset (Kuvio 5). Koehenkilöt saivat mittauksista henkilökohtaisen palautteen (Liitteet 6 ja 7). Yhtä työntekijää lukuun ottamatta jokainen tutkimushenkilö piti mittareita noin vuorokauden. Mittausaika sisälsi työtä, unta ja vapaa-ajan aktiviteetteja.

Tutkimukseen osallistuneet työntekijät täyttivät N-EX -kyselyn SWA-mittausten yhteydessä, koska vain osalta mittauksiin osallistuneista maksimaalista hapenottokykyä oli kuntotestien yhteydessä selvitetty WHO:n submaksimaalisella polkupyöraergometritestillä. Osa tutkimushenkilöistä kuuluu työnjohtoon ja fyysisesti heidän työnkuvansa eroaa rakennustyöntekijöiden työstä. Työnjohdon Armband-tuloksia käytetään tutkimuksessa vertailuaineistona rakennustyöntekijöiden fyysisistä kuormittumista ja energiankulutusta arvioitaessa.



Kuvio 5: Tutkimuksen kulku

3.3 Tilastolliset menetelmät ja tutkimusaineiston käsittely

Tulokset analysoidaan SPSS 16.0 -ohjelmistolla (SPSS Inc. USA). Aineiston tilastollinen kuvaus tehdään frekvenssien, prosenttijakaumien, keskiarvojen, keskihajontojen ja vaihteluvälien avulla. Diagrammien luomisessa käytetään MS Office Excel 2007 -ohjelmaa.

Arvioimme koehenkilöiden fyysistä kuormittumista ja energian kulutusta MET-arvoilla, jota käytetään nykyisin monissa työfysiologisissa raporteissa. MET-yksikkö on lepoaineenvaihdunnan kerrannainen joka ilmaisee energiankulutuksen kehon painokiloa kohden. Yksi MET vastaa istuvan ihmisen hapenkulutusta, mikä on noin $3,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. MET-arvoa määriteltäessä tulisi myös tietää intensiteetti, jolla mitattava henkilö suorittaa toimintojaan. Se voidaan tehdä arvioimalla liikunnan tyyppiä, hikoilua, hengästyminen tai käyttämällä RPE-asteikkoa. (Mälikä & Rintala 2002.) Taulukko 1. havainnollistaa MET-yksikön suhdetta muihin kuormittavuutta ilmaiseviin suureisiin eräissä yleisissä työtehtävissä. Rakennustyö on yleensä kuormittavuudeltaan raskasta (6-9 MET) tai hyvin raskasta (>9 MET).

Taulukko 1: Keskikokoisen työntekijän kuormituskokeessa todetun suorituskyvyn viitteelliset yhteydet kuormittumiseen eräissä työtehtävissä (Työterveyslaitos. 2006, 49.)

Toiminto/työtehtävä	Ulkoinen työteho kuormituksessa	Hapenkulutus ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	Metabolinen ekvivalentti (MET)
<ul style="list-style-type: none"> ▪kävely 3 km/t ▪toimisto-, valvomotyö ▪kevyt kotitaloustyö 	10–50 W	<15	2–3
▪kävely nopeudella 5–6 km/t	50–75 W	15–20	4–5
<ul style="list-style-type: none"> ▪kävely 6–7 km/t ▪rakennus- ja nostotyö ▪raskaat vaiheet siivoustyössä 	75–100 W	20–25	6–7
<ul style="list-style-type: none"> ▪kävely/hölkä 7-8 km/t ▪monet raskaat rakennusalan työt ▪raskaat varastotyöt 	100–150 W	25–30	7–9
<ul style="list-style-type: none"> ▪juoksu 9–11 km/t ▪raskaat metsätyövaiheet ▪lapiolla kaivaminen ▪raskaiden taakkojen kantaminen portaissa, nostaminen ja siirtäminen 	150–200 W	30–40	>9

SWA-mittausten tuloksia suhteutetaan työntekijöiden maksimaaliseen aerobiseen kapasiteettiin muuntamalla $VO_2\text{max}$ -arvon MET-yksiköiksi (METc). Päiväkirjasta saatuja eri työvaiheiden rasiustuntemuksia ja SWA:n antamia työvaiheiden MET-keskiarvoja tarkastellaan, jotta saataisiin esiin kuormittavimpia työvaiheita. Lisäksi submaksimaalisella polkupyöräergometritestillä mitattuja $VO_2\text{max}$ -arvoja verrataan Non-Excercise -kyselyiden antamiin tuloksiin. Ylikuormituksen raja-arvona pidetään yli 30 % suoritusta maksimaalisesta aerobisesta tehosta (Åstrand ym. 2003, 503).

4 Tutkimustulokset

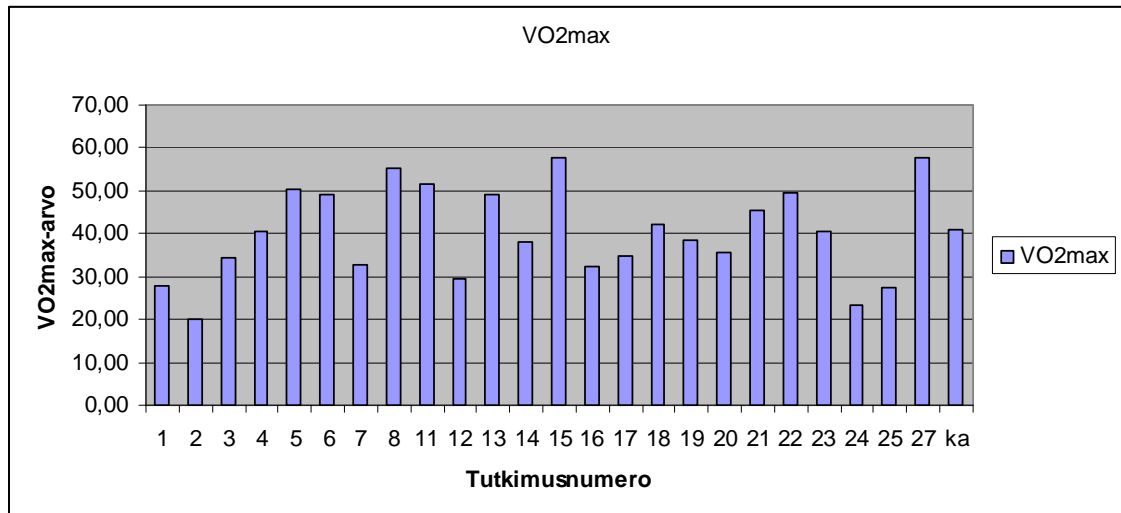
Opinnäytetyön tutkimuksen tulokset esitetään kuvioiden ja taulukoiden muodossa. Aineiston havainnollistamisessa päädyttiin yksilölliseen esitystapaan keskiarvoistamisen sijasta. Tällä tavoin yksilöiden väliset erot tulevat selkeämmin esiin ja tiedot ovat helpommin työterveydenhuollon hyödynnettävissä. Tutkimusotoksen antropometriset muuttujat kerrotaan yhtenä joukkona (Taulukko 2.), millä varmistetaan se että tutkittavien henkilöllisyys pysyy salassa.

Tutkimustulokset esitetään seuraavassa järjestyksessä: antropometriset tiedot, maksimaalinen hapenottokyky, METc, kuntoindeksi, polkupyöräergometrin ja N-EX-kyselyn korrelaatio, energiankulutus, työpäivän aikainen MET-keskiarvo, suhteellinen kuormittuminen sekä kuorvittavimmat työvaiheet.

Taulukko 2: Koehenkilöiden antropometriset ominaisuudet

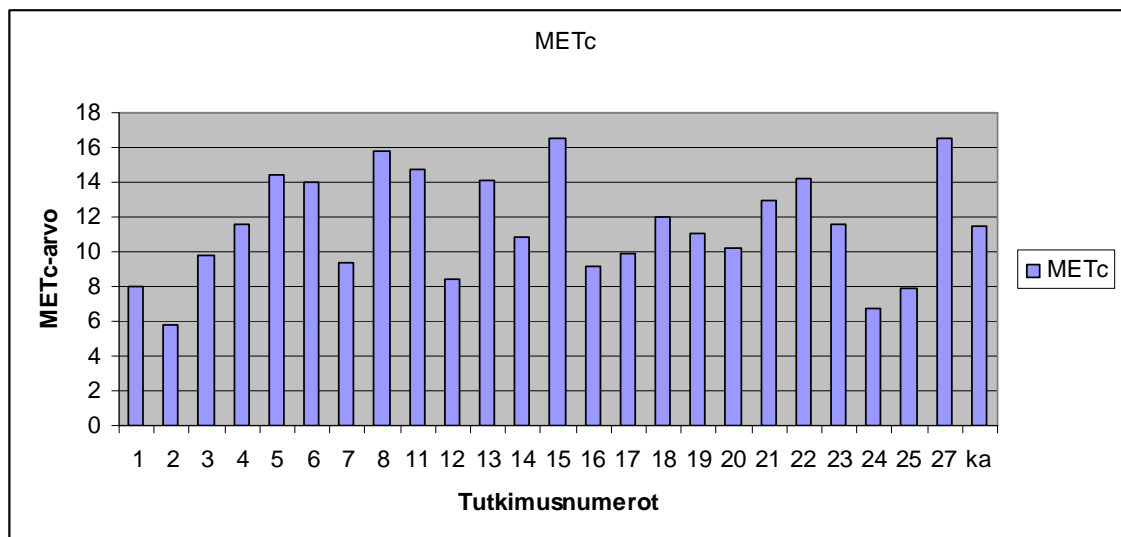
Muuttujat	Tutkimushenkilöt ka. (min-max)
Ikä (v)	37,5 (18–60)
Pituus (cm)	178,5 (159–195)
Paino (kg)	82,0 (55–110)
BMI	25,8 (19,7–33,0)

Kuviossa 6 on esitetty koehenkilöiden maksimaalinen hapenottokyky ($VO_2\text{max}$), sekä kaikkien tulosten keskiarvo. Arvoina käytettiin ensisijaisesti WHO:n submaksimaalisen polkupyöräergometritestin perusteella tehtyä arvioita ja osalle arvo laskettu Non-Excercise-kyselyn vastauksista. Kuviossa on jätetty pois työnjohdon tulokset. Korkein maksimaalisen hapenottokyvyn arvo oli 57,9 ml/kg/min ja matalin 20,1 ml/kg/min, keskiarvon ollessa 41,1 ml/kg/min.



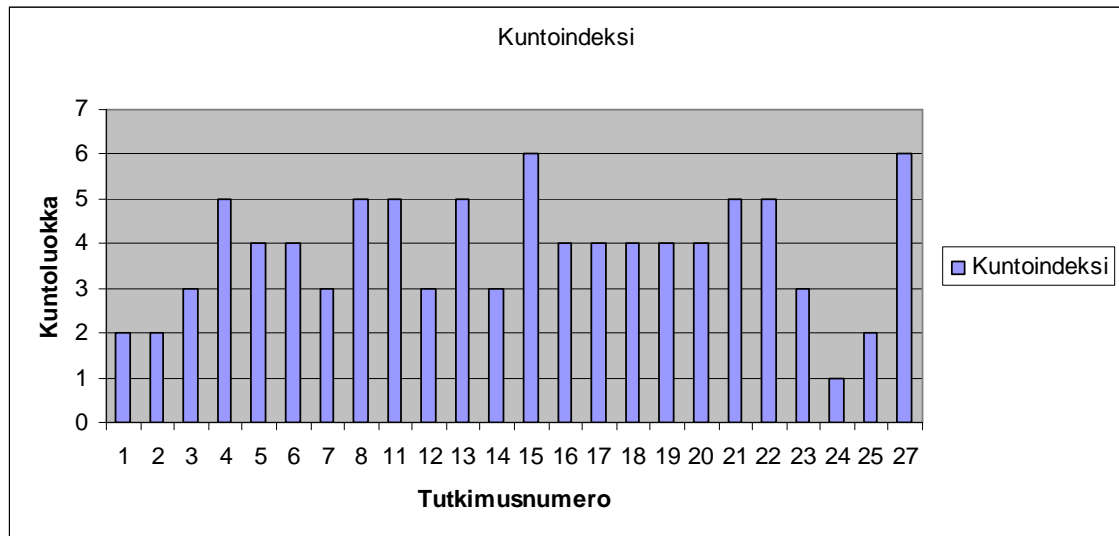
Kuvio 6: Työntekijöiden VO2max-arvot

Kuviosta 7 ilmenevät koehenkilöiden maksimaaliset aerobiset kapasiteetit MET-yksikköinä eli METc-arvot. METc-arvo saadaan, kun tutkittavan maksimaalinen hapenottokyky muutetaan MET-arvoksi. Tämä tapahtuu jakamalla VO₂max-arvo 3,5 ml:lilla. Kuviosta näkyy myös METc-arvojen keskiarvo. Korkein METc-arvo oli 16,5 ja saman tuloksen sai kaksi tutkimushenkilöä. Matalin arvo oli 5,7 keskiarvon ollessa 11,4 (SD 3,0).



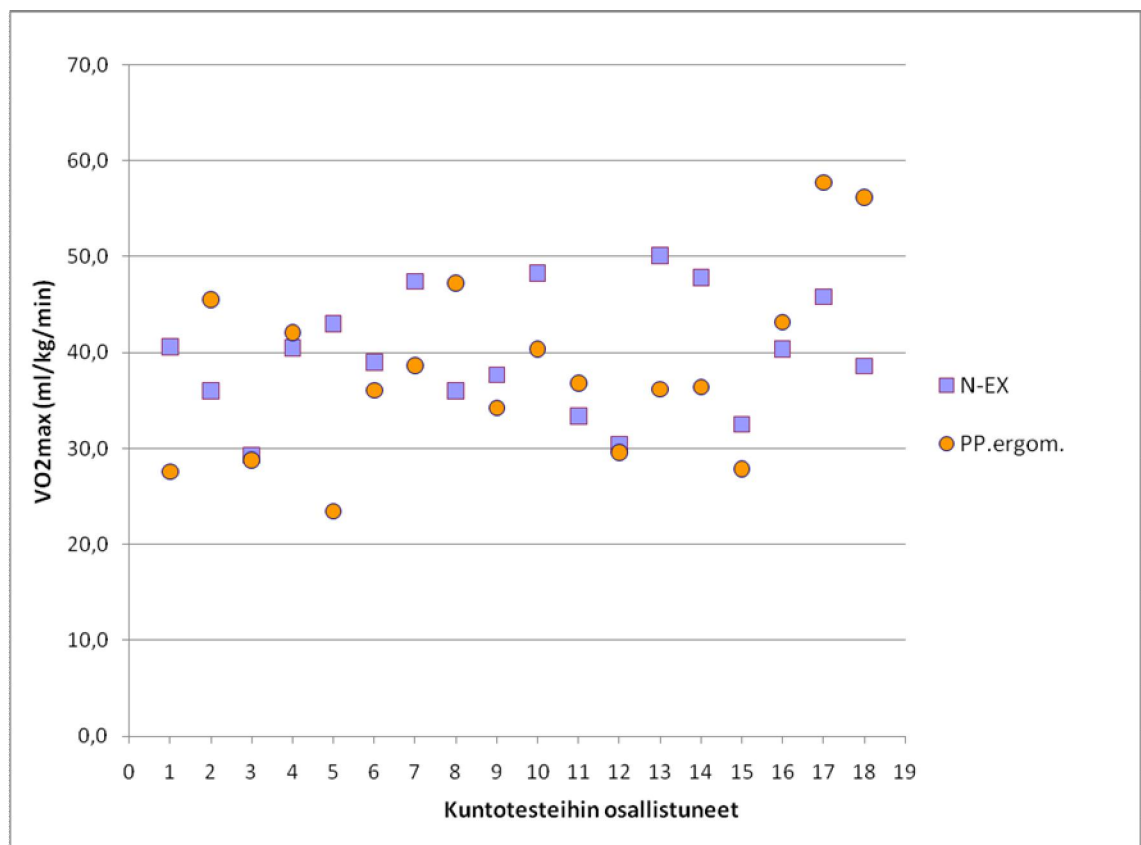
Kuvio 7: Työntekijöiden maksimaalinen aerobinen kapasiteetti (METc)

Kuviossa 8 esitetään koehenkilöiden kuntoindeksi, joka määräytyy iän, sukupuolen ja maksimaalisen hapenottokyvyn mukaan. Korkein kuntoluokka Shvartzin ja Reinboldin (1990) mukaan on 7. Opinnäytetyön tutkimuksessa kaksi koehenkilöä asettuu kuntoluokkaan 6, muiden jäädessä sen alapuolelle. Alhaisin sijoitus oli kuntoluokka 1.



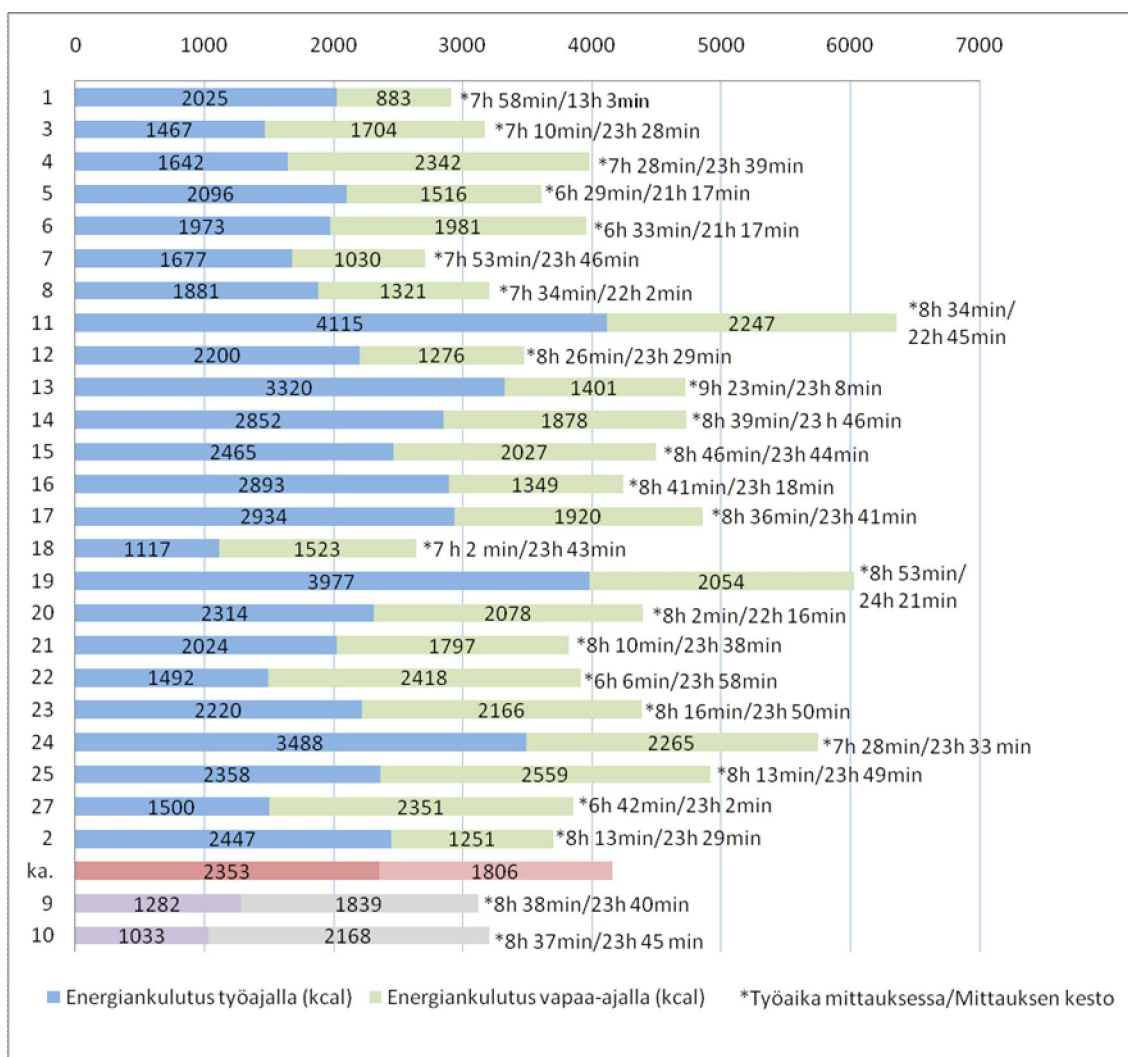
Kuvio 8: Työntekijöiden kuntoindeksi

WHO:n submaksimaaliseen polkupyöraergometritestiin osallistui 18 työntekijää. He täyttivät testitulaisuudessa myös Non-Exercise -kyselyn. Kuvio 9 havainnollistaa testien sekä kyselyjen pohjalta arvioitujen maksimaalisen hapenottokyvyn arvojen korrelaatiota, joka on Pearsonin korrelaatiokertoimen mukaan 0,242, eikä näin ollen merkittävä. Osittain arviointimenetelmien antamat tulokset ovat lähellä toisiaan, mutta suurelta osin tulokset eroavat toisistaan.



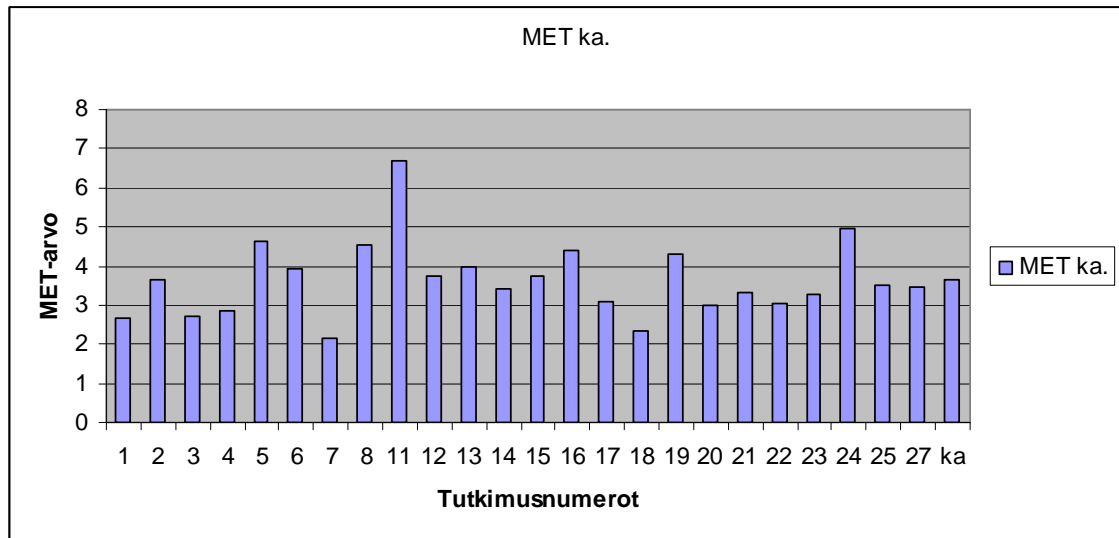
Kuvio 9: Kuntotesteihin osallistuneiden maksimaalisen hapenottokyvyn arvojen yhteneväisyys

Kuvio 10 kuvaa koehenkilöiden työ- ja vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden vaatimaa energiankulutusta. Fyysisellä aktiivisuudella tarkoitetaan kaikkien lihasten aikaansaamien asentojen ja liikkeiden vaatimaa energiankulutusta tai tehoa (Karapalo ym. 2007, 26). Vaakapalkkien päissä on ilmoitettu työaikojen kestot mittauksessa ja mittauksien kokonaiskestot. Koehenkilöistä osalla työaika jakaantui kahdelle päivälle mittauksen myöhäisemmästä aloittamisajankohdasta johtuen.



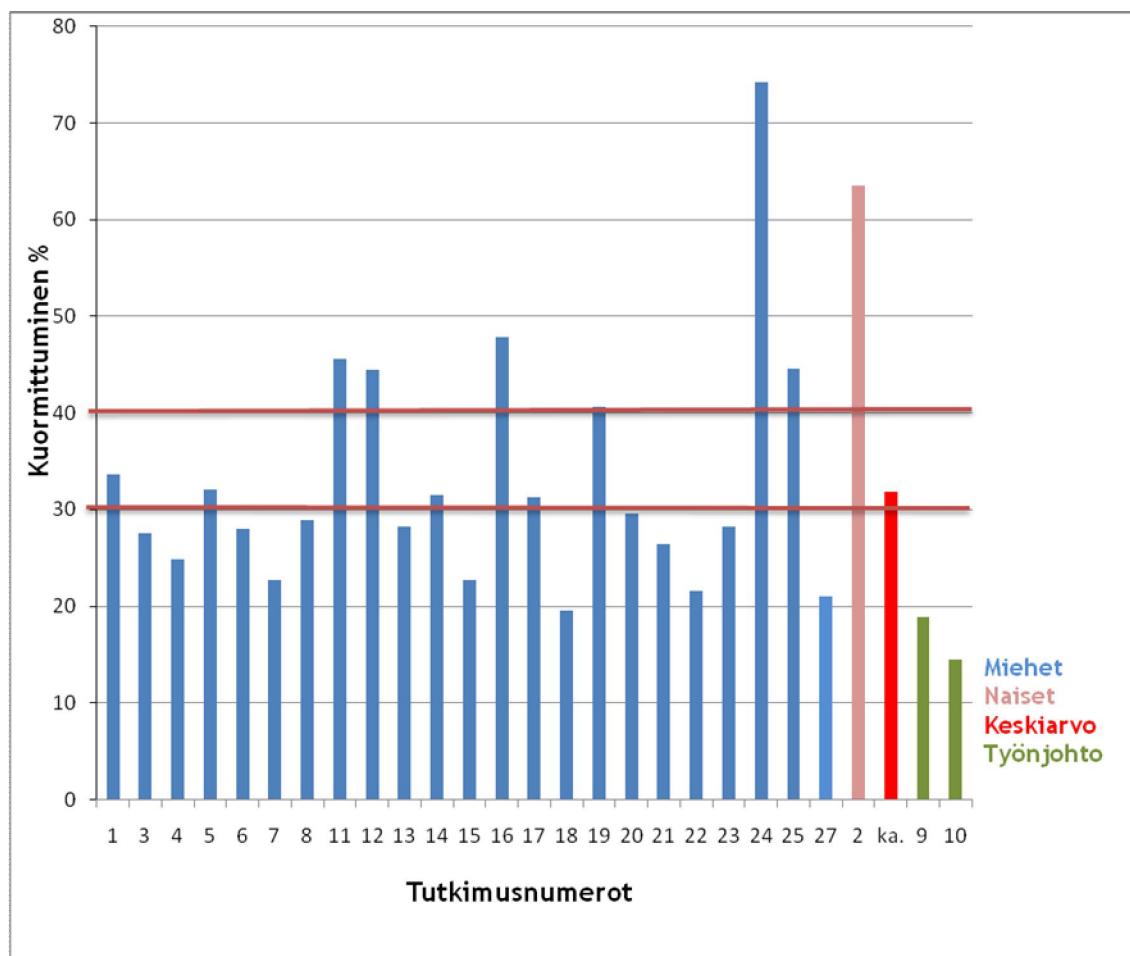
Kuvio 10: Työntekijöiden energiankulutus (kcal) mittauksen aikana

Kuviosta 11 ilmenee koehenkilöiden työpäivän aikainen MET-keskiarvo, sekä kaikkien koehenkilöiden keskiarvo. Työpäiväinen MET-keskiarvo saatiin laskemalla keskiarvo SWA:in minuutin välein ilmoittamasta MET-arvosta. Korkein työpäivän aikainen MET-keskiarvo oli 6,7 MET:iä ja alhaisin oli 2,1 MET:iä. Koehenkilöiden työpäivän aikainen MET-keskiarvo oli 3,7 MET:iä (SD 0,98).



Kuvio 11: Työpäivän aikaiset MET-keskiarvot

Kuvio 12 havainnollistaa koehenkilöiden työpäivän aikaista kuormittumista suhteessa henkilöiden maksimaaliseen aerobiseen kapasiteettiin. Kuormittuminen ilmoitetaan prosentteina METc:sta. Suhteellisen kuormittumisen selvittämiseksi tulee METc jakaa tutkittavan työpäivän energiankulutuksen MET-keskiarvolla. MET-keskiarvo saadaan laskemalla keskiarvo SWA:n minuutin välein tallentamista MET-arvoista.



Kuvio 12: Työntekijöiden fyysinen kuormittuminen työssä ja kuormittumisen keskiarvo. Ylikuormittumisen raja-alue 30–40 % on korostettu paksuilla viivoilla.

Työntekijöiden päiväkirjoihin tekemien merkintöjen perusteella työpäivästä pystyttiin erottelamaan työvaiheita ja niiden rasittavuutta työntekijöiden omiin arvioihin perustuen. Työvaiheiden kellonajat olivat joiltain osin varsin suurpiirteisiä arvioita, joten niiden rajaamisessa käytettiin myös MET-arvojen tulkintaa, ja työvaihe rajattiin tapahtuneeksi MET-arvojen koholla olon aikana. Työvaiheista laskettiin MET-keskiarvot.

Taulukkoon 3 on poimittu aineiston energiankulutuksellisesti kuormittavimpia työvaiheita. Työvaiheiden MET-arvo on kyseisen työvaiheen keskiarvo. Joistakin työvaiheista tietoa oli useammalta koehenkilöltä. Työvaiheiden osalta otettiin huomioon koko ajanjakso, jonka työntekijä oli merkinnyt päiväkirjaan työvaiheen kestoksi. Pitemmät tauot, kuten kahvi- ja ruokatautot pystyttiin erottelamaan pois laskuista MET-arvojen sekä askeleiden perusteella, vaikka työntekijä olisi jättänyt ne merkitsemättä päiväkirjaan. Taulukosta 3 käyvät ilmi myös keskimääräiset rasitustuntemukset työvaiheissa RPE-asteikolla.

Taulukko 3: Energiankulutuksellisesti (MET) kuormittavimmat työvaiheet aineistossa

Työvaihe	MET	RPE
Tuhveloiden leikkaus	9,0	11
Piikkaus ja purkutyöt	6,7	16
Lattian valu	6,5	11
Muotin purku	6,3	15
Parvekkeiden siivous	6,1	6
Laudoituksen purku	5,6	15
Mittauksia	5,4	9
Koron otto	5,4	9
Raivaus, ovien kanto, petkelöinti, siivous	5,2	12
Petkelöinti ja reinokaistan poisto	5,2	10
Paikalla valumuotin tuplaus	5,0	13
Tiililetkojen kärräys	5,0	15
Kotelointi	5,0	15
Petkelöinti	4,9	9
Muotin valu	4,8	15
Purkutyö	4,6	13
Muotitus	4,5	10
Valun valmistelu	4,5	15
Holvin teko	4,5	13
Desibelikatton avaus + kotelointi	4,4	15
Pihan raivaus	4,4	13
Piikkaus	4,4	13
Veden jakelu	4,3	8
Roudaaminen	4,3	8
Kuorman purku	4,2	12
Peitelevyjien laitto	4,1	7
Työmaan siivous	4,0	13

5 Pohdinta

Kahdella koehenkilöistä mittauksen aikainen energiankulutus ylitti mittavat 6000 kcal. Työnjohtoon verrattuna rakennustyöntekijöistä suurimmalla osalla on suurempi vuorokauden aikainen energiankulutus. Useimpien osalta työajan energiankulutus ylittää vapaa-ajan energiankulutuksen, kun taas työnjohdon osalta tilanne on päinvastainen. Niistä kuudesta rakennus-

työntekijästä, joiden vapaa-ajan energiankulutus ylittää työajan kulutuksen ainoastaan yhdellä kuntoluokka on huonompi kuin 4. Vapaa-ajan fyysisen aktiivisuudella voitaisiin tämän perusteella sanoa olevan positiivisesta vaikutuksesta kuntoluokkaan. Koehenkilöiden keskimääräinen rasitustuntemus työssä oli Borgin RPE-asteikolla (Liite 1) 12, eli työ tuntui keskimäärin kevyeltä tai hieman rasittavalta.

Tulosten (Kuvio 12) keskiarvon perusteella rakennustyö on fyysisesti ylikuormittavaa suhteellisen kuormittumisen ollessa 31,9 %:a (SD 13,5) koehenkilöiden maksimaalisesta aerobisesta kapasiteetista, mikä ylittää ylikuormituksen alimman raja-arvo (30 %). Kuviosta 11 käy kuitenkin ilmi tulosten kaksijakoisuus: 54 %:a koehenkilöistä ei ylikuormittunut työssään fyysisesti, kun taas 46 %:a ylikuormittui. Työ on selvästi fyysisesti ylikuormittavaa 29 %:lle koehenkilöistä, kuormittumisen ylittäessä 40 %:n rajan. Raja ylittyi kahdella koehenkilöllä merkittävästi (74,2 % ja 63,5 %). Koehenkilöistä 21 %:lla maksimaalinen aerobinen kapasiteetti ja näin ollen myös hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservit olivat alhaisella tasolla (alle 8,5 MET) rakennustyön keskimääräiseen työkuormitukseen (3,7 MET) nähden. Työntekijöistä 13 %:lla toimintareservit luulisi olevan riittävästi, mutta työn energiankuluksellinen kuormitus ylitti silti reservit.

Kuormittavia työvaiheita voidaan jakaa kerätyn aineiston perusteella kolmeen luokkaan. Ensimmäisenä voidaan erottaa työkuormitus, joka ylittää selkeästi ylikuormituksen raja-arvot sekä työntekijän hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservin ja on kestoaltaan pitkä. Koehenkilöistä kahden kohdalla jokainen päivän työvaiheista oli suhteellisesti ylikuormittava. Kuormittumista lievensivät työvaiheiden välillä pidetyt lakisääteiset tauot. Yhden koehenkilön keskimääräinen kuormittumisprosentti työpäivän aikana oli 74,2, joka poikkeaa selvästi muista. Tämän koehenkilön kohdalla voi pohtia hapenottokyvyn tuloksen oikeellisuutta. Hänen kohdallaan aineiston analyysissä käytettiin submaksimaalista polkupyöräergometritestitulosta, joka oli 4 MET:iä heikompi N-EX-kyselyn tulokseen verrattuna.

Toisena työkuormituksen lajina erottuvat kuormituspiikit, joka ylittää työntekijän toimintareservin reilusti, mutta ovat kestoaltaan varsin lyhyitä. Kolmas työkuormituksen muoto on aineenvaihdunnallisten kerrannaisten perusteella luokiteltu kuormitus. Taulukkoon 3 on poimittu työvaiheita, joiden keskiarvo ylitti 4 MET:iä. Näitä aineenvaihdunnallisesti kuormittavia työvaiheita olivat lattian valu, tuhveloiden leikkaus, muotin purku, parvekkeiden siivous, laudoituksen purku ja muut purkutyöt. Yksittäistä fyysisesti kuormittavista työvaiheista eri työntekijöiden välillä lähes yhtä kuormittavana erottui ainoastaan piikkaus. Tämä johtuu osittain siitä, että työntekijöiden kesken samoja työvaiheita esiintyi varsin vähän. Täten työvaiheista ei saatu tietoa kuin yksittäisten työntekijöiden kohdalta.

Normaali- tai hyväkuntoisen työntekijän kohdalla, työn tauotuksen ollessa riittävää, harvat rakennustyön vaiheista näyttäisivät nousevan esiin selkeästi hengitys- ja verenkiertoelimistöä ylikuormittavana. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei työ voisi kuormittaa tuki- ja liikuntaelimistöä esimerkiksi haitallisen pistekuormituksen muodossa. Tällöin johonkin kehon osaan, esimerkiksi niveleen tai lihakseen kohdistuu toistuvasti liiallista kuormitusta, mikä voi aiheuttaa sekä lyhyt- että pitempikestoisia haittoja työkyvylle.

On mahdollista, että työntekijät ovat voineet tehdä merkitsemänsä työvaiheen aikana myös joitakin muita työtehtäviä, joita eivät erotelleet päiväkirjaan. Joissakin merkinnöissä he olivat listanneet useita työvaiheita tietyille ajanjaksolle, jolloin työvaiheiden erotteleminen olisi vaatinut tarkempaa haastattelua.

Normaalikuntoisella ihmisellä METc-arvo on 7–9, kun taas liikuntaa säännöllisesti harrastavalla vastaava arvo on 10–13. Mikäli METc-arvo on miehellä alle 7 tai naisella alle 6, saattaa työkyky olla heikentynyt. (Työterveyslaitos. 2006, 49–50.) Koehenkilöistä noin prosentin METc-arvo jää jälkimmäisten raja-arvojen alapuolelle (Kuvio 7). Arvioiden mukaan voidaan sanoa 8–9 MET:in suorituskyvyn olevan riittävä raskaiden töiden suorittamiseen (Työterveyslaitos. 2006, 49–50). Tulosten perusteella koehenkilöistä 17 %:lla aerobinen kapasiteetti jää alle 8 MET:in. Koehenkilöistä 63 %:lla oli yli 10 MET:in aerobinen kapasiteetti, mikä olisi edellä mainitun tiedon mukaan riittävällä tasolla. Kuntoluokkia tarkasteltaessa selvisi, että koehenkilöistä 38 %:lla kuntoluokka jää alle 4:n. Näiden tulosten perusteella, edellä mainittuihin raja-arvoihin viitaten, voidaan todeta, että suurimmalla osalla koehenkilöistä fyysinen suorituskyky ja toimintakyky olisivat työsuoritusten ja työhön osallistumisen kannalta riittäviä.

Suhteutettuna koko aineiston keskiarvoiseen kuormitukseen työpäivän aikana (3,7 MET) hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservin, METc:n tulisi kuitenkin olla 12,3 MET:iä, jolloin 30 %:n raja-arvo ei ylittyisi. Koehenkilöistä 42 %:lla METc on yli 12,3 MET:iä. Kuvion 11 mukaan 25 %:lla koehenkilöistä työpäivän aikainen keskikuormitus nousi yli 4 MET:in. Yhdellä koehenkilöistä keskikuormitus nousi yli 6 MET:iin, jolloin kuormitus on läpi päivän rasittavalla tasolla. Suurimmalla osalla (54 %) koehenkilöistä työpäivän aikainen keskikuormitus ei noussut liialliseksi. Toimintakyvyn ja työssä jaksamisen näkökulmasta katsottuna, työn ei pitäisi olla heille energiankulutuksellisesti liian kuormittavaa.

Lakisääteisten taukojen lisäksi rakennustyö sisältää myös työympäristöön liittyviä luonnollisia aineenvaihdunnallista kuormitusta tasaavia taukoja. Esimerkkeinä mainittakoon hetket, jolloin työntekijä joutuu odottamaan esimerkiksi nosturin nostamia tarvikkeita tai tarkastaa tekemänsä työn jälkeä. Tänä aikana keho pääsee palautumaan työnteon aiheuttamasta kuormituksesta. Toinen kuormitusta lieventävä yksilötekijä voi olla ammattitaidon ja kokemuksen tuoma kyky tehdä työtä mahdollisimman taloudellisesti sekä tauottaa työtä tarpeen vaatiessa.

Vaikka opinnäytetyössä ei varsinaisesti keskitytä työntekijöiden yksilötekijöihin kuten antropometriin tuloksiin, on syytä huomata että painoindeksin keskiarvo on 25,8, mikä tarkoittaa lievää lihavuutta (BMI 25–29,9) Käytännössä tämä tarkoittaa sairastuvuusrisikin hienoista kasvua. Riskiä voidaan kuitenkin pienentää ilman varsinaista laihdutusta, kiinnittämällä huomiota ruokavalioon ja lisäämällä liikuntaa. (Fogelholm, 2004.) Rakennustyön työnkuvan ollessa jo suhteellisen fyysinen, tulisi kiinnittää huomiota juuri vapaa-ajan fyysiseen aktiivisuuteen. Tällä tavoin saataisiin sairausriskiä pienennettyä ja kunnon kohotessa myös hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservi kasvaisi, mikä taas parantaisi työssä jaksamista.

5.1 Tutkimuksen luotettavuus, validiteetti ja eettisyys

Non-Exercise -kyselyn sekä WHO:n submaksimaalisen polkupyöraergometritestin välinen korrelaatio oli heikko (Kuvio 9). Koska kummankaan menetelmän antama tulos ei ole absoluuttinen, vaan molemmat menetelmät ovat epäsuoria arvioita, olisi ollut mielenkiintoista tutkia, kumpi käytetyistä menetelmistä olisi korreloinut paremmin suoran maksimaalisen hapenotto-kyvyn testin kanssa. Nyt tutkimuksen luotettavuudesta jää hieman epävarma kuva.

Päämittarimme SenseWear® Armband on monessa tutkimuksessa todettu luotettavaksi mittariksi päivittäisen energiankulutuksen seurantaan. Myös WHO:n submaksimaalisen polkupyöraergometritestin, Non-Exercise-kyselyn ja RPE-talukon luotettavuutta on tutkittu, ja ne on luotettaviksi todettu. Mittareiden luotettavuus ja validiteetti oli huomioitu tutkimussuunnitelmassa ja tutkimuksen kannalta mittaukset olivat varsin helppoja ja edullisia toteuttaa. Tutkimuksen luotettavuutta saattaa silti heikentää moni mittareiden käyttöön liittyvä asia.

Esimerkiksi N-EX -kyselyn suhteen voidaan kritisoida sitä, kuinka realistisesti koehenkilöt ovat osanneet arvioida omaa fyysistä suorituskykyään, ja toisaalta myös sitä, onko kyselyn täyttöhetkellä ollut kiirettä tai muita vastaamiseen sekä keskittymiseen vaikuttavia häiriötekijöitä. WHO:n submaksimaalisten polkupyöraergometritestitulosten luotettavuus voidaan myös kyseenalaistaa. Testit suoritettiin submaksimaalisesti, mikä tarkoittaa sitä, että ennen testejä tulisi testattavan kuormituksen raja-arvot, kuten maksimisyke, tietää tarkasti nousujohteisten kuormitusportaiden laatimiseksi ja regressiosuoran piirtämiseksi. Mikäli raja-arvoja ei saada tarkasti määritettyä, saattaa testin tulos olla virheellinen. Myös testaajien kokemuksella voi olla vaikutusta tuloksiin. Tämän opinnäytetyön aineistona käytetyt polkupyöraergometritestit olivat verraten kokemattomien testaajien tekemiä.

Tulosten analysoinnin kannalta olisi tutkittavien ohjeistukseen ollut syytä panostaa vieläkin enemmän. Vaikka jokaiselle koehenkilölle selvitetiin mittarin toiminta, päiväkirjan täyttö sekä sen merkitys opinnäytetyön lopputuloksen kannalta, oli useat päiväkirjat täytetty puut-

teellisesti tai epämääräisesti. Samoja työvaiheita saatettiin kuvata eri nimillä ja työvaiheiden kestot oli kirjattu epätarkasti. Useasti päiväkirjaan oli merkitty vain osa työpäivän aikana suoritetuista työtehtävistä. Joissakin kohdin samalle ajanjaksolle oli listattu useampi työtehtävä, jolloin työvaiheita oli mahdotonta erottaa toisistaan. Yksi koehenkilö palautti tyhjän päiväkirjan, joten hänen tuloksensa jätettiin huomioimatta. Päiväkirjat tulisi mittausten jälkeen tarkastaa yhdessä työntekijän kanssa ja tehdä tarvittaessa tarkempi haastattelu työpäivän kulusta sekä työvaiheiden kestoista. Tätä emme osanneet huomioida riittävän hyvin mittausten yhteydessä.

Osaltaan tutkimuksen luotettavuutta lisäisi myös se, että maksimaalinen hapenottokyky selvitettäisiin kaikilta koehenkilöiltä samalla tavalla. Nyt osa tuloksista saatiin submaksimaalisella ergometristillä ja osa subjektiivisen arvion perusteella laskettuna. Vaikka molemmat menetelmät ovat luotettaviksi todettuja, opinnäytetyön tulosten perusteella näiden testien tulokset eivät suoranaisesti korreloi vaikka yhteneväisyyttä löytyikin. Nyt jää epävarmaksi oliko koehenkilöiden maksimaalinen aerobinen kapasiteetti lähempänä polkupyöraergometristien vai N-EX-kyselyiden tuloksia vai jotain siltä väliltä.

Opinnäytetyöprosessi on pyritty toteuttamaan tutkimuseettisiä asioita silmälläpitäen. Tutkimukseen tarvittavat luvat on järjestetty hankkeen toteuttamispäätöksen yhteydessä. Koehenkilöt osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja ennen mittausten aloittamista työmailla pidettiin infotilaisuus, jossa osallistujille jaettiin info-lomake (Liite 2) tutkimuksen kulusta ja tarkoituksesta. Koehenkilöt saivat sekä kuntotesteistä että SWA-mittauksista henkilökohtaisen palautteen. Tutkittaville annettiin tutkimusnumero ja henkilötietoja käsiteltiin luottamuksellisesti yksityisyyden suojaa kunnioittaen. Eettisyyttä heikentävänä seikkana mainittakoon, että koehenkilöistä ainoastaan yhden ollessa nainen, voidaan hänet tunnistaa, mikäli tutkimusjoukko on tuttu.

5.2 Jatkotutkimukset ja kehittämisideat

Päiväkirjan tarkka täyttäminen vaatii työntekijältä motivaatiota ja kiinnostusta osallistua itse mittauksen toteuttamiseen, ja on ymmärrettävää, että sen täyttäminen saattaa unohtua kiireisen päivän aikana. Jos ajatellaan yksittäismittauksia, voisi päiväkirjaa täyttää ja mittaria pitää useamman päivän ajan. Tällöin saataisiin enemmän tietoa myös työntekijän palautumisesta sekä fyysisestä aktiivisuudesta työajan ulkopuolella. Tutkittavien hapenottokykyä kannattaisi selvittää yhdellä menetelmällä. Työterveyshuollon näkökulmasta ajatellen, voisi olla kiinnostavaa tutkia rakennustyön fyysisistä kuormitusta ammattiryhmäkohtaisesti.

Kahden kilometrin kävelytestin on todettu olevan validi mittari työkyvyn selvittämiseen. Edullinen ja helppo kävelytesti saattaa kuvata tutkittavan työkykyä jopa paremmin, kuin kalliimpi

laboratoriossa suoritettu ergometritesti. (Sörensen ym. 2007.) Työn kuormittavuutta arvioitaessa hapenottokykyä tulisi mitata mahdollisimman lähellä työnkuvaa olevalla testimallilla. Rakennustyön sisältäessä paljon oman kehonpainon liikuttamista voisivat kävelytesti tai kävelymattotesti olla varteenotettavia vaihtoehtoja tässä tutkimuksessa käytetyille menetelmille.

SenseWear® Armband -laitteessa on Time-Stamp-painike, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi aikajaksojen alku- ja loppukohtien merkitsemisessä. Painiketta painettaessa dataan tallentuu merkki, jonka perusteella voitaisiin erotella tarkemmin ainakin työpäivän aloitus ja lopetus sekä mahdollisesti myös taukojen kestot. Tämän ominaisuuden hyödyntämiseksi voitaisiin laatia selkeät säännöt, joilla päiväkirjamerkintöjen puutteita saataisiin tarkennettua. NykYTEKNOLOGIAA hyödyntämällä voisi päiväkirjaa yrittää korvata riittävän pienikokoisella ja helposti mukana kulkevalla ääntä tallentavalla laitteella. Tällöin työntekijä voisi sanellen tallentaa työvaiheita ja raskautuntemuksiaan työn lomassa, päiväkirjaan kirjoittamisen sijasta.

Työkuormitusta tasaamaan Skanskalla on ottanut käyttöön työmaatreeni-ohjelman, jossa Skanskan omat työntekijät vetävät pari kertaa viikossa noin 15 minuuttia kestävän jumpan koko työmaan henkilöstölle. Tätä konseptia voisi kehittää eteenpäin ja mukaan liittää esimerkiksi lihashuoltoa työpäivän lopuksi edistämään työstä palautumista.

6 Johtopäätökset

Opinnäytetyöllä pyrittiin hakemaan vastausta seuraaviin kysymyksiin: 1. Kuinka kuormittavaa rakennustyö on fyysisesti SWA-analyysin perusteella, suhteutettuna rakennustyöntekijöiden fyysisen kuntoon? 2. Nouseeko mittausten tuloksista esiin aineenvaihdunnallisesti tai työntekijöiden fyysiseen suorituskyykyyn suhteutettuna erityisen kuormittavia työvaiheita? ja 3. Mikä on rakennustyöntekijöiden Non-Exercise-kyselykaavakkeella arvioidun ja WHO:n submaksimaalisen polkupyöräergometritestin avulla mitatun hapenottokyvyn välinen korrelaatio?

Rakennustyön aineenvaihdunnallinen kuormittavuus oli aineistossa keskiarvoisesti 3,6 MET:in tasolla. Suhteutettuna koehenkilöiden fyysiseen kuntoon keskimääräinen kuormittumisprosentti oli 31,9. Hieman yli puolet koehenkilöistä ei ylikuormitu työssään fyysisesti, kun taas lähes puolella ylikuormittumisen 30 %:n raja-arvo ylittyi. Seitsemän työntekijän kuormittuminen ylitti 40 %:n rajan, joista kahdella se ylittyi merkittävästi.

Tulosten perusteella voidaan todeta rakennustyö sisältävän paljon työtehtäviä, jotka voivat hetkellisesti kuormittaa työntekijää paljonkin, mutta vastaavasti työ sisältää myös paljon mahdollisuuksia kuormituksen tasaamiseen. Tällöin päivän kokonaiskuormitus ei välttämättä nouse hälyttävän korkeaksi. Kuormittavimpina työvaiheina aineistosta nousi esille piikkaus,

lattian valu, tuhveloiden leikkaus, muotin purku, parvekkeiden siivous, laudoituksen purku ja muut purkutyöt.

WHO:n submaksimaalisen polkupyöräergometritestin sekä Non-Exercise -kyselyn välinen korrelaatio oli heikko (Pearsonin korrelaatiokerroin = 0,242). Tämä voi heikentää tutkimuksen luotettavuutta. SenseWear® Armbandien tallentamien tietojen osalta luotettavuus on kuitenkin hyvä.

Saatujen tulosten perusteella rakennustyö kuormittaa työntekijöitä selvästi työnjohtoa enemmän. Työntekijöiden tulisikin olla fyysisesti hyvässä kunnossa jaksakseen työssä, sillä huono fyysinen kunto lisää kuormittumista. Heikko fyysinen suorituskyky vaikuttaa työsuorituksiin sekä pitkällä aikavälillä myös työhön osallistumiseen mahdollisten sairauspoissaolojen ja työkyvyttömyyseläkkeiden muodossa. Toisaalta riittävä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintareservi tukee työssä jaksamista. Työterveyshuollon haasteena on keksiä keinoja, joilla työntekijät saataisiin huolehtimaan fyysisestä suorituskyvystään.

Lähteet

- Andre, D., Pelletier, R., Farringdon, J., Safier, S., Talbott, W., Stone, R., Vyas, N., Trimble, J., Wolf, D., Vishnubhatla, S., Boehmke, S., Stivoric, J., Teller, A. 2006. The Development of the SenseWear® Armband, a Revolutionary Energy Assessment Device to Assess Physical Activity and Lifestyle. Bodymedia Inc.
http://www.dotfit.com/sites/63/templates/categories/images/1783/Dev_SenseWear_article.pdf (Luettu 11.1.2010)
- Bradshaw, D.I., George, J.D., Hyde, A., LaMonte, M.J., Vehrs, P.R., Hager, R.L., Yanowitz, F.G. 2005. An Accurate VO₂max Nonexercise Regression Model for 18–65-Year-Old Adults. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. Vol. 76, No. 4, 426–432.
- Fogelholm, M. 2004. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.). *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki : Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156. 45–50.
- Fruin, M.L., Walberg Rankin, J. 2004. Validity of a Multi-Sensor Armband in Estimating Rest and Exercise Energy Expenditure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 6, 1063–1069.
- ICF 2004. Toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden kansainvälinen luokitus. World Health Organization. Stakes, Jyväskylä. 2009.
- Ilmarinen, J. 1999. Ikääntyvä työntekijä Suomessa ja Euroopan unionissa - tilannekatsaus sekä työkyvyn, työllistyvyyden ja työllisyyden parantaminen. Helsinki, Työterveyslaitos, sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus, työministeriö.
- Ilmarinen, J. 2006. Pitkää työuraa! Ikääntyminen ja työelämän laatu Euroopan unionissa. Helsinki, Työterveyslaitos, sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus.
- Jackson, A.S., Blair, S.N., Mahar, M.T., Wier, L.T., Ross, R.M., Stuteville, J.E. 1990. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 22, No. 6, 863–870.
- Jakicic, J.M., Marcus, M., Gallagher K.I., Randall, C., Thomas, E., Goss, F.L., Robertson, R.J. 2004. Evaluation of the SenseWear Pro Armband™ to Assess Energy Expenditure during Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 5, 897–904.
- Karapalo, T. Wasenius, N., Sjögren, T., Pekkonen, M., Mälkiä, E. 2007. Laitoskuntoutuksen, työn ja muun arkielämän fyysisen kuormituksen vertailu. *Kuntoutus* 3, 24–38.
- Keskinen, K. 2005. Fyysinen kunto ja sen testaaminen. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.) *Liikuntalääketiede*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 103–119.
- Keskinen, K.L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.). 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki : Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156.
- Keskinen, O.P., Mänttari, A., Aunola, S., Keskinen, K.L. 2004. Maksimaalisen hapenkulutuksen arviointimenetelmien luotettavuus ja tarkkuus. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K., Kallinen, M. (toim.). *Kuntotestauksen käsikirja*. Helsinki : Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156. 86–103.
- King, G.A., Torres, N., Potter, C., Brooks, T.J., Coleman, K.J. 2004. Comparison of Activity Monitors to Estimate Energy Cost of Treadmill Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol. 36, No. 7, 1244–1251, 2004.
- Kujala, U. 2005. Perintötekijät ja liikunta. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.). *Liikuntalääketiede*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 56–57.
- Lindholm H. 2006. Hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyvyn mittaukset. Julkaisussa *Terveystarkastukset työterveyshuollossa*. Helsinki: Työterveyslaitos, 47–57.

Lindström, K, Elo, A-L., Kandolin, I., Ketola, R., Lehtelä, J., Leppänen, A., Lindholm, H., Rassa P-L., Sallinen, M, Simola, A. 2003. Työkuormitus ja sen arviointimenetelmät. Työterveyslaitos, Helsinki.

Louhevaara, V. 2001. Energeettisesti kuormittava työ ja kuormituksen arviointi. Teoksessa. Kukkonen, R., Hanhinen, H., Ketola, R, Luopajarvi, T., Noronen, L, Helminen H. (toim.) Työfysioterapia - Yhteistyötä työ- ja toimintakyvyn hyväksi. Työterveyslaitos, Helsinki, 116–123.

Louhevaara, V., Korhonen, O. 1992. Palomiesten ikärakenne ja terveys. Kirjasessa Louhevaara, V. & Lusa, S. (toim.) Palomiesten työkyvyn arviointi. Fyysiset toimintakykytestit ja terveystarkastukset. Työolot 75, Työterveyslaitos, Helsinki, 26–30.

Manfredini, F., Borleri, D., Mosconi, G. 2007. Measurement of energy expenditure in a group of construction workers during work. Abstract. G Ital Med Lav Ergon, Jul–Sep; 29 (3 Suppl):722–5.

Mäkelä, T. & Kauranen, H. 2006. Ergonomiaopas rakentajille. Tutkimusraportti. Sosiaali- ja terveysministeriö. Tampere: Työsuojeluosasto.

Mäkitalo, J. 2006. Työkyvyn käsite. Työterveyshuolto. Helsinki, Duodecim, 172–179.

Mälkiä, E. & Rintala, P. Toim. 2002. Uusi erityisliikunta. Liikunnan sovellutukset erityisryhmille. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura Oy.

Nummela, A. 2004. Kestävyyssuorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa Keskinen KL., Häkkinen K., Kallinen, M. (toim.). Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Helsinki, 51–52.

Oksa, P. 2009. Henkinen kuormitus.

<http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Rakennusterveys/RATS/Henkinen+kuormitus+ja+vakivaltavaarat.htm> (Luettu 11.1.2010)

Priha, E., Repo, S., Savinainen, M., Lappalainen, J., Oksa, P. 2009. Rakennusalan terveys ja turvallisuus 2000-luvulla - Rakennusalan riskiprofiili. Helsinki, Työterveyslaitos.

http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/458435D9-18B7-4F90-9671-30AD5C43F431/0/Rakennusalanprofiili_240809.pdf (Luettu 11.1.2010)

Riihimäki, H., Takala, E-P. 2006. Työ ja liikuntaelimistö. Teoksessa Antti-Poika, M., Martomo, K-M., Husman, K. (toim.) Työterveyshuolto. Helsinki, Duodecim, 116–130.

Rytkönen, H., Hänninen, K., Juntunen J. 2005. Työterveystutkimus. Työolot, terveys ja työkyky rakennus-, maatalous-, metsä- ja satama-alalla vuosina 1998, 2001 ja 2004 (3T-tutkimus). Kysely työntekijöille ja työnantajille. Eteran tutkimuksia 3/2005, Helsinki.

Skanska. 2009. <http://www.skanska.fi> (Luettu 8.10.2010)

Sörensen, L., Honkalehto, S., Kallinen, M., Pekkonen, M., Louhevaara, V., Smolander, J. & Ålen, M. 2007. Are cardio respiratory fitness and walking performance associated with self reported quality of life and work ability? International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 20:3, 257–264.

Taimela, S. 2005. Työikäisten liikunta Teoksessa Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki, Duodecim, 171–177.

Tarkkonen, J. 2004. Henkinen kuormitus rakennustöissä.

<http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Rakennusterveys/Turvapakki/Henkinen+kuormitus+rakennust%C3%B6iss%C3%A4.htm> (Luettu 11.1.2010)

Työaikalaki 9.8.1996/605. 6. luku 28§.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19960605> (Luettu 6.3.2010)

Työterveyslaitos. 2006. Terveystarkastukset työterveyshuollossa. 2. painos. Helsinki, Työterveyslaitos, sosiaali- ja terveysministeriö.

Työterveyslaitos. 2007. Työ ja Terveys Suomessa 2006. Helsinki, Työterveyslaitos, sosiaali- ja terveysministeriö.

Vuori, I. 2006. Liikunta, kunto ja terveys. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki, Duodecim, 16–29.

Åstrand, P., Rodahl, K., Dahl, H., Strømme, S. 2003. Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise. Fourth edition. Human Kinetics, Champaign, IL.

Liitteet

Liite 1 Borgin (1970) 15-luokkainen RPE-asteikko	40
Liite 2 Koehenkilöille jaettu info-lomake.....	41
Liite 3 Non-Excercise-kyselyn esitiedot	42
Liite 4 PFA-kysely	43
Liite 5 PA-R-kysely	44
Liite 6 Koehenkilöille annettu palaute (sivu 1)	45
Liite 7 Koehenkilöille annettu palaute (sivu 2)	46

Liite 1 Borgin (1970) 15-luokkainen RPE-asteikko

Miltä rasitus tuntuu nyt?

6

7 Erittäin kevyt

8

9 Hyvin kevyt

10

11 Kevyt

12

13 Hieman rasittava

14

15 Rasittava

16

17 Hyvin rasittava

18

19 Erittäin rasittava

20



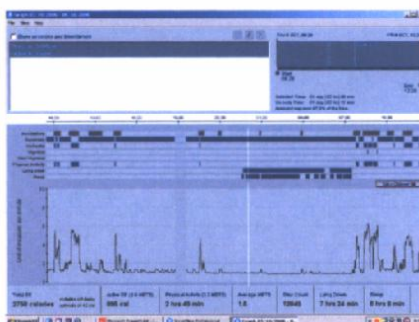
Skanska Jaksava hankkeen fyysisen toimintakyvyn mittaukset jatkuvat!

Jatkamme edelleen mittauksia Skanska Jaksava -hankkeen yhteydessä ja *etsimme vapaaehtoisia* fyysisen aktiivisuuden mittauksiin. Hankkeen tavoitteena on selvittää rakennustyöntekijöiden fyysistä toimintakykyä (kuntoa) suhteessa rakennustyön fyysiseen kuormittavuuteen. Jaksava-hankkeen lopullisena tavoitteena on mm. saada hyviä työkäytänteitä työpaikoille ja työterveyshuoltoon työvälineitä arvoida työn kuormittavuutta. Ensimmäisessä vaiheessa suoritettiin fyysisen toimintakyvyn mittauksia laboratorio-olosuhteissa. Nyt *toisessa vaiheessa* suoritamme fyysisen aktiivisuuden ja sen intensiteetin mittausta työ- ja vapaa-ajan olosuhteissa.

Mittaukset suoritetaan Armband-mittarille (kuva 1.). Armband on oikeaan käsivarteen laitettava mittari, joka rekisteröi mm. liikettä kahden liikeanturin avulla ja kehon lämpötilaeroja. Näistä muuttujista laite laskee fyysisen aktiivisuuden ja erityisesti aktiivisuuden intensiteetin (kuva 2.).



Kuva 1. Armband-mittari



Kuva 2. Armband-mittaustuloksia

Mittausajanjakso on noin vuorokausi (24 h). Mittari ei vaadi mitään erityistä toimintaa, vain laitteen pitämistä kädessä mittausajanjakson ajan. Kuitenkin, jotta voimme yhdistää laitteen tiedot toimintaan, on mittaukseen osallistuvan koehenkilön *pidettävä yksinkertaista aktiivisuuspäiväkirjaa*, jonne kirjaa päivittäisiä toimintojaan. Laite ei toimi vedessä, joten se pitää ottaa pois kädestä esim. suihkun, saunan tai uimisen ajaksi. Osalle mitattavista laitamme samanaikaisesti sykemittarin, jolloin voimme verrata sykettä ja Armband-tietoja keskenään.

Mittausten avulla kykenemme kuvaamaan työn fyysistä kuormittavuutta eri tilanteissa. Aivan vastaavia mittaustuloksia ei ole olemassa, joten mitään suoranaisia viitearvoja ei ole olemassakaan. Jokaiselle osallistujalle annetaan henkilökohtainen palaute mittausten tuloksista.

Armband-mittausten käytännön toteutuksen tekevät Laurea-ammattikorkeakoulun fysioterapia-opiskelijat *Matti Korhonen* ja *Jouni Puhakka*, jotka tekevät aiheesta myös opinnäytetyönsä.

Lisätietoja antavat tarvittaessa: Tuija Melin (Skanska, työfysioterapeutti)
Mikko Julin (mikko.julin@laurea.fi), lehtori Laurea-amk)

Liite 3 Non-Excercise-kyselyn esitiedot

Skanskan Jaksava-projekti

Työn fyysisen kuormittavuuden arviointi

NIMI _____

IKÄ (vuosina) _____

PITUUS (cm) _____

PAINO (kg) _____

Tutkimusnumero (mittaajat täyttävät!) _____

PFA-kysely

Oletetaan, että olet menossa yhtäjaksoiseen 1,6 km:n (1 maili) harjoitukseen sisäradalle.

Mikä olisi sinulle sopivin vauhti - ei liian helppo tai liian kova?

Ympyröi sopivin numero (mikä vain numero väliltä 1-13).

1	Kävely <i>hitaalla</i> tahdilla (5,3 km/h = 18 min/1,6 km)
2	
3	Kävely <i>keskitahdilla</i> (6 km /h = 16 min/1,6 km)
4	
5	Kävely <i>nopealla</i> tahdilla (6,9 km/h = 14 min/1,6 km)
6	
7	Hölkä <i>hitaalla</i> tahdilla (8 km/h = 12 min/ 1,6 km)
8	
9	Hölkä <i>keskitahdilla</i> (9,6 km/h = 10 min/1,6 km)
10	
11	Hölkä <i>nopealla</i> tahdilla (12 km/h = 8 min/1,6 km)
12	
13	Juoksu <i>nopealla</i> tahdilla (13,7 km/h tai nopeammin = 7 min/1,6 km)

Kuinka nopeasti kykenet etenemään 4,8 km (3 mailia) etkä ole täysin väsynyt sen jälkeen? Ole realistinen.

Ympyröi sopivin numero (mikä vain numero väliltä 1-13).

1	Pystyn kävelemään koko matkan <i>hitaalla</i> tahdilla (5,3 km/h = 18 min / 1,6 km)
2	
3	Pystyn kävelemään koko matkan <i>keskitahdilla</i> (6 km/h = 16 min/1,6 km)
4	
5	Pystyn kävelemään koko matkan <i>nopealla</i> tahdilla (6,9 km/h = 14 min/1,6 km)
6	
7	Pystyn hölkkäämään koko matkan <i>hitaalla</i> tahdilla (8 km/h = 12 min/1,6 km)
8	
9	Pystyn hölkkäämään koko matkan <i>keskitahdilla</i> (9,6 km/h = 10 min/1,6 km)
10	
11	Pystyn hölkkäämään koko matkan <i>nopealla</i> tahdilla (12 km/h = 8 min/1,6 km)
12	
13	Pystyn juoksemaan koko matkan <i>nopealla</i> tahdilla (13,7 km/h tai nopeammin = 7 min/1,6 km)

PA-R-kysely

Valitse numero, joka parhaiten kuvaa yleistä fyysistä aktiiviteettitasoasi viimeisen 6 KUUKAUDEN aikana.

0 =	välttelyn kävelyä tai rasiusta; esim. käytän aina hissiä, ajan autolla kävelemisen sijasta jne
1 =	kevyt aktiivisuus: kävelen huvikseni, käytän rappusia, silloin tällöin liikun niin että hengästyn tai hikoilen
2 =	kohtalainen aktiivisuus: 10-60 min viikossa kohtalaista aktiiviteettia; esim. golf, ratsastus, pöytätennis, keilailu, punttisali, pihatyöt, siivoaminen, kuntokävely jne.
3 =	kohtalainen aktiivisuus: yli tunti viikossa kohtalaista aktiiviteettia kuten yllä kuvattu
4 =	reipas aktiivisuus: juoksen alle 1,6 km viikossa tai käytän <u>alle 30</u> minuuttia viikossa tähän verrattavaan aktiiviteettiin, kuten esim. juoksu tai hölkkä, pyöräily, uinti, soutu, aerobics, naruhyppely, paikoillaan juoksu, osallistuminen aerobiseen harjoitteluun, kuten jalkapallo, koripallo, tennis, sulkapallo tai käsipallo ym.
5 =	reipas aktiivisuus: juoksen 1,6 km - alle 8 km viikossa tai käytän 30-60 minuuttia viikossa tähän verrattavaan aktiiviteettiin, jota on kuvattu yllä
6 =	reipas aktiivisuus: juoksen 8 km - alle 16 km viikossa tai käytän viikossa yli yksi mutta alle kolme tuntia aikaa tähän verrattavaan aktiivisuuteen, jota on kuvattu yllä
7 =	reipas aktiivisuus: juoksen 16 km - alle 24 km viikossa tai käytän viikossa yli kolme mutta alle kuusi tuntia aikaa tähän verrattavaan aktiivisuuteen, jota on kuvattu yllä
8 =	reipas aktiivisuus: juoksen 24 km - alle 32 km viikossa tai käytän viikossa yli kuusi mutta alle seitsemän tuntia aikaa tähän verrattavaan aktiivisuuteen, jota on kuvattu yllä
9 =	reipas aktiivisuus: juoksen 32 km - alle 40 km viikossa tai käytän 7 - 8 tuntia viikossa aikaa tähän verrattavaan aktiivisuuteen, jota on kuvattu yllä
10 =	reipas aktiivisuus: juoksen yli 40 km viikossa tai käytän yli 8 tuntia vastaavaan aktiivisuuteen, jota on kuvattu yllä

Liite 6 Koehenkilöille annettu palaute (sivu 1)

Fyysisen aktiivisuuden arvioinnista:

Usein kuulee fyysistä aktiivisuutta arvioitavan sykkeellä tai kalorien kulutuksella. Ne ovat ihan hyviä yksilöllisiä arviointitapoja, mutta eri henkilöiden kesken ei suorita vertauksia voi tehdä. Syke on erilainen ja kaksi ihmistä kuluttaa eri määrän kaloreita samassa työssä. Syynä tähän on mm. erilainen perusaineenvaihduntataso.

Siksi yhä useammin on fyysisen aktiivisuuden yksikkönä käytetty MET-arvoa. Yksi MET vastaa ihmisen energian kulutusta istuen lepotilassa. Se on siis kaikilla (ikä, sukupuoli jne. katso-matta) sama. Vähän samalla tavalla kuin 5kg on 5kg oli se sitten puntin, tuolin, vauvan tai muussa muodossa.

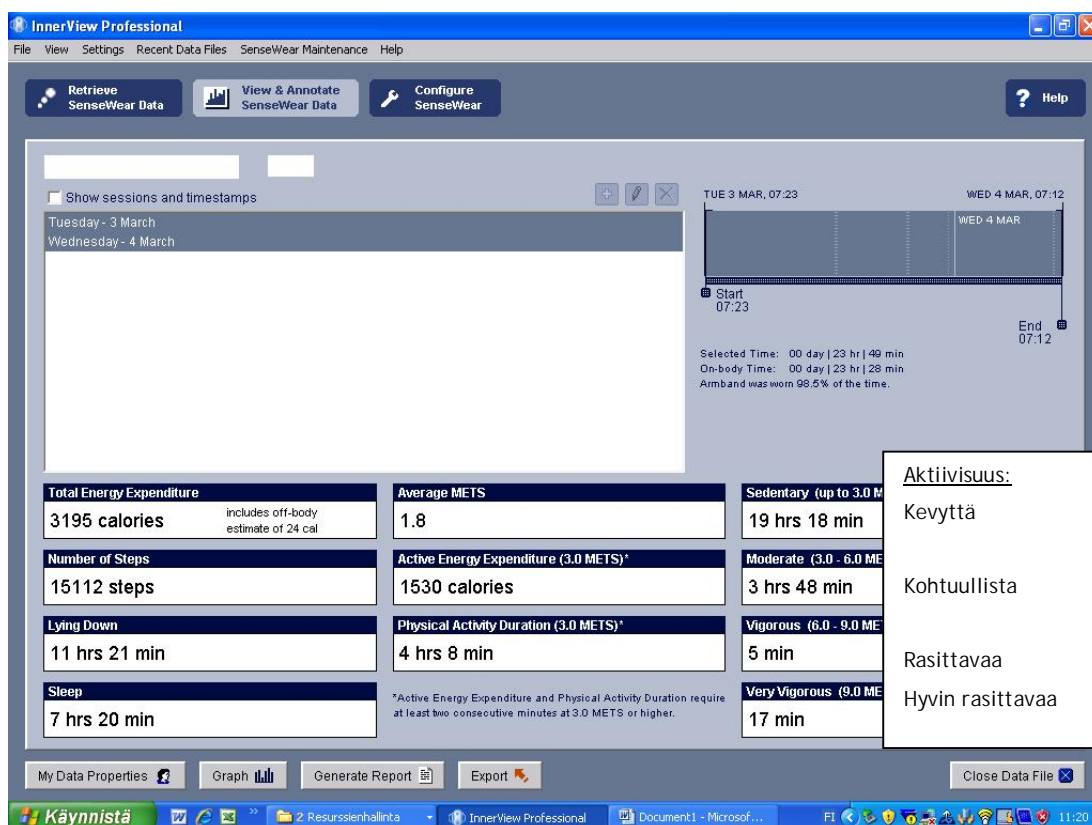
Alla olevassa taulukossa on kuvattu kävelyä MET:nä. Reipas kävely on noin 4-6 MET. Toimisto-työ on noin 2 MET rasittavaa. Golf on 4-5 MET:ä.

Taulukko 4. Harjoittelun (noin 30–60 min.) kuormituksen arviointia auttava taulukko. Taulukossa kuvatut yksiköt on kuvattu tekstissä.

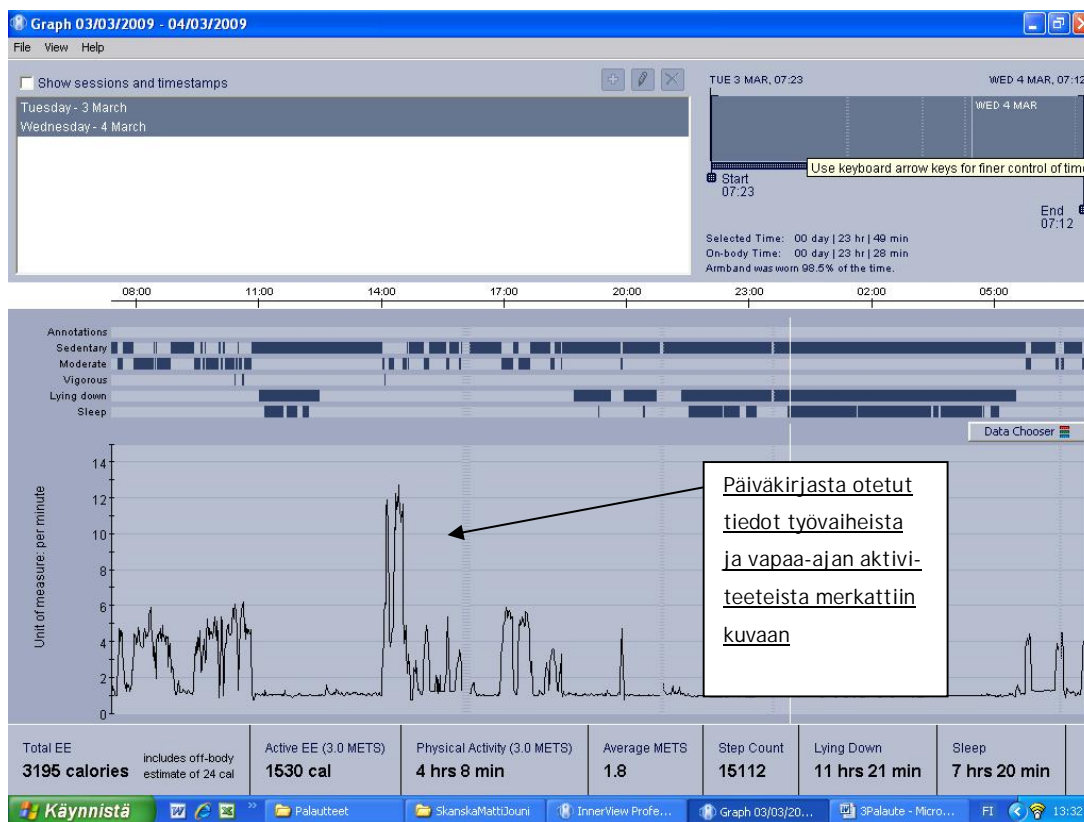
Syke reservi	RPE	MET	W	Lätkunta (esim.)	Kuormitus :
<30 %	<10	3-4	50	kävely n.4.5 km/t	melko kevyt
30-49 %	10-11	4-6	75	reipas kävely 5 km/t pyöräily	kevyt
50-74 %	12-13	6-8.5	100	nopea kävely 6.7 km/t pyöräily 15 km/t	kohtuullinen
75-84 %	14-16	8.5-10	125	juoksu 7.5 km/t pyöräily 18 km/t	rasittava
>85 %	>16	>10	150	juoksu yli 8-9 km/t pyöräily yli 20 km/t	hyvin rasittava

Seuraavassa kuvassa Armband-kuvassa on oma profiilisi kuvattuna MET-arvoina. Yllä menee kellonaika, josta voit päätellä, mitä olet mihinkin aikaan tehnyt ja kuinka kuormittavaa se on ollut. Yllä näet myös vaakapalkin, jossa on kuvattu se aika jolloin olet mennyt makuulle ja sitten uniaika. Alhaalta näet mittauksen aikana kulutetut kalorit, sen ajan, jona olet ollut yli 3 MET:n tasolla aktiivinen, askelten määrän sekä makuulla olon ajan ja nukkumisajan. Arm-band on useissa eri tutkimuksissa havaittu luotettavaksi mittariksi arvioida fyysistä aktiivisuutta.

Liite 7 Koehenkilöille annettu palaute (sivu 2)



Aktiivisuus:
Kevyttä
Kohtuullista
Rasittavaa
Hyvin rasittavaa



Kuviot

Kuvio 1: Opinnäytetyön sijoittuminen Skanska Jaksava -hankkeessa.....	6
Kuvio 2: ICF-Luokituksen osa-alueiden vuorovaikutussuhteet (ICF 2004,18)	8
Kuvio 3: Tutkimuksen taustatekijät ICF-malliin sijoitettuna.....	8
Kuvio 4: Työkyky ja siihen vaikuttavat tekijät (Ilmarinen, 2006, 80.)	15
Kuvio 5: Tutkimuksen kulku.....	21
Kuvio 6: Työntekijöiden VO2max-arvot.....	24
Kuvio 7: Työntekijöiden maksimaalinen aerobinen kapasiteetti (METc).....	24
Kuvio 8: Työntekijöiden kuntoindeksi.....	25
Kuvio 9: Kuntotesteihin osallistuneiden maksimaalisen hapenottokyvyn arvojen yhteneväisyys	25
Kuvio 10: Työntekijöiden energiankulutus (kcal) mittauksen aikana.....	26
Kuvio 12: Työntekijöiden fyysinen kuormittuminen työssä ja kuormittumisen keskiarvo. Ylikuormittumisen raja-alue 30-40 % on korostettu paksuilla viivoilla.	28

Taulukot

Taulukko 1: Keskikokoisen työntekijän kuormituskokeessa todetun suorituskyvyn viitteelliset yhteydet kuormittumiseen eräissä työtehtävissä	22
Taulukko 2: Koehenkilöiden antropometriset ominaisuudet	23
Taulukko 3: Aineenvaihdunnallisesti sekä työntekijän fyysiseen suorituskykyyn suhteutettuna kuormittavimmat työvaiheet aineistossa	29