



Juho Lääkkö

## **PÄIVITTÄISEN ASKELMÄÄRÄN ARVIINTI RANNELAITTEELLA KAHDEN VIIKON MITTAUKSEN PERUSTEELLA**

**PÄIVITTÄISEN ASKELMÄÄRÄN ARVIOINTI RANNELAITTEELLA  
KAHDEN VIIKON MITTAUKSEN PERUSTEELLA**

Juho Lääkkö  
Opinnäytetyö  
Syksy 2011  
Hyvinvointiteknologia  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Hyvinvointiteknologia

Insinööriyö

35 + 4

Suuntautumisvaihtoehto

Aika

Sairaalateknologia

3.11.2011

Työn tilaaja

Työn tekijä

Polar Electro Oy

Juho Lääkkö

Työn nimi

Päivittäisen askelmäärän arviointi rannelaitteella kahden viikon mittauksen perusteella

Avainsanat

Askelmittaus, kiihtyvyyssanturi, aktiivisuusmittaus, askelmittari

Opinnäytetyö käsitteli päivittäisen askelmäärän arviointia rannelaitteen avulla. Rannelaite sisälsi yksisuuntaisen kiihtyvyyssanturin, jolla tutkittiin käden heilahduksia. Kiihtyvyyssi tieto tallennettiin tietyt kynnyksarvot ylittävinä count-lukemina. Tavoitteena oli löytää yhteys count-lukemien taajuuden ja askelmäärän välille siten, että count-lukemien avulla arvioitu päivittäinen askelmäärä olisi mahdollisimman tarkka verrattuna vertailulaitteiden antamaan arviointiin.

Koehenkilöille (N = 13 ; ikä =  $34 \pm 9$  v ; pituus =  $173 \pm 10$  cm ; paino =  $71 \pm 13$  kg ; miehiä 7 ; naisia 6) suoritettiin 15 vrk mittaus, jossa rannelaitteen lisäksi käytettiin vyötäröllä pidettävää kolmeen suuntaan kiihtyvyyttä mittaavaa aktiivisuusmittaria ja perinteistä askelmittaria. Rannelaitteelta saatiin askelmäärä kertomalla count-lukemat esiintymistaajuutta vastaavalla kertoimella. Parhaimmat kertoimet etsittiin käymällä läpi mahdolliset kertoimien yhdistelmät eri esiintymistaajuuksille. Kertoimia, joilla saavutettu päivittäinen askelmäärä oli mahdollisimman lähellä vertailulaitteiden antamaa askelmäärää, käytettiin rannelaitteelta saatavan askelmäärän laskemiseen.

Rannelaitteelta lasketut päiväkohtaiset askelmäärät korreloivat voimakkaasti vertailumittareiden kanssa (rannelaite ja Omron-askelmittari:  $r = 0,94 \pm 0,03$  ja keskimääräinen ero  $1062 \pm 681$  askelta päivässä; rannelaite ja ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittari:  $r = 0,94 \pm 0,04$  ja keskimääräinen ero  $1222 \pm 768$  askelta päivässä). Rannelaite soveltuu hyvin päivittäisen askelmäärän arviointiin.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLTÖ.....	4
1 JOHDANTO.....	5
2 FYYSINEN AKTIIVISUUS JA SUOSITUKSET .....	6
2.1 Liikuntasuositukset .....	6
2.2 Askelmäärä päivittäisen aktiivisuuden mittarina .....	7
3 ASKELMITTARI.....	9
3.1 Askelmittarin historiaa .....	9
3.2 Kiihtyvyyssanturiin perustuva askelmittari .....	10
3.3 Rannelaite askelmittarina .....	12
3.4 Päivittäisen askelmäärän arviointi rannelaitteella .....	13
3.4.1 Kertoimien määrittely eri aktiviteeteille .....	14
3.4.2 Kertoimien määrittely minuuttitaajuuksille .....	15
4 MITTAUKSET .....	18
4.1 Mittausasetelma .....	18
4.2 Koehenkilöt .....	18
4.3 Mittarit.....	19
4.3.1 ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittari .....	19
4.3.2 Omron-askelmittari.....	20
4.3.3 Rannelaite .....	21
5 TULOSTEN ANALYSOINTI.....	23
5.1 Minuuttitaajuuksien käsittely lohkoissa.....	23
5.2 Päivittäisten askelmäärien vertaaminen vertailulaitteisiin .....	24
5.3 Lohkojen kertoimien valitseminen iteroimalla .....	25
6 TULOKSET .....	27
6.1 Keskiarvoistetut kertoimien joukot .....	27
6.2 Askelmäärät uutta kertoimien joukkoa käyttäen .....	29
7 POHDINTA .....	31
LÄHTEET.....	34

## LIITTEET

LIITE 1 : Mittausprotokolla

LIITE 2: Käyttöohjeet

# 1 JOHDANTO

Liikunnalla tiedetään olevan positiivinen vaikutus sekä fyysiseen että henkiseen hyvinvointiin. Yhteiskunnan muuttuessa työ ei enää tarjoa riittävää liikuntamäärää terveyden ylläpitoon tai edistämiseen. Työ vie kuitenkin ihmisten arjesta paljon aikaa ja terveystiikunnan positiiviset vaikutukset korostuvat.

Riittävän terveystiikunnan harrastamiseksi on luotu yleisiä liikuntasuosituksia. Liikuntasuositukset ohjeistavat tervettä ihmistä liikkumaan riittävästi terveyden ylläpitämiseksi. Toisaalta liikuntasuositukset antavat päättäjille hyvät ohjenuorat terveellisten elämäntapojen tukemiseen. Liikuntasuosituksissa aktiviteetit luokitellaan usein taajuuden, intensiteetin ja keston mukaan. Luokittelu luo tarpeen liikunnan mittaamiselle myös tavallisessa terveystiikunnassa. Yksi suosituimmista terveyttä edistävästä liikuntamuodoista on reipas kävely ja näin ollen askelmittari toimii oivana terveystiikunnan mittarina. Sen hyvänä puolena on yksinkertainen ja melko tarkka tapa arvioida liikunnan määrää.

Polar Electro Oy (myöhemmin Polar) yhdistää liikunnan, tekniikan ja fysiologisen ammatillisen osaamisen ja on maailman johtavana sykemittarivalmistajana. Vuonna 1982 Polar toi markkinoille ensimmäisen langattoman sykemittarin. Vuonna 2007 mukaan markkinoille tuli myös ensimmäinen ranteen kiihtyvyyden mittaukseen perustuva aktiivisuusmittari.

Tämän työn tarkoitus on tutkia ranteeseen kiinnitetyn kiihtyvyyssanturin toimivuutta päivittäisen askelmäärän arvioijana. Rannelaitteen avulla arvioitua askelmäärää verrattiin kahteen markkinoilla olevaan askelmäärää arvioivaan mittariin. Tavoitteena on löytää yhteys käden heilahdustaajuuden ja askelmäärän välillä.

## 2 FYYSINEN AKTIIVISUUS JA SUOSITUKSET

### 2.1 Liikuntasuositukset

Liikuntasuositukset on tarkoitettu toisaalta yksittäisten ihmisten elämää ohjaavaksi, toisaalta päättäjien työkaluiksi. Yleisiä suosituksia tehtäessä on jouduttu tekemään elimistön toiminnasta ja tarpeista yleistyksiä toimivan suosituksen aikaansaamiseksi. Kaiken perustana on tieteellinen tausta liikunnan ja terveyden annos-vastesuhteista. (1, s. 72.)

Terveysliikuntana käsitteen tavoitteena on tukea ihmisiä ymmärtämään perusliikunnan (esimerkiksi päivittäinen reipas kävely) ja perinteisen kuntoliikunnan (esimerkiksi hölkkä) terveyttä edistävä vaikutus. Ihmisryhmä joilla on vähiten fyysistä aktiivisuutta päivittäisessä toiminnassaan hyötyvät terveyden kannalta eniten pienistäkin liikuntamääristä. Vain vähemmistö kansasta on halukas, kiinnostunut tai kykenevä kuntoliikunnan suorittamiseen, mutta sen kohtalaista harrastamista voidaan pitää mitä parhaimpana terveystoimintana. Terveyden kannalta parasta on, jos ihminen liikkuu runsaasti kuntoilemalla, mutta myös rauhallisesti päivittäisiä askareita tehdessään. (1, s. 77.)

UKK-instituutti on ollut voimakkaasti mukana luomassa suomalaisen liikuntasuosituksen aikuisille. Liikuntaneuvonnan helpottamiseksi on julkaistu UKK-instituutin liikuntapiirakka. Kuvan 1 esittämä liikuntapiirakka toimii lautasmallin tavoin ohjeena terveellisen elämäntavan tavoittelussa ja terveystoiminnan riittävässä toteuttamisessa. Liikuntapiirakka kiteyttää viikoittaisen terveystoimintatarpeen. Kestävyyskuntoilun tarve on puoli tuntia päivittäin ja lihaskunnan ja liikehallinnan kehittämisessä suositellaan kahta viikoittaista kertaa. (2.)



KUVA 1. Liikuntapiirakka terveellisen elämäntapaliikkujan ohjenuorana (2)

## 2.2 Askelmäärä päivittäisen aktiivisuuden mittarina

Päivittäisen aktiivisuuden mittaaminen on nykyisen mennyt huomattavasti eteenpäin kiihtyvyyssantureiden yleistyessä mittaavina sensoreina. Yleistymisen taustalla on kiihtyvyyssantureiden koon ja hinnan pienentyminen. Kiihtyvyyssanturien pienentyminen on mahdollistanut myös helpompikäyttöisten ja pienempien askelmittareiden valmistamisen. (3, s. S537.)

Askelmittareiden puute päivittäistä aktiivisuutta mitatessa on niiden askelista antama määrätieto, joka ei ota kantaa askeleen voimakkuuteen. Niistä saadaan kuitenkin yksinkertaisesti ymmärrettävä lukuarvo askelta/päivä. Lisäksi useimmat ihmiset ilmoittavat kävelyn merkittäväksi aktiviteetiksi, jolloin askelmäärän avulla voidaan yleisellä tasolla kuvata hyvin aktiivisuustasoja päivittäisessä liikunnassa. (3, s. S537.)

Kiihtyvyyssantureista saatujen intensiteettitietojen ja laajojen aktiivisuutta tutkivien askelmäärämittauksien pohjalta on voitu laatia yleinen yhteys askelmäärän ja päivittäisen aktiivisuuden välillä. Taulukko 1 kuvaa vyötärölle kiinnitetyn kahdesta suunnasta mittaavan aktiivisuusmittarin antamien askelmäärien pohjalta tehtyjä yleistyksiä päivittäisistä aktiivisuustasoista eri askelmäärillä. (3, s. S537.)

TAULUKKO 1. Päivittäistä askelmäärää kuvaava aktiivisuustaso (3, s. S537)

Aktiivisuustaso	Päivittäinen askelmäärä
paikallaan pysyvä	< 5 000
vähän aktiivinen	5 000–7 499
jokseenkin aktiivinen	7 500–9 999
aktiivinen	10 000–12 499
erittäin aktiivinen	> 12 500

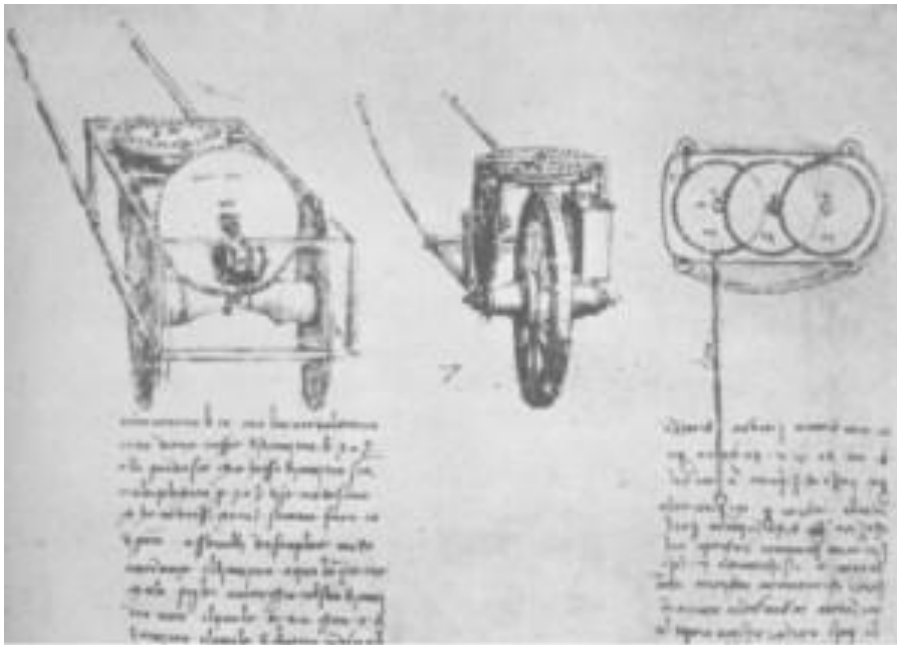
Askelmääräsuosituksilla voidaan karkeasti arvioida sitä liikuntamäärää, joka terveyden edistämiseksi olisi hyväksi. Mittareiden välillä on eroja askelmäärän arvioimisessa kiihtyvyyden perusteella. Annetut suositukset perustuvat mittareiden antamiin lukemiin, eivät todellisiin askelmääriin, ja ovat näin ollen arvioita siitä, mitkä ovat terveystasteet nykyisten mittareiden antamalla askelmäärillä. (4, s. 1384.)



## 3 ASKELMITTARI

### 3.1 Askelmittarin historiaa

Tarpeen askelmäärän mittaukseen arvioidaan kehittyneen 200–300-luvulla, jolloin askeleet olivat matkamittarina niin roomalaisille sotilaille kuin ajan kartantekijöille. Tuolloin varsinaista askelmittarimittaria ei kuitenkaan yleisen käsityksen mukaan ole kehitetty. Ensimmäinen askelmittarin suunnitteli 1500-luvun alussa Leonardo da Vinci apuvälineeksi karttojen tekemiseen. (5.) Tuo mittari muutti jalan heilahduksen hammaspyörän liikkeeksi ja sitä kautta voitiin laskea askeleet. Kuvassa 2 oikealla da Vincin kehittelemä askelmittari, joka samalla toimi luonnoksena hammaspyörälaskurille. (6.)



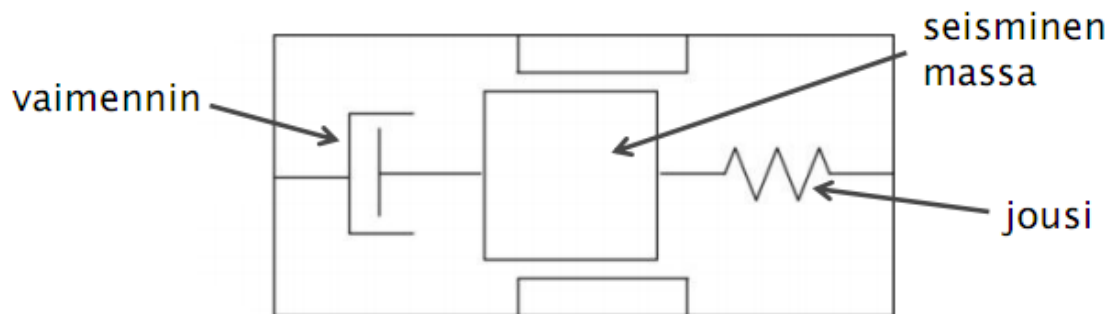
*KUVA 2. Leonardo da Vincin kehittelemä askelmittari kuvassa äärimmäisenä oikealla (6)*

Myöhemmin muita kuuluisia mekaanisen askelmittareiden kehittäjiä olivat englantilainen Robert Hooke (1635–1703) vuonna 1674 ja Yhdysvaltojen kolmas presidentti Thomas Jefferson. Jefferson (1743–1826) ei koskaan haakenut patenttia askelmittarilleen, joten sen kehittämivuotta ja todellista al-

kuperää ei voida varmistaa. Jeffersonia voidaan kuitenkin pitää askelmittarin julkistajana, sillä hän kantoi mittaria edustustehtävissään. (5.)

### 3.2 Kiihtyvyyssanturiin perustuva askelmittari

Kiihtyvyyssanturi koostuu kuvan 3 mukaisesti kolmesta peruselementistä: jousi, seisminen massa ja vaimennin. Kiihtyvyys aiheuttaa seismisen massan liikkumisen runkoon nähden anturin liikkuessa. Jousi palauttaa seismisen massan lähtöasemaan kiihtyvyyden laktessa. Vaimennin vakauttaa seismisen massan liikkeitä ja anturin toimintaa. (7, s. 4.)



KUVA 3. Kiihtyvyyssanturin peruselementit: jousi, massa ja vaimennin (7, s. 4)

Ennen kuin kiihtyvyys muutetaan sähköiseen muotoon, päätetään anturointi-tapa. Kiihtyvyys voidaan mitata seismisen massan tai jousen siirtymän perusteella tai seismisen massan aiheuttaman voiman perusteella (7, s. 5).

Kiihtyvyyden aiheuttama voima lasketaan kaavalla 1 (7, s. 4).

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \text{KAAVA 1}$$

$\vec{F}$  = voima

$m$  = massa

$\vec{a}$  = kiihtyvyys

Voima aiheuttaa jouseen poikkeaman, joka lasketaan kaavalla 2 (7, s. 4).

$$\bar{X} = \frac{\bar{F}}{k}$$

KAAVA 2

$\bar{X}$  = poikkeama

$k$  = jousivakio

Kaavasta 1 ja 2 saadaan yhteys poikkeaman ja kiihtyvyyden välille. Kiihtyvyys voidaan laskea kaavalla 3.

$$\bar{a} = \bar{X} \frac{k}{m}$$

KAAVA 3

Tapa, jolla kiihtyvyys muutetaan jännitteeksi, vaikuttaa käytettävään anturointitapaan. Siirtymän mittausta hyödyntävät

- kapasitiiviset kiihtyvyyssanturit
- potentiometriset kiihtyvyyssanturit
- venymäliuskakiihtyvyyssanturit.

Voiman mittausta hyödyntävät

- pietsosähköiset kiihtyvyyssanturit
- reluktiiviset kiihtyvyyssanturit
- servokiihtyvyyssanturit.

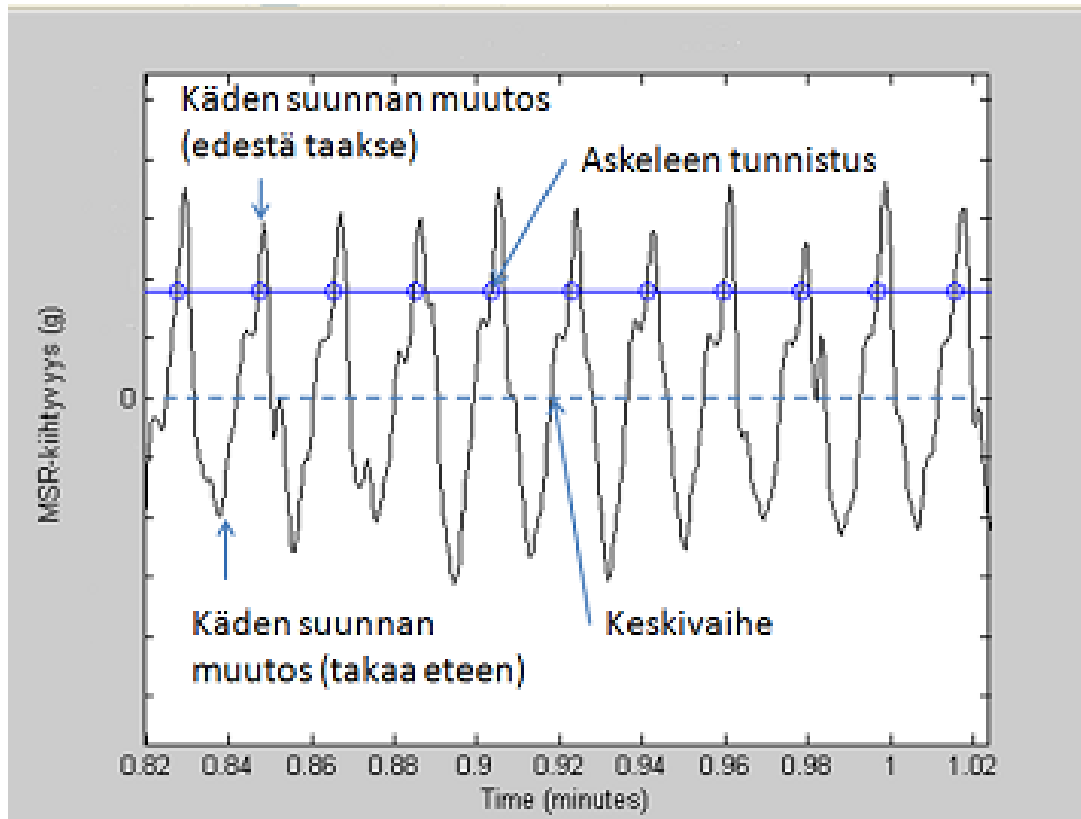
Ensimmäinen elektroninen askelmittari kehitettiin vuonna 1993 Hatanossa, Japanissa. Mittarin nimi oli "manpo-kei" ja se tarkoittaa "10 000 askeleen mittari". Nimi viittaa suositeltavaan askelmäärään. Elektronisessa askelmitauksessa askelmääriä arvioidaan kiihtyvyyssanturin antamien jännitelukemien perusteella. (8.)

### 3.3 Rannelaite askelmittarina

Arvioitaessa askelmääriä rannelaitteen avulla on tarpeellista miettiä, mikä yhteys on käden heilahduksien ja askeleiden välillä. Kävelyssä ja juoksussa kädet ja ylävartalo tasapainottavat heilahduksilla jalkojen eteenpäin vievää liikettä (9). Kävelyä ja juoksua ovat rytmiltään säännöllisiä lajeja. Niissä käsien heilahdukset ja askeleet tai askeleisiin verrattavissa olevat liikkeet toistuvat säännöllisellä rytmillä. Muita rytmiltään säännöllisiä lajeja ovat esimerkiksi hiihto ja pyöräily. Askelmäärän arviointi kädenheilahduksien määrästä on rytmisesti säännöllisissä lajeissa helppoa. Hidas vauhti, kehon fyysiset poikkeamat tai tyylikohtaiset erot esimerkiksi hiihdon osalta voivat kuitenkin aiheuttaa poikkeavuutta askelmäärän arviointiin.

Rytmiltään epäsäännöllisiä liikuntalajeja ovat esimerkiksi salibandy, sulka-pallo, zumba ja nyrkkeily. Rytmiltään epäsäännöllisissä lajeissa käsillä on tasapainon ylläpitämisen lisäksi myös muita tehtäviä. Käsien ja jalkojen liikkeet eivät näissä lajeissa toistu säännöllisinä. Lisäksi heilahdustaajuus ja voimakkuus dominoivan ja ei-dominoivan käden välillä vaihtelevat. Siivous, ruoanlaitto, lumityöt ja muut arkipäiväiset tehtävät kuuluvat rytmiltään epäsäännöllisiin aktiviteetteihin. Askelmäärän arviointi käden heilahduksien perusteella rytmiltään epäsäännöllisissä aktiviteeteissä on haasteellista.

Rannelaite pyrkii mittaamaan ranteen kiihtyvyyksiä mahdollisimman tarkasti siihen kytketyn yksisuuntaisen kiihtyvyyssanturin avulla. Askelmäärän arvioimiseksi kiihtyvyystietoa joudutaan käsittelemään arviointiin sopivammaksi. Matalat taajuudet (esimerkiksi suunnan muutokset) ja korkeat taajuudet (esimerkiksi tärinä) poistetaan. Lisäksi joudutaan valitsemaan jokin kynnyсарvo, esimerkiksi kuvassa 4 ”askeleen tunnistus”, jonka ylittävä kiihtyvyys lasketaan heilahdukseksi. Esimerkiksi pyöräilyssä käden heilahduksen aiheuttama kiihtyvyyden arvo on huomattavasti kävelyä ja juoksua matalampi. Tämä asettaa haasteen kynnyсарvon tason valintaan. Liian korkealla kynnyсарvolla osa askeleista jää laskematta ja liian matalalla kynnyсарvolla askelia lasketaan liian herkästi. Kynnyсарvojen ylityksien määrästä käytetään tässä työssä nimeä count-lukema.



KUVA 4. Käsivarsien liikkeet rannelaitteen sisältämän kiihtyvyyssanturin datasta (10, s. 13)

### 3.4 Päivittäisen askelmäärän arviointi rannelaitteella

Päivittäinen aktiivisuus koostuu sekä rytmiltään säännöllisistä että epäsäännöllisistä aktiviteeteistä. Arvioitaessa päivittäistä askelmäärää ranteesta täytyy epäsäännöllisten ja säännöllisten aktiviteettien antamia count-lukemia tulkita toisistaan eriävillä tavoilla.

Arvioitaessa askelmääriä rannelaitteella yksittäisestä aktiviteetistä voidaan päästä hyvinkin lähelle todellista askelmäärää. Taulukossa 2 on verrattu eri mittareilla saatuja askelmääriä muutamissa aktiviteeteissä videolta lasketuun askelmäärään. Rannelaitteen voidaan todeta toimivan hyvin aktiviteetti-kohtaista askelmäärää arvioitaessa. Haasteena päiväkohtaista askelmäärää arvioitaessa onkin, miten voidaan tunnistaa henkilön kulloinenkin aktiviteetti.

TAULUKKO 2. Lahdenperän tutkimuksessa lasketut keskimääräiset poikkeamat aktiviteeteittäin (10, s. 55)

Aktiviteetti	Rannelaite	Omron	ActiGraph
Siivous	11,6 %	82,3 %	47,3 %
Sulkapallo	15,6 %	8,8 %	25,6 %
Salibandy	4,3 %	7,1 %	21,9 %
Juoksumatto	5,7 %	5,8 %	17,4 %
Pyöräily	14,3 %	45,9 %	78,6 %

### 3.4.1 Kertoimien määrittely eri aktiviteeteille

Askelmäärän arviointi rannelaitteella tapahtuu kynnyksarvojen ylityksien määrää tarkkailemalla. Optimitilanteessa jokainen askelpari tuottaa yhden kynnyksarvon ylityksen. Käytännössä henkilöiden ja lajien välisistä eroista johtua, askelmäärän arvioimiseksi joudutaan kynnyksarvojen ylitysten määrä kertomaan sopivalla kertoimella.

Juhani Lahdenperä määrittelee tutkimuksessaan eri aktiviteeteille kertoimet, joiden avulla saadaan arvioitua askelmäärä rannelaitteelta saatavien count-lukemien perusteella. Taulokossa 3 on esitetty aktiviteetteja ja niille määritellyt kerroin sekä count-lukemien keskimääräinen esiintymistäajuus kyseisessä aktiviteetissa. (10, s. 46.)

TAULUKKO 3. Aktiviteettikohtaiset kertoimet askelmäärän arvioimiseksi count-lukemista ja count-lukemien keskimääräinen minuuttitaajuus aktiviteeteille (10, s. 46)

Aktiviteetti	Kerroin	Taajuuden keskiarvo
Siivous	0,62	28
Sulkapallo	1,63	38
Salibandy	2,65	45
Juoksumatto	2,16	63
Pyöräily	2,23	57

Kertoimen muutos ei näytä olevan suoraan verrannollinen minuuttitaajuuden kasvuun. Säännöllisissä aktiviteeteissä, juoksumatto (kävelyn ja juoksun tulos yhdistetty) ja pyöräily, kertoimet vaikuttavat olevan suhteellisen lähellä toisiaan ja kertoimen muutos hyvin pieni suhteessa minuuttitaajuuden muutokseen. Epäsäännöllisissä aktiviteeteissa, siivous, sulkapallo ja salibandy, kertoimissa on isoja eroja eri lajien välillä. Niissä kerroin vaikuttaa muuttuvan suuresti minuuttitaajuuden muuttuessa.

### 3.4.2 Kertoimien määrittely minuuttitaajuuksille

Mitattaessa askelmääriä rannelaitteella tulee päivän aikana tietty määrä  $C$  count-lukemia. Päivittäinen todellinen askelmäärä on  $A$ . Jokainen minuuttitaajuus  $m$  saa päivittäin tietyn määrä  $C_m$  count-lukemia. Minuuttitaajuuden aikana kävellään päivässä  $A_m$ . Jokaisen minuuttitaajuuden askelmäärä voidaan laskea count-lukemasta kertoimen  $f_m$  avulla. Päivän askelmäärä rannelaitteen count-lukemien avulla saadaan kaavalla 4.

$$A = \sum_{m=0}^{\infty} (f_m * C_m),$$

KAAVA 4

$A$  = päivän askelmäärä

$m$  = minuuttitaajuus (yksikkö count/min)

$f_m$  = kerroin minuuttitaajuudella  $m$

$C_m$  = rannelaitteen antama päivän count-lukema minuuttitaajuudella  $m$

Yksittäisellä henkilöllä askelmäärät ja aktiveettisällöt vaihtelevat eri päivinä. Yhtenä päivänä oikean askelmäärän antavat minuuttikohtaiset kertoimet aiheuttavat toisena päivänä virhettä päiväkohtaiseen askelmäärään. Kertoimien hyvyttä kuvaa se, kuinka hyvin ne toimivat päivästä riippumatta.

Mitä enempi mittauspäiviä voidaan saada yksittäiseltä koehenkilöltä, sitä paremmat yleispätevät kertoimet hänelle voidaan määrittää. Tässä tutkimuksessa kertoimien hyvyttä kuvataan Pearsonin tulomomenttikorrelaatiolla ja päivien keskimääräisellä absoluuttisella erolla. Mitä suurempi korrelaatio ja mitä pienempi keskimääräinen absoluuttinen ero on rannelaitteen antaman päiväkohtaisen askelmäärän ja todellisen päiväkohtaisen askelmäärän välillä, sitä paremmat kertoimet ovat käytössä.

Keskimääräinen absoluuttinen ero lukuparien välille saadaan kaavasta 5.

$$\overline{\Delta x, y} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - y_i|}{n}$$

KAAVA 5

$\overline{\Delta x, y}$  = keskimääräinen absoluuttinen ero lukupareille  $x$  ja  $y$

$n$  = lukuparien määrä

$x_i, y_i$  = lukuparien arvot

Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin ( $r$ ) kuvaa vähintään kahden muuttujan välistä lineaarisen riippuvuuden voimakkuutta. Korrelaatiokerroin vaih-



telee välillä  $-1$  ja  $1$ . Mitä lähempänä arvoa  $0$  korrelaatiokerroin on, sitä pienempi on lineaarinen riippuvuus tarkasteltavien lukujen välillä. Korrelaatiokerroin lasketaan kaavalla 6. (11.)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n s_x s_y}$$

KAAVA 6

$r$  = Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin

$n$  = lukuparien määrä

$x_i, y_i$  = lukuparien arvot

$\bar{x}, \bar{y}$  = lukuparien keskiarvot

$s_x, s_y$  = lukuparien keskihajonnat

## **4 MITTAUKSET**

Mittaukset suoritettiin 4.3.–23.3.2011 liitteessä 1 olevan mittausprotokollan mukaisesti. Koehenkilöinä oli 7 miestä ja 6 naista. Koehenkilöiden ikä oli  $34 \pm 9$  vuotta, pituus  $174 \pm 10$  cm ja paino  $75 \pm 13$  kg. Protokollan mukaan jokaista koehenkilöä oli tarkoitus tutkia 15 kokonaista vuorokautta mittareiden luovuttamisen jälkeen. Ideaali tutkimuskelpoisten vuorokausien määrä oli  $13 * 15$  vrk = 195 vrk. Mittauspäivä oli kelvollinen, mikäli siinä oli kaikki mittarit käytössä ja niiltä saadut tulokset olivat tallentuneet oikein. Kelvollisia tutkimusvuorokausia saatiin tässä tutkimuksessa hyvin, yhteensä 164 kappaletta.

### **4.1 Mittausasetelma**

Mittauksissa koehenkilöille annettiin kolme eri mittaria askelmäärän mittamiseen. Mittarit esitellään tarkemmin luvussa 4.3. Mittareita pidettiin päivisin mahdollisuuksien mukaan koko ajan. Roiskevesitiiviit mittarit eivät kestä vesivätkäiteitä tai esimerkiksi saunomista. Lisäksi koehenkilöt ottivat mittarit pois, mikäli kokivat niiden käytön liiallisesti häiritsevän heidän toimintaansa.

Mittauksien aikana koehenkilöt täyttivät aktiviteeteistä ja askelmäärästä päiväkirjaa (liite 2/2). Päiväkirjaan merkittiin suoritettujen aktiviteetien nimi ja merkkaushetken kellonaika sekä askelmittarin näyttämä askelmäärä. Koehenkilöt ohjeistettiin mittauksen alussa suullisesti ja lisäksi heille annettiin ohjeistus kirjallisena (liite 2). Mittauksien aikana ohjeistuksen ymmärtäminen varmistettiin kaikkiaan 9 koehenkilöltä. Muita neljää koehenkilöä ei tavoitettu 7.3.–9.3.2011.

### **4.2 Koehenkilöt**

Koehenkilöinä oli 7 miestä ja 6 naista. Naisten ja miesten demografiset tekijät on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Koehenkilöiden demografiset tekijät ryhmiteltyinä

Naiset			
	Ikä	Pituus	Paino
Keskiarvo (min–max)	34 (23–49)	164 (157–179)	63 (53–76)
Hajonta	9	9	10

Miehet			
	Ikä	Pituus	Paino
Keskiarvo (min–max)	35 (26–54)	180 (171–185)	79 (62–92)
Hajonta	10	5	10

Koehenkilöiden päivätyöt olivat fyysisesti kevyttä toimistotyötä. Vapaa-ajan aktiviteetit olivat kirjavia. Koehenkilöiden päiväkirjamerkinnöistä löytyi muun muassa seuraavia aktiviteettejä: lumityöt, puutyöt, ruoanlaitto, siivous, vaatteiden silitys, bodypump, zumba, jooga, kuntosali, kahvakuulailu, nyrkkeily, karting, lentopallo, luistelu, sähly, kävely, juoksu, hiihto ja pyöräily.

### 4.3 Mittarit

Mittaukset toteutettiin käyttäen kolmea mittaria: ranteessa pidettävä kiihtyvyyssanturi (myöhemmin rannelaite), ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittari ja Omron Walking Style III -askelmittari. Mittarit olivat mittausten alkaessa moitteettomassa kunnossa ja niiden akut olivat täyteen ladatut.

#### 4.3.1 ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittari

ActiGraphin GT3X on 4 MB:n muistilla varustettu akkukäyttöinen aktiivisuusmittari. GT3X käyttää kaltevuusmittaria ja kolmea kiihtyvyyssanturia mahdollisimman luotettavan analysoinnin mahdollistamiseksi. Akku mahdollistaa noin 20 vuorokauden pituiset mittaukset. Mittarilla voidaan laskea muun muassa aktiivisuuslukuja, aktiivisuustasoja, askelmäärää ja energiankulutusta, ja tulokset voidaan tallettaa käyttäjän määrittämin aikaväleihin. (12.)

Mitattava kiihtyvyyssarve ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittarissa on noin 0,05–2 g:tä. Kiihtyvyys digitalisoidaan 30 Hz:n ADC-muuntimella 12 bitin resoluuti-

olla. Digitaaliselle taajuudelle tehdään vielä kaistasuodatus 0,25–2,5 Hz:n taajuusalueelle. (12.)

Ulkoisilta mitoiltaan GT3X-mittari on 38 mm x 37 mm x 18 mm ja painaa 27 grammaa. Mittari on roiskevesitiivis ja tehty punaisesta läpikuultavasta muovista kuvan 6 mukaisesti. Tiedonsiirrossa käytetty USB-portti on suojattu kumitulpalla. Käytettäessä mittari kiinnitetään joko vyöllä tai nipistimellä lantion kohdalle vartalon sivuun. (12.)



*KUVA 6. ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittari (12)*

#### **4.3.2 Omron-askelmittari**

Omron Walking Style III on muovikuorinen, roiskevesitiivis, 19 gramman painoinen, paristokäyttöinen askelmittari. Walking Style III on pienikokoinen, mitoiltaan 35,5 mm x 68,5 mm x 11,0 mm ja sulavasti muotoiltu kuvan 7 näytämällä tavalla. (13, s. 16.)



*KUVA 7. Omron Walking Style III -askelmittari (14)*

Askelmäärän lisäksi Walking Style III ilmoittaa käyttäjälle energiankulutuksen, kuljetun matkan, ajan ja päivämäärän. Askelmittarissa on kaksi toisiinsa 90 asteen kulmassa olevaa kiihtyvyyssanturia, mikä mahdollistaa mittarin luotettavan askelten laskennan mittarin ollessa kaulassa, laukussa tai taskussa. (13, s. 1.)

### **4.3.3 Rannelaite**

Mittauksissa käytetty rannelaite on Polar Activen prototyypin pohjalta toteutettu kuvan 8 laitetta mukaileva rannekkeellinen kiihtyvyyssanturi. Kiihtyvyyssanturina on pienikokoinen VTI:n valmistama yhteen suuntaan kiihtyvyyttä mittaava kapasitiivinen elementti. Signaalin käsittely, kvantisointi, vahvistus ja kynnyсарvoilmaisimet on kaikki toteutettu vähän tehoa kuluttavista komponenteista. Laitteessa on kaksi eri kiihtyvyydelle asetettua kynnyсарvoilmaisinta. Molemmilla niistä on oma kaistanpäästösuodatin, jonka avulla kynnyсарvojen ylitykset suodatetaan. Toisistaan eroavat kaistanpäästösuodattimet mahdollistavat tällä rannelaitteella, että kumman tahansa kynnyсарvon ylityksiä voi olla minuutin tarkastelujaksolla enemmän. Tässä tutkimuksessa jokaiselta minuutilta käsitellään suurempaa kynnyсарvojen ylityksen määrää ja sitä kutsutaan count-lukemaksi. Laite kerryttää kynnyсарvoylityksien määriä ja tallettaa luvun minuutin tallennusvälillä. Muistia on kolmen viikon mittaukseen. (15.)



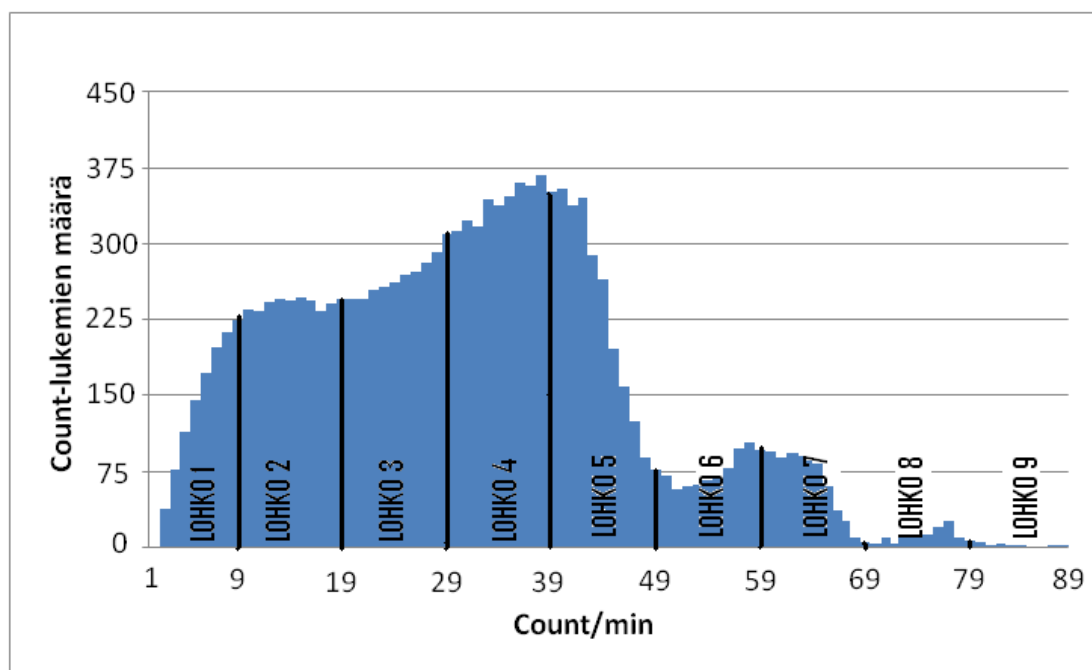
*KUVA 8. Rannelaite*

## 5 TULOSTEN ANALYSOINTI

Mittauksissa saatu aineisto oli laaja. Rannelaite tuotti analysoitavaa materiaalia mittauksen jokaiselta minuutilta 13 koehenkilölle. Laajan aineiston vuoksi kertoimia ei määritelty kaikille minuuttitaajuuksille, vaan minuuttitaajuudet jaettiin lohkoihin. Lohkoihin sovellettiin luvun 3.4.2 mukaisia toimenpiteitä parhaimpien lohko kohtaisten kertoimien määrittämiseksi. Rannelaitteelta saatua askelmäärää verrattiin kahteen luotettavana pidettyyn askelmäärää antavaan mittariin. Tässä tutkimuksessa kehitettiin iterointi, joka on menetelmä parhaimpien lohko kohtaisten kertoimien tehokkaaseen määrittelyyn.

### 5.1 Minuuttitaajuuksien käsittely lohkoissa

Tutkittava minuuttitaajuusalue jaettiin kymmenen minuuttitaajuuden suuruisiin lohkoihin kuvan 9 tavalla. Lohko 1 sisältää arvot väliltä 0–9 count/min, lohko 2 arvot väliltä 10–19 count/min ja niin edelleen.



KUVA 9. Count-lukemien määrä minuuttitaajuuksittain kahden viikon käytössä koehenkilöryhmällä ( $N = 13$ ). Minuuttitaajuudet lohkottu.

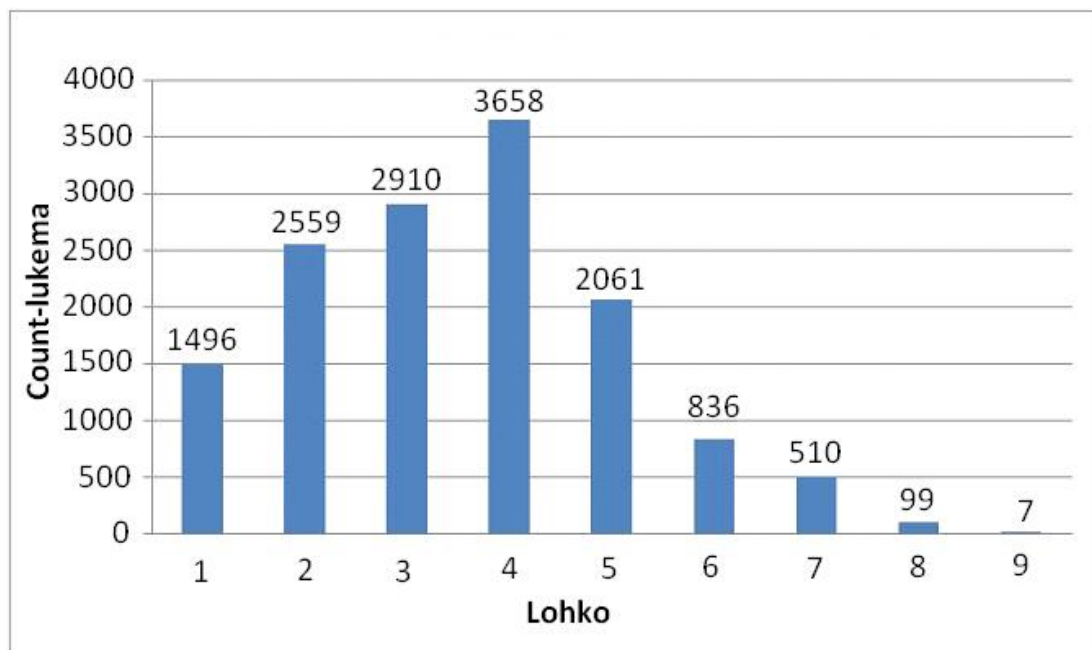
Lohkojen sisällä olevat eri minuuttitajuuksella esiintyvät count-lukemat eivät saa erilaista merkitystä. Lohkon count-lukemat summattiin yhteen kuvan 10 mukaisesti, ja pyrittiin löytämään sopiva kerroin kuvaamaan päivittäistä askelmäärää. Kaavasta 7 saadaan lohkojen count-lukemien ja päivittäisen askelmäärän yhteys.

$$A = \sum_{l=0}^9 (f_l * C_l), \quad \text{KAAVA 7}$$

$l$  = lohko

$f_l$  = lohkon kerroin

$C_l$  = lohkon päiväkohtainen count-lukemien määrä



KUVA 10. Keskimääräinen count-lukemien päiväkohtainen määrä 13 koehenkilön 164 mittauspäivän perusteella

## 5.2 Päivittäisten askelmäärien vertaaminen vertailulaitteisiin

Todellisen päiväkohtaisen askelmäärätiedon puuttuessa rannelaitteen luke-  
maa verrattiin markkinoilta löytyviin luotettavina pidettyihin askelmäärää mit-



taviin laitteisiin. Luvuissa 4.3.1 ja 4.3.2 on esitetty Omronin ja ActiGraphin valmistamien vertailulaitteiden toiminta tarkemmin.

Rannelaitteen antamaa päivien askelmäärää verrattiin vertailulaitteiden antamiin päivien askelmääriin. Molemmille vertailulaitteille etsittiin kertoimet, joiden avulla rannelaitteen lohkotusta count-lukemia sisältävästä datasta saatiin paras vertailulaitetta vastaava päiväkohtainen askelmäärä. Päiväkohtaisten askelmäärien vertailuparametreiksi valittiin korrelaatio (kaava 6) ja absoluuttinen päiväkohtainen askelmäärien erotus (kaava 5).

Paras kertoimien variaatio rannelaitteella antoi kaikille henkilöille parhaimman korrelaation ja pienimmän absoluuttisen eron verrattaessa vertailulaitteen antamiin päiväkohtaisiin askelmääriin. Rannelaitteelle määriteltiin kaksi eri kertoimien joukkoa molempien vertailulaitteiden antamien päivittäisten askelmäärien kuvaamiseen.

### **5.3 Lohkojen kertoimien valitseminen iteroimalla**

Kokeilutarkkuudeksi kertoimille valittiin yksi desimaali. Kaikkien lohkojen parhaiden kertoimien arvioitiin olevan välillä 0–3. Jokaisessa lohossa valitulla välillä ja tarkkuudella on siis vaihtoehtoja kertoimille 31 kappaletta. Tutkittavia lohkoja on yhdeksän. Mahdollisia kertoimien joukkojen kombinaatioita tulee yhteensä siis  $31^9 = n. 26$  biljoonaa.

Tässä tutkimuksessa jokaiselle koehenkilölle määriteltiin rannelaitteelle paras kertoimien joukko kuvaamaan sekä Omronin-askelmittarin että ActiGraphin GT3X -aktiivisuusmittarin antamaa päivittäistä askelmäärää. Mikäli kaikki mahdolliset kerroinkombinaatiot arvioidulla välillä olisi kokeiltu parhaimpien kertoimien määrittämiseksi, olisi kokeiltavien kertoimien joukkojen määrä ollut  $2 * 13 * 31^9 = n. 687$  biljoonaa.

Tätä tutkimusta varten kehitetty iterointi on tehokas tapa löytää parhaimmat vaihtoehdot useampien vaihtoehtojen joukosta. Siinä tarkastellaan vaihtoehtoisia kertoimien joukkojen variaatioita lähtöolettamukseen vertaamalla. Käytännössä jokaiselle lohkolle valitaan mahdollisimman hyväksi oletettu alku-

kerroin väliltä 0–3. Saadulla alkukertoimien joukolla lasketaan rannelaitteen antamat päiväkohtaiset askelmäärät ja verrataan niitä vertailulaitteen antamaan askelmäärään. Vertailuparametreja, Pearsonin tulomomenttikorrelaatio ja keskimääräinen absoluuttinen ero, nimetään alkukorrelaatioksi ja alkueroksi. Päiväkohtaiset askelmäärät rannelaitteelle lasketaan kaikilla kertoimien joukkojen variaatioilla, joissa yksittäinen kerroin poikkeaa yhden desimaalin tai ei ollenkaan alkukertoimesta. Alkukertoimien joukon vertailuparametreihin vertaamalla löydetään alkukertoimien joukon ympäristöstä paras kertoimien joukko. Löydetty paras kertoimien joukko nimetään uudeksi alkukertoimien joukoksi. Iteraatioksi kutsutaan prosessia, jossa uusi alkukertoimien joukko muodostetaan.

Iterointia jatkettiin, kunnes saatu alkukertoimien joukko antoi riittävän hyvän päivittäisen askelmäärän tarkkuuden vertailulaitteeseen verrattuna. Riittävän hyväksi korrelaatioksi valittiin arvon 0,90 ylittävät korrelaatiot ja riittävän hyväksi keskimääräiseksi absoluuttiseksi päiväkohtaiseksi askelmääräeroksi 1500 askelta alittavat arvot.

Iteraation aikana tarkasteltiin jokaisesta lohkosta kolmea eri kerroinarvoa, joista yksi oli alkukertoimen arvo ja kaksi muuta arvoa olivat yhden desimaalin päässä alkukertoimesta olevat arvot. Kerroinkombinaatioiden määräksi iteraatiolle saatiin näin ollen  $3^9 = 19\,683$ . Suurin käytetty iteraatioiden määrä yksittäisellä koehenkilöllä tässä tutkimuksessa oli 117. Kokeiltujen kertoimien määrä silloin on  $117 * 19\,683 = 2\,302\,911$ , joka on noin  $9 * 10^{-8}$  prosenttia kaikista kertoimien joukkojen variaatioista.

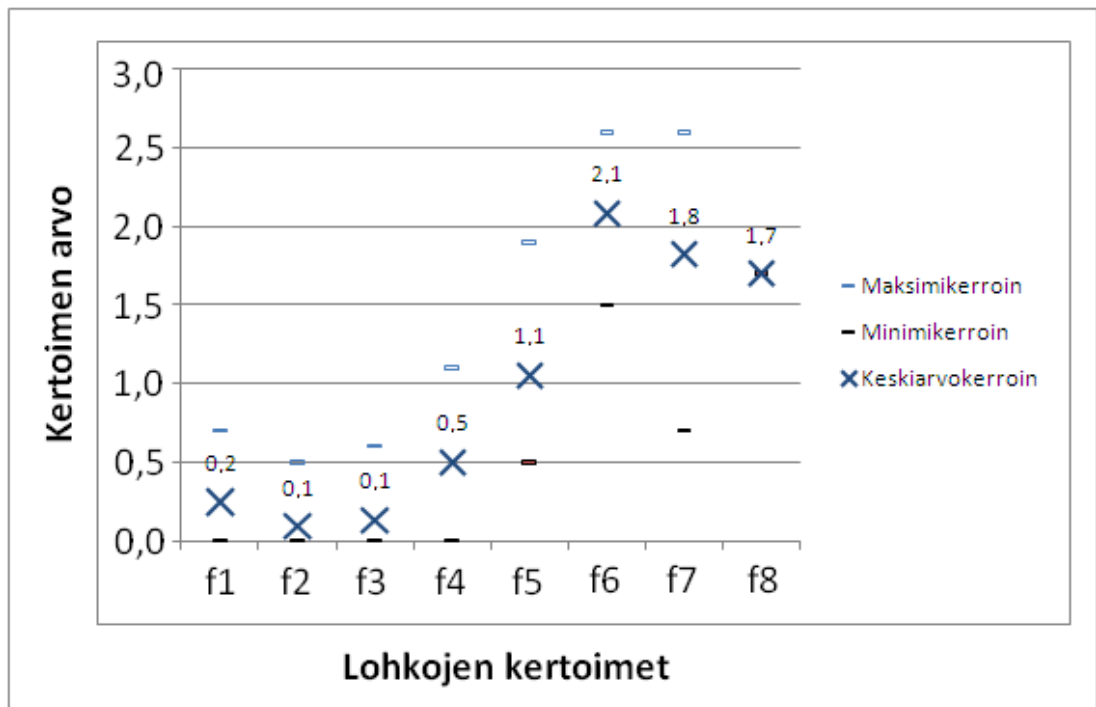
## 6 TULOKSET

Iteroinnin avulla saatiin jokaiselle koehenkilölle kaksi kertoimien joukkoa. Toisen kertoimien joukon avulla saadaan rannelaitteelta askelmäärä, joka kuvaa mahdollisimman hyvin Omronin askelmittarin antamaa päiväkohtaista askelmäärää, ja toinen kerroinjoukko kuvaa mahdollisimman hyvin ActiGraphin aktiivisuusmittarin antamaa päiväkohtaista askelmäärää.

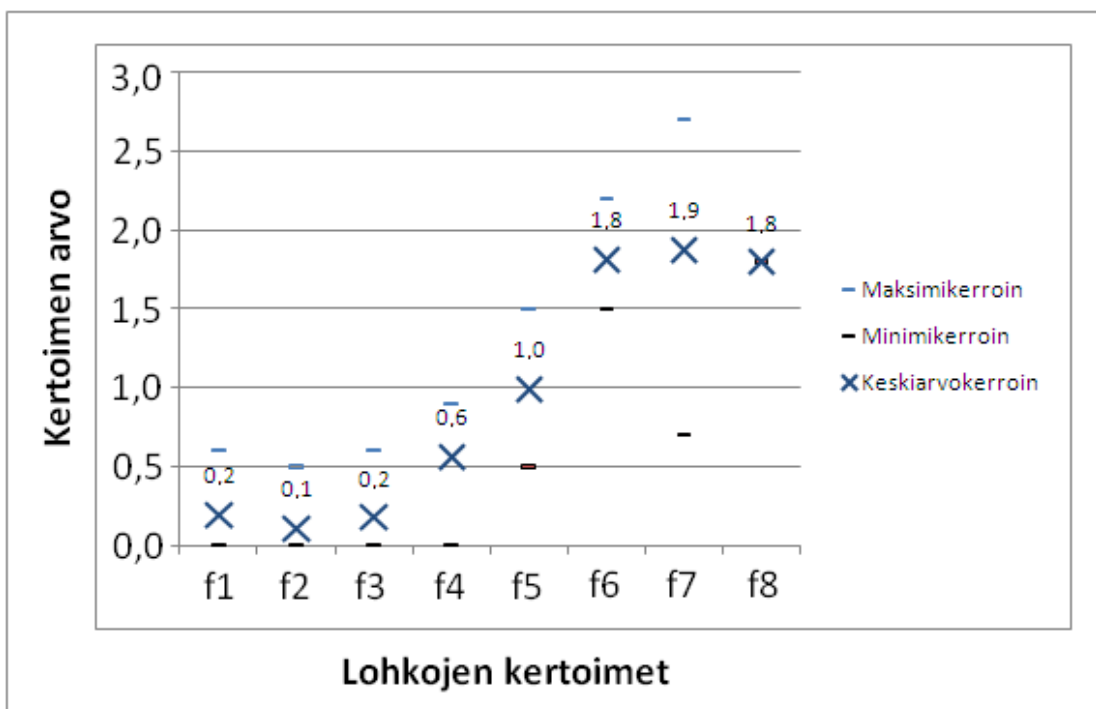
### 6.1 Keskiarvoistetut kertoimien joukot

Lohkon kerroin jätettiin huomiotta keskiarvoa määritettäessä, mikäli koehenkilöllä oli kertynyt kyseisessä lohossa count-lukemia alle kahden tunnin ajan mittauksien aikana. Kaikki keskiarvosta yli yhden poikkeavat arvot poistuivat näin laskuista. Poistetut kertoimet eivät aiheuttaneet yksittäiselle koehenkilölle suurta poikkeamaa päivittäistä askelmäärää verrattaessa, mutta niiden käyttö yleistettäviä kertoimia määriteltäessä ei ole niiden vähäisen painotuksen vuoksi mielekäästä.

Merkitsevistä kertoimista laskettiin keskiarvot jokaisen lohkon kertoimelle. Näin saatiin yleistettävät kertoimet, joiden avulla rannelaitteen antama askelmäärä kuvaa mahdollisimman hyvin vertailulaitteen antamaa askelmäärää. Kuvassa 11 rannelaitteen antamaa päivittäistä askelmäärää on iteroinnin avulla verrattu Omron-askelmittarin antamaan päivittäiseen askelmäärään ja kuvassa 12 ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittarin antamaan päivittäiseen askelmäärään.

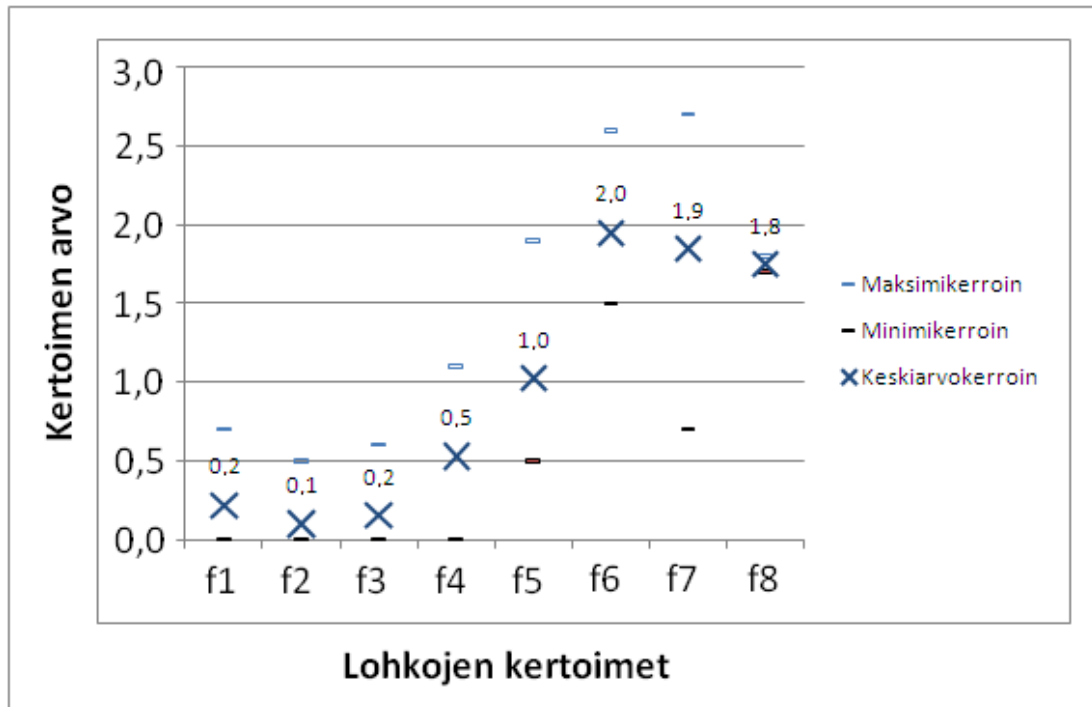


KUVA 11. Keskiarvoistetut lohkoakohtaiset kertoimet, jotka on löydetty iteroinnin avulla. Rannelaitteen antamia päiväkohtaisia askelmääriä on verrattu Omron-askelmittarin antamiin päivittäisiin askelmääriin.



KUVA 12 Keskiarvoistetut lohkoakohtaiset kertoimet, jotka on löydetty iteroinnin avulla. Rannelaitteen antamia päiväkohtaisia askelmääriä on verrattu ActiGraph GT3X -aktiivisuusmittarin antamiin päivittäisiin askelmääriin.

Yleistettävä kertoimien joukko muodostettiin löydettyjen kertoimien joukkojen perusteella. Kaikkien koehenkilöiden yksittäisen lohkon kertoimesta otettiin aritmeettinen keskiarvo, joka edusti lohkon kerrointa yleistettävässä kertoimien joukossa. Kuvassa 13 on esitetty laskettu yleistettävä kertoimien joukko.



KUVA 13. Yleistettävä kertoimien joukko, joka on saatu keskiarvoistamalla iteroinnin avulla saadut kertoimet. Rannelaitteen päivittäisiä askelmääriä on verrattu referenssilaitteiden antamiin päivittäisiin askelmääriin.

## 6.2 Askelmäärät uutta kertoimien joukkoa käyttäen

Kaikille koehenkilöille laskettiin päiväkohtaiset askelmäärät rannelaitteella kuvan 13 mukaista yleistettävää kertoimien joukkoa käyttäen. Yleistettävän kertoimien joukon toimivuutta arvioitiin vertaamalla kaikkien koehenkilöiden päivittäisiä askelmääriä vertailumittareiden antamiin askelmääriin koko koejakson ajalta.

Päiväkohtaisen absoluuttisen eron keskiarvo askelmäärälle verrattaessa rannelaitteen antamaa askelmäärää Omron-askelmittarin tulokseen oli pienempi kuin verrattaessa rannelaitteen antamaa askelmäärää ActiGraph

GT3X -aktiivisuusmittarin antamaan askelmäärään. Päiväkohtainen keskiarvo absoluuttiselle erolle suhteessa Omronin askelmittariin on  $1\ 062 \pm 681$  askelta ja suhteessa ActiGraphin aktiivisuusmittarin antamaan askelmäärään  $1\ 222 \pm 768$  askelta. Rannelaitteen ja vertailumittareiden antamien päivittäisten askelmäärien välillä oli vahva riippuvuus. Rannelaitteen ja Omron-askelmittarin antamien päivittäisten askelmäärien korrelaation arvo oli  $0,94 \pm 0,03$ . Rannelaitteen ja ActiGraphin GT3X -aktiivisuusmittarin antamaan päivittäisten askelmäärien korrelaatio oli  $0,94 \pm 0,04$ .

## 7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli löytää yhteys rannelaitteelta saatavien count-lukemien taajuuden ja askelmäärän välillä niin, että päiväkohtainen askelmäärä olisi mahdollisimman tarkka. Saatua tulosta voidaan pitää hyvänä. Saatua päiväkohtaista askelmäärää verrattiin vertailulaitteiden antamaan askelmäärään.

Vertailuparametreille asetetut ehdot iteroinnin lopettamiseksi täyttyivät joillakin koehenkilöillä helposti, kun taas toisilla ehdot juuri ja juuri täyttyivät. On vaikea arvioida, mihin lohkoihin tämä virhe eniten vaikuttaa. Koehenkilöiden välillä oli eroja siinä, missä lohkoissa heillä tutkimuksen aikana eniten esiintyi count-lukemia. Toisaalta poikkeama voi olla molempiin suuntiin, joten keskiarvostettua kerrointa voidaan silti pitää hyvää suuntaa antavana kertomina.

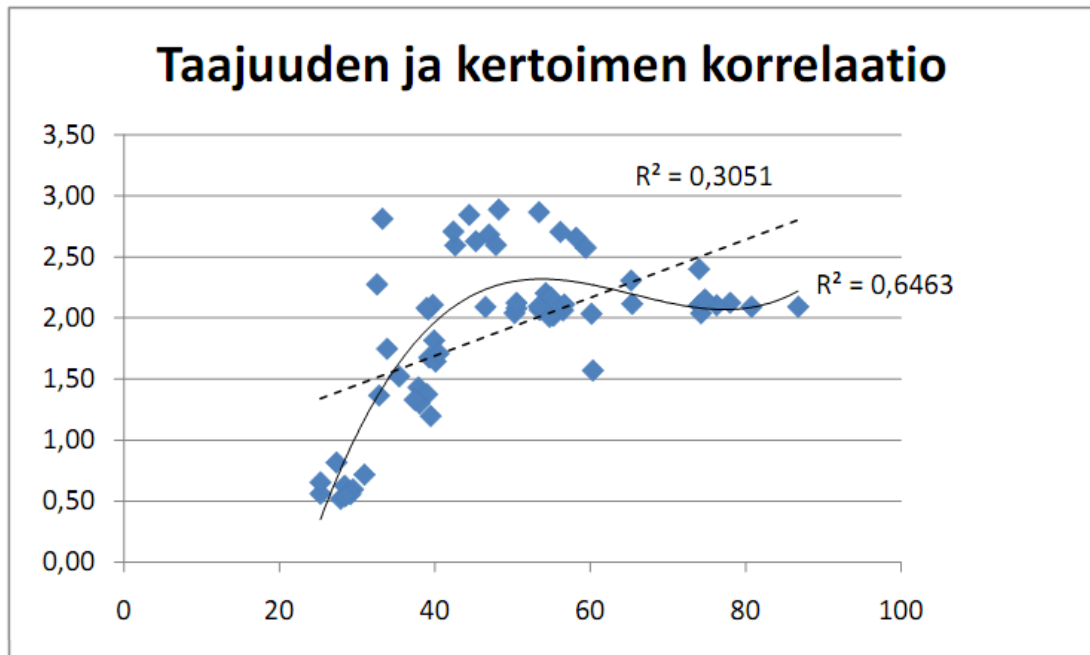
Yleistettävää kertoimien joukkoa muodostettaessa yksittäisiä kertoimia jätettiin huomiotta, jos lohkoissa oli vietetty alle kaksi tuntia mittausjakson aikana. Tällöin samalla hylättiin kyseisen kertoimen muodostukseen käytetty tieto. Painotetun keskiarvon käyttö aritmeettisen keskiarvon sijaan olisi saattanut vaikuttaa hivenen lopullisen yleistettävän kertoimien joukon yksittäisiin kerroimiin. Näin ollen saatuja tietoja ei olisi poistettu, vaan niitä olisi käytetty harkiten hyväksi niiden merkitys huomioon ottaen.

Omron-askelmittarin ohjeiden mukaan mittari jättää ilmoittamatta askeleet, mikäli niitä tulee alle neljän sekunnin esiintymä (13). Tällä pyritään välttämään muun kuin kävelyn tulkinta askeleiksi. Rannelaite ja ActiGraph GT3X-aktiivisuusmittari eivät tulkitse askelia kelpaamattomaksi sillä perusteella, missä aktiviteetissä ne esiintyvät. Tuloksissa on esitetty löydetyt keskiarvoistetut lohkojen kertoimet. Määrittely on osaltaan perustunut Omron-askelmittarin antamaan tulokseen. Omron-askelmittari jättää huomiotta suuren joukon matalilla minuuttitaajuuksilla esiintyviä askelia, joten voitaisi olettaa sen näyttävän päiväkohtaisen askelmääräarvion alakanttiin todelliseen verrattuna. Iterointimenetelmä laskee kuitenkin kertoimet myös matalille taa-

juuksille, joten Omron-askelmittarin ominaisuus todennäköisesti laskee hiveneren kertoimien arvoja kauttaaltaan.

Saavutettu kerroinjoukko antaa hyvän tuloksen tarkasteltaessa tuloksia päivätasolla. Yhtäläisyyksiä löytyi myös verrattaessa tutkimuksella löydettyjä taajuuskohtaisia kertoimia aktiveettikohtaisiin kertoimiin. Taulukossa 3 on keskimääräiset lajikohtaiset kertoimet ja niitä vastaavat minuuttitaajuudet. Kuvassa 14 on esitetty samat tulokset aktiveetteihin luokittelemattomana asettamalla kaikkien suoritusten antamat kertoimet niitä vastaaville minuuttitaajuuksille (10, s. 53). Muodoltaan saatu kertoimien joukko muistuttaa kuvassa yhtenäisellä viivalla esitettyä kolmannen asteen polynomista trendiviivaa. Lahdenperä määritteli opinnäyteyössään kertoimet vertaamalla countlukemaa videolta laskettuun askelmäärään (10, s. 33). Tässä tutkimuksessa tuloksena saatu kertoimien joukko on kaikilla minuuttitaajuuksilla Lahdenperän tutkimuksen trendiviivan alapuolella. Vertailumittareiden antama askelmäärän keskimääräinen poikkeama videolta laskettuun askelmäärään on taulukon 2 mukaan erityisen suurta siivouksessa. Voidaan arvella, että siivousta vastaavia aktiveetteja on normaalisti huomattava määrä päivän aktiveeteista. Mikäli vertailumittarit huomioivat tämän aktiveetin tyyppiset aktiveetit huonosti, jää päivittäisestä askelmäärästä askelia huomiotta. Vertailumittarin todellisuutta pienempi askelmäärä aiheuttaa koko kertoimien joukon trendin laskun. Toisaalta askeleen määritelmä ei ole yksiselitteinen. Videolta lasketut askelmäärät voivat myös olla liian suuria tai pieniä eri määritelmiä käytettäessä.





KUVA 14. Lahdenperän tutkimuksen suorituksista saatujen kertoimien ja taajuuden välinen yhteys (10, s. 53)

Kuvasta 13 näkyy saatu lopullinen kertoimien joukko. Siinä kertoimet nousevat voimakkaasti välillä f4–f6. Iteroinnin tekeminen tällä välillä pienempiin lohkoihin voisi olla perusteltua. Näin saataisiin tarkempi kuva, mitä tuolla välillä tapahtuu.

Opinnäytetyöni aikana opin ymmärtämään tutkimuksen merkitystä tuotekehityksessä ja tutkimuksen luonnetta osana tuotekehitystä. Lisäksi opin yleisiä käytäntöjä tutkimuksen tekemiseen ja mittauksien järjestämiseen. Oikein järjestetyllä työvaiheilla pystyy tutkimuksessakin säästämään aikaa ja saamaan parempia tuloksia.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja riittävän laaja. Ajankäytön hallintaan ja omien resurssien tuntemiseen työ antoi hyviä työkaluja. Lisäksi työ antoi mahdollisuuden toimia alan ammattilaisten kanssa osana yksityistä tutkimusyksikköä. Tärkeimpänä ammatillisena kasvuna koin tutkimusten merkityksen ja soveltamismahdollisuuksien huomaamisen työni aikana.

## LÄHTEET

1. Fogelholm, Mikael – Oja, Pekka 2005. Terveysliikuntasuosituksset. Teok-  
sessa: Fogelholm, Mikael – Vuori, Ilkka (toim.) Terveysliikunta: Fyysinen ak-  
tiivisuus terveyden edistämässä. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.
2. Liikuntapiirakka 2011. Saatavissa:  
<http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka> Hakupäivä 3.11.2011.
3. Tudor-Locke, Catrine – Hatano, Yoshiro – Pangrazi, Robert P. – Kang,  
Minsoo 2008. Revisiting “How Many Steps Are Enough?”. *Medicine &  
Science in Sports & Exercise* vol. 40 nro. 7S. S. 537–543.
4. Tudor-Locke, Catrine – Johnson, William D. – Katzmarzyk, Peter T. 2009.  
Accelerometer-Determined Steps per Day in US adults. *Medicine & Science  
in Sports & Exercise* vol.41, nro. 7. S. 1384–1391.
5. Moody, A.G. 2009. Who First Invented the Pedometer? Saatavissa:  
<http://www.livestrong.com/article/16166-first-invented-pedometer/> Hakupäivä  
3.11.2011.
6. Mena, Adrianna 2004. Had They Only Been Built – Da Vinci’s Invention  
Intentions. Saatavissa: [http://missmena.wordpress.com/2009/03/03/had-  
they-only-been-built-da-vincis-invention-reservoir/](http://missmena.wordpress.com/2009/03/03/had-they-only-been-built-da-vincis-invention-reservoir/). Hakupäivä 3.11.2011.
7. Hannu, Jari 2010. T232003 Anturitekniikka 3op. Opintojakson oppimateri-  
aali syksyllä 2010, Kiihtyvyyssanturit. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakou-  
lu tekniikan yksikkö.
8. Kang, Minsoo 2009. Effect of pedometer-based physical activity interven-  
tions: a meta-analysis. Saatavissa: [http://goliath.ecnext.com/coms2/gi\\_0199-  
11387599/Effect-of-pedometer-based-physical.html](http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-11387599/Effect-of-pedometer-based-physical.html). Hakupäivä 3.11.2011.
9. Biomechanics of Walking (Gait). 2009. Saatavissa:  
<http://www.footeducation.com/biomechanics-of-walking-gait>. Hakupäivä  
3.11.2011.

10. Lahdenperä, Juhani 2011. Askelmäärän mittaus ranteessa pidettävän kiihtyvyyssanturin avulla. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, hyvinvointiteknologian koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
11. Korrelaatio ja riippuvuusluvut. 2004. KvantiMOTV. Saatavissa: <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/korrelaatio/korrelaatio.html>. Hakupäivä 3.11.2011.
12. GT3X Specifications. Saatavissa: [www.theactigraph.com/wp-content/uploads/GT3X-Specs.pdf](http://www.theactigraph.com/wp-content/uploads/GT3X-Specs.pdf). Hakupäivä 3.11.2011.
13. Step counter Walking Style III 2010 Instruction Manual. Saatavissa: [http://www.omron-healthcare.com/export/sites/default/global/STC/IM\\_STC/HJ-203-E\\_01-05-2010\\_EN.pdf](http://www.omron-healthcare.com/export/sites/default/global/STC/IM_STC/HJ-203-E_01-05-2010_EN.pdf). Hakupäivä 3.11.2011.
14. Walking Style III. Saatavissa: <http://www.omaomron.fi/tuotteet?ryhma=OMRON+askelmittarit&tuote=Walking+style+III&r=60&t=18392709>. Hakupäivä 3.11.2011.
15. Kinnunen, Hannu – Niemimäki, Mika 2011. Tutkimuskäyttöön tarkoitettu Polar Activen prototyyppi. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Juho Lääkkö. 12.5.2011.

Toimenpide	Tarkempi kuvaus	Lisähuomio
<b>Rannelaitteiden alustus</b>		
	Aseta mittariin uusi paristo	
	Tee mittarille tehdasetukset	Muisti tyhjäksi
	Käynnistä mittari ja aseta kello ja päivämäärä oikeaksi käyttäen referenssinä tietokoneen kelloa	ActiGraph GT3X ottaa ajan tietokoneesta
	Kellon ajanasetus: Laita kello näyttämään samaa lukemaa kuin tietokone. Odota että tietokoneessa vaihtuu kellonaika ja vaihda samalla mittariin ja hyväksy aika	Rannekkeessa voi asettaa ajan minuutin tarkkuudella. Sekunnit nollaantuu ja alkaa kertymään ajan muuttuessa
	Tarkista jokaisen kellon pvm ja kellonaika ja lukitse samalla näppäimet	
	Aloita loggaus	Turha data voidaan poistaa myöhemmin
<b>Askelmittareiden alustus</b>		
	Anna askelmittari käyttäjälle ilman myyntikotelo.	Helpompi ottaa heti käyttöön
	Resetoi laite luovutuksen yhteydessä, jolloin koehenkilön on pakko laittaa omat tiedot mittarille.	
<b>Actigraphien alustus</b>		
	Laita Epoch ajaksi 60sekuntia	
	Laita mittauksen aloitusaika 10min tästä hetkestä	Mittarit varmuudella päällä kun laitteet luovutetaan
	Älä laita mittaukselle lopetusaikaa	Turha data voidaan poistaa lopusta
	Valitse kaikki tiedot kerättäväksi (3D aktiivisuus lukemat, askeleet ja kaltevuusmittaus)	
	Kytke Led valo sammuneeksi mittauksien ajaksi	Varmuus syistä säästetään akkua
	Aseta tiedot mittarille painamalla "initialize all"	

Toimenpide	Tarkempi kuvaus	Lisähuomio
<b>Laitteiden luovutus</b>		
	Anna Omron askelmittari, ActiGraph aktiivisuusmittari ja rannelaite käyttäjälle	
	Anna käyttöohjeet ja käytönseurantataulukko koehenkilölle	
	Pyydä käyttäjää aloittamaan askelmittarin resetoinnilla	
	Varmista, että käyttäjä saa kaikki mittarit puettua ja mittaukset alkavat.	
	Merkitse mittareiden tiedot ja aloitusaika ylös.	
	Varmista, että ohjeistus on ymmärretty.	
<b>Laitteiden keräys</b>		
	Merkitse luovutuslistaan vastaanottamisaika	
	Lopeta loggaus rannelaitteelta	
	Kiitä koehenkilöä ja tarkista käyttöseuranta taulukko	Tässä vaiheessa jo hyvä kysyä tarkennuksia epäselvistä merkinnöistä
	Pura tesitdata tietokoneelle ja numeroi tiedostot koehenkilön numeron mukaan.	

### Mittareiden käyttö

Pue mittarit herätessäsi aamulla ja riisu nukkumaan mennessäsi illalla. Laitteet eivät ole vesitiiviitä, RIISU MITTARIT suihkussa, saunassa, uudessa tai muissa vesiaktiiviteeteissa. Jos jossakin tilanteessa et pysty käyttämään jotain mittareista, riisu kaikki mittarit pois. Mitään mittareista ei tule käyttää yksittäin. Jos mittarit ovat poissa käytöstä yli puoli tuntia, merkitse se päiväkirjaan. Tarkemmat mittarikohtaiset ohjeet jäljempänä.

### Aktiviteetti päiväkirja

Kaikki yli puolen tunnin mittaiset aktiviteetit tulee merkitä päiväkirjaan. Tutkimuksen kannalta on oleellista tietää, kuinka paljon askeleita kertyy missäkin aktiviteetissa. Merkitse siis päiväkirjaan aktiviteetin alkamis- ja loppumisaika (mahdollisimman tarkasti) ja näitä ajanhetkiä vastaavat askelmäärät Omron askelmittarilta. Allaolevassa esimerkki päivässä on toimistossa olo merkattu yhdeksi aktiviteetiksi, siivous toiseksi ja kävely kolmanneksi aktiivisuudeksi. Mittarilta voi lukea koko päivän aktiivisuudet edellisen 7 päivän osalta.

Esimerkki päivä:

pe 4.3.	Alussa		Lopussa		Aktiviteetti/huomioita
	Aika	Askeleet	Aika	Askeleet	
	7:		7:		
	8:10	810	8:		}
	9:		9:		
	10:		10:		
	11:		11:		
	12:		12:		} töissä
	13:		13:		
	14:		14:		
	15:		15:		
	16:		16:35	4810	} viikkosiivous
	17:50	5300	17:		
	18:		18:30	8834	
	19:		19:		
	20:55	9117	20:		} kävelylenkki
	21:		21:		
	22:		22:05	15315	
	Koko päivä: 19618				

Kuva 1: Esimerkki päiväkirjan täyttämisestä

## Omron askelmittari

### Alkuasetukset

Paina kynän kärjellä mittarin takapuolelle upotettua ”Set” nappia. Aseta kellonaika rannelaitteen aikaa vastaavaksi ja sekä oma paino ja pituus oikeiksi. ”Stride” asetukset tarkoittaa askelpituutta, jonka mittari laskee pituutesi perusteella. Mikäli tiedät oman keskimääräisen askelpituutesi, muuta se mittarille, muutoin anna askelmitan olla laskennallisessa arvossa.

### Askelmittarin asettelu

Mittari laskee askelia kaksikulotteisen kiihtyvyyssanturin avulla. Mittarin etupuoli (näyttö) ja takalevy suunnassa mittausta ei tapahdu, joten mittari pitää asetella niin, että näyttösiivu poikkeaa korkeintaan 30° pystysuunnasta. Katso kuva 2.

Laite kestää sivuttaissuuntaisen kulmavaihtelun ja mittaa askeleet jopa ylösalaisin.





Kuva 2: Mittarin asettelu

Aseta mittari roikkumaan klipsillä tai muilla nauhoilla paidan kaula-aukkoon, taskuun, kaulalle, rintaliivin pidikkeeseen ym. tekstiiliin siten, että laitteen asettelu täyttää em. ehdot. Taskuun asetettaessa, klipsi pitää kiinnittää taskun reunaan putoamisen välttämiseksi.



Kuva 3: Omron askelmittarin asettelu

### Tulosten luku

Askelmäärän voit lukea painamalla ”MODE” – nappia niin kauan, että näytön alareunassa lukee ”steps”. Näytöllä oleva luku on tälle päivälle kertyneet askeleet tähän hetkeen mennessä.

Aikaisempien päivien askelmäärät voit lukea painamalla ”MEMO” – nappia. Voit lukea 7 aikaisemman päivän askelmäärät.

## Polar rannelaite

### Rannelaitteen käyttö

Pidä rannelaitetta ei-dominoivassa kädessäsi (esim. oikeakätiset vasemmassa) aina lähimpänä kämmentä. Esimerkiksi sykemittari tulee kiinnittää toiseen käteen tai käsivarteen tämän rannelaitteen yläpuolelle.

Älä tee rannelaitteen asetuksille mitään. Pidä näppäimet lukittuna koko tutkimusjakson ajan.

### ActiGraph aktiivisuusmittarivyo

#### Laitteen asettelu

ActiGraph on lantiolle kiinnitettävä aktiivisuusmittari. Laite tulee asettaa lantion sivuun lantioluun kohdalla (sivulle housun sauman kohdalle) oikein päin eli "UP" teksti aina ylöspäin. Laite tulee asettaa tukevasti vyöllä kiinni, niin ettei se heilu vapaasti.

Housuissa joissa on vyösolki, laite pysyy helposti paikallaan pujottamalla se vyösoljen läpi. Joustavissa materiaaleissa, urheiluhousu, mittari pysyy tukevasti paikallaan asetettaessa se housujen alla.