



Samuli Rajala

# Tyyli vai terveys? - Miten erilaiset jalkinemallit vaikuttavat jalkojen hyvinvointiin?

## Tapaustutkimus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysalan ammattikorkeakoulututkinto

Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

03.11.2023

Tekijä	Samuli Rajala
Otsikko	Tyyli vai terveys? - Miten erilaiset jalkinemallit vaikuttavat jalkojen hyvinvointiin?
Sivumäärä	56 sivua + 13 liitettä
Aika	03.11.2023
Tutkinto	Apuvälineteknikko AMK
Tutkinto-ohjelma	Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Lehtori Tomi Nurminen Yliopettaja Kaarina Pirilä
<p>Ihminen syntyy maailmaan paljain jaloin, mutta elinympäristömme vaatimuksiin vastataksseen on ihmisen täytynyt kehittää välineitä jalkojensa suojaamiseksi. Tämä apuvälinetekniikan opinnäytetyö on tapaustutkimus liittyen erityyppisiin jalkineisiin ja niiden mahdollisista vaikutuksista jalkateriin.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa kuinka erityyppiset jalkinemallit vaikuttavat jalkateriin kohdistuviin paineisiin ja kävelyn biomekaniikkaan. Mittauksissa saatuihin tuloksiin pohjautuen on pyritty tekemään oletuksia, miten ne voisivat mahdollisesti vaikuttaa pitkän ajan kuluessa jalkojen hyvinvointiin.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on lisätä ihmisten tietoutta siitä, miten erityyppiset jalkineet vaikuttavat jalkateriin kohdistuviin paineisiin ja sitä kautta mahdollisesti jalkojen hyvinvointiin. Tavoitteena on lisätä apuvälinetekniikan alan ymmärrystä jalkineisiin liittyen, koska jalkojen terveys ja hyvinvointi, pohjalliset ja jalkineet liittyvät vahvasti apuvälinetekniikkaan. Alan työtehtävissä voi hyvinkin joutua myymään jalkineita, jolloin tämän tyyppisten asioiden ymmärtäminen on tärkeää.</p> <p>Työ aloitettiin tekemällä alustava kirjallisuuskatsaus ja etsimällä lähteitä työn teoriaosuutta varten sekä tähän työhön verrannollisia tutkimuksia. Työ eteni mittauksen suorittamiseen ja tulosten yhteen kokoamiseen, josta siirryttiin tulosten analysointiin. Tulosten analysoinnin jälkeen niitä vertailtiin löydettyyn teoriatietoon sekä löydettyihin tutkimuksiin.</p> <p>Opinnäytetyön mittaukset suoritettiin Metropolian Myllypuron kampuksen liikelaboratoriossa. Mittauksiin osallistui vain yksi kävelijä, jotta vain jalkineiden vaikutus saataisiin nähtyä. Mittaukset tehtiin 12 jalkineparilla, jotka jaettiin kolmeen jalkineryhmään. Jokaisen ryhmän sisällä vertailtiin ryhmän keskinäisiä ominaisuuksia sekä eri ryhmien ominaisuuksia vertailtiin toisiinsa. Vertailtavia asioita olivat esimerkiksi jalkineen koon vaikutus, lestin vaikutus, koron korkeuden ja pinta-alan vaikutus. Mittauksissa hyödynnettyjä laitteita olivat MediLogic pintapainemittaus sekä OptoGait.</p> <p>Mittauksissa syntyneitä tuloksia ei voida niiden kertaluontoisuuden takia pitää yleistettävänä. Mittaustulosten pohjalta pääteltiin seuraavia asioita: liian pienet ja suuret jalkineet kuormittavat jalkateriä enemmän kuin sopivat jalkineet, leveämpi lesti jakaa paineen jalkapohjassa laajemmalle alueelle, korollinen jalkine ei automaattisesti tarkoita suurempaa painekertymää kuin koroton jalkine, koron korkeus vaikuttaa askeltiheyteen käveltäessä.</p>	
Avainsanat	Jalkineet, kävelyn biomekaniikka, plantaaripaine

Author	Samuli Rajala
Title	Style or health? – How different footwear models affect the well-being of the feet?
Number of Pages	56 pages + 13 appendices
Date	03 November 2023
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Prosthetics and Orthotics
Instructors	Tomi Nurminen, Lecturer Kaarina Pirilä, Principal Lecturer
<p>Human is born into the world with bare feet, but to meet the demands of our environment, human has had to develop tools to protect his feet. This Orthotics and Prosthetics thesis is a case study related to different types of footwear and their possible effects in terms of the well-being of the feet.</p> <p>The purpose of this thesis is to map how different types of footwear models affect the pressure on the feet and the biomechanics of walking. Based on the results obtained in the measurements, an effort has been made to make assumptions about how they could potentially affect the well-being of the feet over a long period of time.</p> <p>The aim of this thesis is to increase people's awareness of how different types of footwear affect the pressure on the feet and thus possibly the well-being of the feet. The aim is to increase the understanding of the field of assistive technology in relation to footwear because the health and well-being of the feet, insoles and footwear are strongly related to assistive technology. You may well have to sell footwear in your work in the field, in which case understanding these types of things is important.</p> <p>The work started by conducting a preliminary literature review and searching for sources for the theoretical part of the work, with numerous studies for this work. The work progressed to performing the measurements and compiling the results, from which we moved on to the analysis of the results. After the theory study, the results were examined for the theoretical knowledge and the studies found.</p> <p>The measurements of the thesis were carried out in the movement laboratory of Metropolia's Myllypuro campus. Only one walker participated in the measurements, so that only the effect of the footwear could be seen. The measurements were made with 12 pairs of footwear, which were divided into three footwear groups. Within each group, the mutual characteristics of the group were compared, and the characteristics of different groups were compared to each other. Things to be compared were, for example, the effect of shoe size, the effect of the last, the effect of heel height and surface area. The devices used in the measurements were MediLogic surface pressure measurement and OptoGait.</p> <p>Due to their one-off nature, the results generated in the measurements cannot be considered generalizable. Based on the measurement results, the following things were concluded: shoes that are too small or too big load the feet more than shoes that fit, a wider last distributes the pressure on the sole of the foot over a wider area, footwear with a heel does not automatically mean a greater accumulation of pressure than footwear without a heel, the height of the heel affects the frequency of steps when walking.</p>	
Keywords	Footwear, gait analysis, plantar pressure

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Jalkineet ja niiden historiaa	2
2.1	Jalkineiden historiaa	2
2.2	Hyvät jalkineet	2
3	Jalkaterä ja sen virheasentoja	3
3.1	Jalkaterä jalkineen sisällä	3
3.2	Korkeat korot jalkineissa	4
4	Kävely ja sen biomekaniikka	5
4.1	Mitä kävely on?	5
4.2	Kävelyn vaiheet	6
4.3	Kävelyn vaadittavat biomekaaniset ominaisuudet	8
5	Tapaustutkimus	9
6	Opinnäytetyön toteutus	10
7	Kävelyn analysoinnin mittaukset ja laitteisto	11
7.1	MediLogic WLAN insole-jalkinepintapainemittaus	11
7.2	OptoGait-kävelyanalyysi	16
7.3	Lähtötilanne	17
8	Mittauksissa käytetyt jalkineet	19
8.1	Matalakantaiset vapaa-ajan jalkineet	19
8.2	Sandaalit	21
8.3	Korkeakorkoiset jalkineet	22
9	Mittaustulokset ja vertailu	24
9.1	Paljain jaloin	24
9.2	Matalakantaiset vapaa-ajan-jalkineet	25
9.3	Sandaalit	33
9.4	Korolliset jalkineet	41
10	Johtopäätökset	49
11	Pohdinta	55

Liite 1. Paljain jaloin MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 2. Converse sopiva MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 3. Converse pieni MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 4. Converse suuri MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 5. Lenkkikengät MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 6. Birckenstock kapea lesti 1 cm pohja MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 7. Birckenstock paksu pohja MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 8. Birckenstock leveä lesti MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 9. Ohut kesäsandaali MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 10. Niittikorkokenkä MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 11. Käärmekorkokenkä MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 12. Korkosandaali MediLogic & OptoGait tulokset	1
Liite 13. Nilkkuri MediLogic & OptoGait tulokset	1

# 1 Johdanto

Ajatus tälle opinnäytetyölle lähti opinnäytetyöntekijää itseään kiehtovasta ajatuksesta: mikä on hyvännäköisten ja muodikkaiden jalkineiden vaikutus jalkaterien hyvinvoinnille? Tässä opinnäytetyössä ei ole yhteistyötahoja, vaan tämä on toteutettu apuvälinetekniikan opiskelijan itsenäisenä selvityksenä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa kuinka erityyppiset ja eri ominaisuuksilla varustetut jalkineet vaikuttavat jalkateriin kohdistuviin paineisiin ja kävelyn biomekaniikkaan. Näitä asioita on pyritty selvittämään Metropolian Myllypuron kampuksen liikelaboratoriosta löytyviä laitteita hyödyntäen. Mittauksissa käytetyt laitteet tullaan esittelemään tarkemmin kappaleissa 5 sekä 6 ja käytetyt jalkineet kappaleessa 7. Mittaustulosten pohjalta on yritetty tehdä oletuksia, miten erilaiset jalkineet voisivat mahdollisesti vaikuttaa pitkän ajan kuluessa jalkojen hyvinvointiin. Täysin tieteellinen vastaaminen asiaan vaatisi huomattavasti laajemman tutkimuksen, jossa seuranta-aika olisi myös pidempi; tästä syystä työssä on pyritty pohtimaan mahdollisia vaikutuksia vain olettamuksellisesti.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on lisätä ihmisten tietoutta siitä, miten erityyppiset jalkineet vaikuttavat jalkateriin kohdistuviin paineisiin ja sitä kautta mahdollisesti jalkojen hyvinvointiin. Työn tavoitteena on myös lisätä apuvälinetekniikan alan ymmärrystä jalkineisiin liittyen. Jalkojen terveys ja hyvinvointi, pohjalliset ja jalkineet liittyvät vahvasti apuvälinetekniikkaan ja alan työtehtävissä voi hyvinkin joutua myymään jalkineita, jolloin tämän tyyppisten asioiden ymmärtäminen on tärkeää. Myös muut jalkineiden kanssa työskentelevät ihmiset ja ammattiryhmät sekä jalkojen hyvinvoinnin parissa työskentelevät henkilöt voivat hyötyä tästä opinnäytetyöstä.

Työ aloitettiin tekemällä alustava kirjallisuuskatsaus ja etsimällä lähteitä työn teoriaosuutta varten sekä tähän työhön verrannollisia tutkimuksia. Työ eteni mittausten suorittamiseen ja tulosten yhteen kokoamiseen, josta siirryttiin tulosten analysointiin. Analysointivaiheessa eri jalkineilla saatuja mittaustuloksia vertailtiin keskenään. Tulosten analysoinnin jälkeen niitä vertailtiin löydettyyn teoriatietoon sekä löydettyihin tutkimuksiin.

Aihe on ajankohtainen ja kaikkia jalkineita käyttäviä ihmisiä koskettava, koska monilla nykyajan ihmisistä on tarve pukeutua tyylikkäästi ja sitä kautta ilmaista itseään. Opin-

näytetyön tekijällä on kuitenkin epäily, että moni menee jalkinevalinnoissaan hyvinkin paljolti tyyli edellä eikä sen mukaan mikä jalassa tuntuisi hyvältä ja mikä olisi pitkällä tähtäimellä ajateltuna hyväksi jalkojen hyvinvoinnille. Lisäämällä ihmisten tietoutta jalkineiden vaikutuksista jalkateriin, voivat he vaikuttaa omilla valinnoillaan omaan hyvinvointiinsa.

## 2 Jalkineet ja niiden historiaa

### 2.1 Jalkineiden historiaa

Ihminen syntyy maailmaan paljain jaloin, mutta sen perustarpeisiin kuuluu suojautuminen erilaisten olosuhteiden varalta. Kekseliäisyytensä ansiosta ihminen on löytänyt ratkaisuja jalkojensa suojaamiseksi esimerkiksi kasvi- ja eläinkunnasta saatavia materiaaleja hyödyntäen. Vanhin todiste jalkineiden olemassaolosta sijoittuu vuodelle 8000 eKr. Amerikasta löydettyihin intiaanimokkasiineihin. (Lähikari 2008: 6.)

Tämän päivän kuluttajan on vaikea kuvitella 1900-luvun alkupuolella vallinnutta tilannetta, jolloin harva omisti enemmän kuin yhden parin kenkiä. Kenkiä toki oli, mutta niiden kalliista hinnasta johtuen olivat ne työväenluokan kansalaiselle vain unelma. Kenkämuodista voitiin puhua ainoastaan yläluokan ja porvariston keskuudessa, sillä vain heillä oli kenkiä eri tilaisuuksiin. (Lähikari 2008: 28.)

Tavallinen kansa niin maaseudulla kuin kaupungissakin hankki jalkineensa suutarilta tai vaihtoehtoisesti ne tehtiin itse. Tavallista oli myös periä niitä vanhemmilta tai sisaruksilta. Jalkineet eivät olleet luksusta vaan todellisia kestohyödykkeitä, joita paikattiin ja korjattiin. Uusia, kalliita kenkiä käytettiin alkuun vain juhlatilaisuuksissa ja kirkkomatkoilla. (Lähikari 2008: 28.)

### 2.2 Hyvät jalkineet

Vain yhdentyypisiä jalkineita ei tulisi käyttää jokaisessa aktiviteetissa. Esimerkiksi urheiltaessa lajikohtaisten jalkineiden käyttäminen voi auttaa estämään vakavia vammoja. Jalkineita valittaessa monilla on usein kolme päähuolta: hinta, mukavuus ja tyyli. Näistä kolmesta mukavuuden tulisi olla tärkein tekijä jalkineita ostettaessa, kun taas kaksi muuta ovat henkilökohtaisia toissijaisia huolenaiheita. (Murphy & Webster 2019: 229.)

Jalkoja ei tule sovittaa jalkineisiin, vaan päinvastoin jalkineiden on oltava jalkoihin sopivat. Jokaisen ihmisen jalkaterien koko, malli, jalkakaaren korkeus, päkiän ja kantapään leveys sekä päkiän ympärysmitta ovat yksilölliset. Nämä ominaisuudet eivät ole muuttamattomia, vaan ne vaihtelevat ja muuttuvat jalkojen kuormituksen, elintapojen ja ikääntymiseen liittyvien muutosten myötä. Lisäksi osalla ihmisistä on jalkaterän ja varpaiden asentopoikkeamia ja tiettyjen sairauksien yhteydessä muutoksia jalkaterien rakenteissa. Näin ollen ei ole olemassa yhtä utopistista jalkinetta, joka sopisi jokaiselle täydellisesti. Jalkalääkärit ja pedortistit työskentelevät yhdessä luodakseen ratkaisuja maailman lukuisten jalkaongelmien ratkaisemiseksi. Ratkaisuiden saavuttamiseksi tarvitaan ymmärrystä anatomiasta, kävelyanalyysistä, patomekaniikasta ja monista muista jalkoihin vaikuttavista tekijöistä. (Murphy & Webster 2019: 229.; Saarikoski & Stolt 2023: Kengän istuvuuden vaikutus jalkaterveyteen.)

Asianmukaiset jalkineet auttavat pystyasennon hallinnassa sekä tukevat jalkaterien toimintaa tukemalla alaraajojen niveliä ja ohjaamalla niiden toimintoja niin että lihakset toimivat mahdollisimman vähän rasittuen liikuttaessa erilaisilla alustoilla. Hyvät jalkineet vähentävät kudoksiin kohdistuvaa kitkaa ja hankausta, vaimentavat iskuja liikuttaessa kovilla alustoilla ja luovat pohjan esim. tukipohjallisten käytölle. Lisäksi ne suojaavat jalkateriä ulkoisilta tekijöiltä kuten kylmyydeltä, kuumuudelta, kosteudelta, teräviltä esineiltä, kolhuilta ja kemikaaleilta. (Liukkonen & Saarikoski, 2004: 38.)

### **3 Jalkaterä ja sen virheasentoja**

#### **3.1 Jalkaterä jalkineen sisällä**

Jalkaterveyden kannalta tärkeintä on kiinnittää huomiota jalkineiden istuvuuteen. Tärkeimmät ominaisuudet istuvuuden kannalta ovat laajuus, leveys ja pituus. Jalkineen päällisen ei tule pullistua pohjan ulkopuolelle eikä muuttua muotoaan jalkaterän ulokkeiden johdosta. Sopiva jalkine ei paina, purista eikä hankaa, vaan tuntuu mukavan napakalta. Sopivassa jalkineessa kantapää pysyy kävellessä tukevasti paikallaan ja suorassa asennossa. (Saarikoski & Stolt 2023: Kengän istuvuuden vaikutus jalkaterveyteen.)

Liian lyhyet jalkineet voivat aiheuttaa erilaisia haittoja jalkateriin. Ne estävät jalkaterien luonnollista ojentumista ja aiheuttavat painetta varpasiin sekä kynsiin. Ne voivat aiheuttaa myös kovettumia ja känsiä, varpaiden virheasentoja sekä kynsiongelmia. Liian lyhyissä jalkineissa varpaiden työntyminen nivelestä ylöspäin altistaa ns. vasaravarpai-



den muodostumiselle. Liian lyhyet jalkineet voivat myös aiheuttaa alaraajojen toimintoihin muutoksia. (Lähikari 2008: 24.; Saarikoski Liukkonen 2004: 40.)

Jalkineiden ollessa liian kapeat varpaiden kohdalta, kääntyvät isovarpaat sisäänpäin ja isovarpaiden nivelet ulospäin. Tämä virheasento on hallux valgus, jota kutsutaan myös vaivaisenluuksi. Se on melko yleinen vaiva etenkin ikääntyvillä naisilla. Liian kapeiden jalkineiden lisäksi liian lyhyet ja liian korkeakorkoiset jalkineet ovat usein vaivaisenluun aiheuttajana. Lisäksi tiukat jalkineet puristavat verisuonia ja haittaavat verenkiertoa. (Lähikari 2008: 24.)

Liian pitkissä tai laajoissa jalkineissa jalat liukuvat jalkineiden sisällä edestakaisin käveltäessä. Käynti tulee epävakaiseksi aiheuttaen jalkojen rasittumista ja hiertymiä. Liian laaja kantaosa ei tue kantapäätä ja voi aiheuttaa sekä rakkoja että hiertymiä. (Lähikari 2008: 24.)

### 3.2 Korkeat korot jalkineissa

Jalkineiden niin matalat kuin korkeatkin korot muuttavat pystyasentoa sekä vaikuttavat alaraajojen ja koko kehon nivelten asentoihin, lihastoimintoihin sekä kuormitukseen. Koron korkeus vaikuttaa siihen kuinka lieviä tai suuria aiheutuvat muutokset ovat. Arki- ja työkenkien suositeltava korko on alle kaksi senttimetriä. (Saarikoski & Stolt 2023: Kengän koron ja lestin vaikutus jalkaterveyteen.)

Korkokengissä päkiä kuormittuu voimakkaasti, ja jos korkean koron lisäksi kärki on kapea, varpasiin kohdistuva paine tulee erittäin suureksi valmiiksi vähäisestä tilasta johtuen. Korkeakorkoisten ja kapeakärkisten jalkineiden käyttö on yleisin syy päkiäkipuihin. Kivun lisäksi kuormituksen siirtyminen päkiälle voi aiheuttaa päkiän leviämistä ja laskeutumista sekä päkiän rasvatatjan siirtymistä varvaspoimuun. Tarsaaliluiden kuormittuminen lisää myös nivelrikon riskiä. Jalkineiden vaikutuksia polven kuormittumiseen tutkittaessa on ilmennyt, että polviniveltä kuormittivat vähiten alle senttimetrin korot ja paljain jaloin liikkuminen. (Lähikari 2008: 24.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 45. Saarikoski & Stolt 2023: Kengän koron ja lestin vaikutus jalkaterveyteen.)

Koron vaikutuksesta alaraajassa nilkkanivel plantaarifleksoituu ja polvien koukistus lisääntyy. Korko vaikuttaa myös lantion asentoon ja sen vaikutuksesta selän notko suurenee ja lantio kallistuu normaalia enemmän eteenpäin. Selkärangan asennon muuttuminen korkojen vaikutuksesta voi aiheuttaa selkäkipuja. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 45.; Lähikari 2008: 24. Saarikoski & Stolt 2023: Kengän koron ja lestin vaikutus

jalkaterveyteen.; Väyrynen 2023: Kenkien vaikutus jalkaterän taka- ja keskiosan toimintaan.)

Korkea korko ja pieni korkolappu lisäävät jalkineen ja kävelyn epävakautta. Epävakaudesta lisää kaatumisen ja nilkan nyrjähtämisen riskiä. Yli 4 cm:n korot lyhentävät askelpituutta kävellessä. Lisäksi kehon painopisteen muuttunut sijainti vaikeuttaa tasapainon hallintaa ja voi haitata luonnollista askelrytmiä (Lähikari 2008: 24.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 45. Saarikoski & Stolt 2023: Kengän koron ja lestin vaikutus jalkaterveyteen.; Väyrynen 2023: Kenkien vaikutus jalkaterän taka- ja keskiosan toimintaan.)

Korkeat korot aiheuttavat jalkaterän liukumista jalkineen varvasosaan, ja jos jalkineen vuori ja sisäpohja ovat kiiltäväpintaista materiaalia, liukumisefekti lisääntyy. Näin tapahtuu etenkin avokkaita käytettäessä, joiden etukappale on lyhyt eikä siksi tue jalkaterää. (Lähikari 2008: 24.)

Pitkäaikaisessa korkokenkien käytössä kehittyi kovettumia, varpaiden ja jalkaterän etuosan virheasentoja (vaivaisenluu, vasaravarpaat, levinnyt päkiä). Päkiä kipeytyy ja ilmenee hermojen pinnetiloja sekä limapussin tulehduksia. Jatkuva korkeakorkoisten kenkien käyttö aiheuttaa lihasepätasapainon sääri- ja pohjelihaksiin ja heikentää alaraajojen verenkiertoa. (Liukkonen & Saarikoski, 2004: 45.)

Isovarpaan sisäänpäin kääntymistä tutkittaessa tuhansille jaloille tehdyt mittaukset osoittavat, että naisten jalkojen muutokset alkavat jo 11 vuoden iässä. Asiantuntijat ovat täysin yksimielisiä siitä, että teräväkärkisten kenkien ja korkeiden korkojen käyttö on pääasiallisesti syynä naisten iän myötä lisääntyviin jalkojen epämuodostumiin. (Lähikari 2008: 24–25.)

## **4 Kävely ja sen biomekaniikka**

### **4.1 Mitä kävely on?**

Kävely on ihmisen pääasiallinen liikkumismuoto maalla, joka opitaan normaalisti noin yhden vuoden ikäisenä. (Ahonen & Sandström 2011: 289). Kävely on pystyssä, kahden raajan varassa tapahtuvaa etenemistä. Toisin sanoen se on monimutkainen kokonaisuus erilaisia liikkeitä, johon kuuluvat ala- ja yläraajojen sekä vartalon liikkeet. Kävely ei ole sisäänrakennettujen refleksien tulos vaan on opittava taito ja sen oppiminen

vaatii sekä hyvät olosuhteet että ympäristön. Kypsän kävelyn ihminen saavuttaa noin neljän vuoden iässä. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 137–138.)

## 4.2 Kävelyn vaiheet

Yhden askelsyklin aikana ihminen ottaa yhden askelparin eli kaksi askelta. Yhden askelsyklin tapahtumaa kuvataan 100 %:lla. Kävelyn kahdeksan vaihetta vievät kukin jonkin prosentuaalisen osan tuosta syklistä. Yksi sykli jakautuu kahteen kaksoistukivaiheeseen ja kahteen yhden jalan tukivaiheeseen. Yleensä sykliä tarkastellaan jommankumman alaraajan toiminnan kautta. Yhdellä raajalla tukivaihe kestää noin 60 % syklistä ja heilaidusvaihe noin 40 % koko syklistä. (Ahonen & Sandström 2011: 297.)

### Tukivaihe

Tukivaiheeseen kuuluu viisi eri vaihetta: **alkukontakti**, **kuormitusvaste**, **keskitukivaihe**, **pääötstukivaihe** sekä **esiheilaidus**. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 143–150.)

### Alkukontakti

Alkukontakti aloittaa tukivaiheen ja kuuluu tehtävältään kuormituksen vastaanottoon. Kantapää iskeytyy alustaan kohtisuoralla voimalla. Paino jakautuu taaemman jalan ja alustalle osuvan etummaisesta jalan kesken siirtyen kohti etummaista jalkaa. Toinen käsivarsi on takana, ja vastakkainen käsivarsi on edessä. Ylävartalo kiertyy vertikaaliakselin ympäri käsivarren liikkeen jatkoksi. Alkukontakti sulautuu seuraavaan vaiheeseen, kuormitusvasteeseen saumattomasti ja aloittaa ensimmäisen kahden jalan tukivaiheista. Tämä vaihe on kestoltaan hyvin lyhyt, vain 2 % koko syklistä. (Ahonen & Sandström 2011: 298.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 143.)

### Kuormitusvaste

Alkukontakti muuttuu sujuvasti kuormitusvasteen vaiheeksi. Tämä on tärkeä iskunvaimennuksen vaihe, jolloin kaikki kehon joustomekanismit tulee ottaa käyttöön. Tämän vaiheen aikana kehon massakeskipiste kiihtyy alaspäin ja jalan osuessa alustalle kuormitettuna. Kuormitusvasteen pituus on 0–10 % askelsykliin käytetystä ajasta. Kehon paino, kuormitus, siirtyy tukiraajalle vastakkaisen alaraajan irrotessa alustalta. Kantapään kontaktipiste toimii liikkeen tukipisteenä. Tässä tukipisteessä pystysuunnassa tullut kantaiskun voima muuttuu rullautuen eteenpäin tapahtuvaksi liikkeeksi. Kuormitusvasteen aikana edessä oleva alaraaja kiertyy sisäänpäin ja takana oleva alaraaja ulospäin. (Ahonen & Sandström 2011: 299.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 143.)

## Keskitukivaihe

Keskitukivaihe ja sitä seuraava päätöstukivaihe ovat tasapainon kannalta kävelyn haastavimmat vaiheet, sillä ne ovat molemmat yhden jalan tukivaiheita. Keskitukivaihe on 10–30 % askelsykliin käytetystä ajasta. Vaihe jaetaan kahteen osaan (varhainen ja myöhäinen) sen vuoksi, että sen aikana tapahtuu runsaasti kehon massan painopisteen liikettä eteenpäin, vaikka jalkaterä pysyykin paikallaan. Kuormitus siirtyy jalkapohjassa kantaosasta etuosaan ja varpasiin. Aivan vaiheen lopussa ennen kannan kohotusta ja siirtymistä seuraavaan vaiheeseen, nilkka taipuu noin 10 asteen dorsifleksioon eli sääri lähestyy jalkaa. (Ahonen & Sandström 2011: 301–302.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 143.)

## Päätöstukivaihe

Päätöstukivaiheessa kanta kohoaa ja askel ponnistetaan loppuun. Tämä vaihe osuu 30–50 %:n kohdalle askelsyklissä. Vaihe alkaa, kun tukiraajan puoleinen kantapää kohoaa alustalta. Vaihe päättyy, kun heilahtavan alaraajan kantapää koskettaa alustaa ja aloittaa kaksoistukivaiheen. Tässä vaiheessa kävelyn progressio eli teenpäin suuntautuva liike on runsasta. Massakeskipiste siirtyy jalan reunojen etupuolelle ja vapaa jalka heilahtaa eteen vastaanottaakseen seuraavan vaiheen aikana painon toiselle puolelle. Jalassa paino siirtyy jalan etuosaan koko päkiälle ja massakeskipisteen liike sujuu kohti 1.:n ja 2.:n jalkapöydänluun päiden väliä (I ja II:n metatarsaalien distaalipäiden väli). Paino kuormittaa myös varpaita, joiden tyvinivelet kääntyvät ojennukseen (ekstensioon). Vaiheen lopussa tapahtuu selkeä ponnistus eteenpäin, kun pohjelihas supistuu ja ojentaa nilkkaa plantaarifleksioon. Samalla ponnistus ohjaa kehon massakeskipistettä kohti vastakkaista puolta merkinä painonsiirrosta seuraavaa vaihetta varten. Painon siirron myötä kuormitus on jalan etuosassa lopulta enemmän sisäreunalla kuin ulkoreunalla. (Ahonen & Sandström 2011: 304.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 146.)

## Esiheilahdus

Esiheilahduksessa tapahtuvat passiivinen kannan kohotus ja aktiivinen varvastyöntö. Vaihe kestää 50–60 % askelsykliin käytetystä ajasta. Vaihe aloittaa toisen kaksoistukivaiheen, joka alkaa vastakkaisen alaraajan osuessa alustalle ja päättyy ponnistavan raajan varpaiden irrotessa alustalta. Jalkaterä ja koko alaraaja valmistautuvat heilahtamaan eteenpäin. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 147–148.)

## Heilahdusvaihe

Heilahdusvaihe kestää 60–100 % askelsykliin käytetystä ajasta. Kun varpaat irtaantuvat alustalta, heilahdus alkaa ja kun alaraaja osuu seuraavan kerran alustalle, se päättyy. Alaraaja liikkuu vartalon takaa vartalon etupuolelle. Tämä on alaraajan lepovaihe, jolloin ei ole juuri mitään lihasaktiiviteettia. Jalkaterä on vapaa alustan reaktiivoimista. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 149.)

Heilahdusvaiheeseen kuuluu kolme eri vaihetta: **alkuheilahdus**, **keskiheilahdus** sekä **loppuheilahdus**. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 149–150.)

### **Alkuheilahdus**

Alkuheilahdus kestää 60–73 % askelsykliin käytetystä ajasta. Tässä vaiheessa tapahtuu runsaasti eteenpäin menevää liikettä. Kiihdytysvaihe alkaa varpaiden irtautuessa alustalta ja päättyy, kun heilahtava alaraaja on tukiraajan rinnalla. Alkuheilahdus aloittaa vapaan heilahduksen vaiheen, kun jalka irtoaa alustalta esiheilahduksen päättyessä. Tämä on toinen reiden heilahdusvaiheista. Vapaa heilahdusvaihe jakautuu kolmeen ajallisesti yhtä pitkään jaksoon. Ensimmäinen vaihe alkaa, kun jalka irtoaa alustalta ja päättyy, kun heilahtava jalka sivuuttaa tukijalan nilkan. (Ahonen & Sandström 2011: 306.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 149.)

### **Keskiheilahdus**

Keskiheilahdus kestää 73–87 % askelsykliin käytetystä ajasta. Vaihe alkaa, kun heilahtava alaraaja saavuttaa tukiraajan ja päättyy, kun heilahtavan alaraajan sääri on pystysuorassa asennossa. Keskiheilahduksessa tapahtuu vähemmän etenemistä kuin alku- ja loppuheilahduksen aikana. Keskiheilahduksessa jalka matkaa toisen viereltä eteenpäin. Vaihe päättyy, kun sääri on pystysuorassa asennossa. Tämä on ensimmäinen kahdesta säären heilahdusvaiheesta. Reisiluun kulma pysyy tilassa samana koko vaiheen ajan, mutta sääri liikkuu polvinivelen akselin kautta alaosaan eteenpäin. (Ahonen & Sandström 2011: 307.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 149.)

### **Loppuheilahdus**

Viimeinen askelsyklin vaiheista on loppuheilahdus. Reisi pysyy edelleen tilaan nähden samassa kulmassa, mutta sääri jatkaa ojentumistaan polvinivelen kautta aivan suoraksi asti, ei kuitenkaan yliojennukseen. Vaihe päättyy ja koko askelsykli päättyy, kun jalka osuu alustalle. Kahden jalan tukivaihe ja seuraava askelsykli alkavat. Loppuheilahdus kestää 87–100 % askelsykliin käytetystä ajasta. Se alkaa, kun heilahtavan alaraajan sääri on pystysuorassa asennossa sagittaalitasossa ja päättyy, kun alaraaja osuu alustalle alkukontaktiin ja liike hidastuu. Tässä vaiheessa tapahtuu etenemistä heilahtavan alaraajan momentin antaessa lisää vauhtia eteenpäin ja tukijalan noustessa samaan aikaan päätöstukivaiheeseen. (Ahonen & Sandström 2011: 307–308.; Liukkonen & Saarikoski 2004: 150.)

## **4.3 Kävelyyn vaadittavat biomekaaniset ominaisuudet**

Kävelyssä ensimmäisen varpaan tyvinivelen dorsifleksion pitää olla vähintään 45 astetta, jotta askel voi suuntautua suoraan eteenpäin. Isovarpaan tyvinivelen liikelaajuus on noin 80–90 astetta dorsaalifleksiota ja noin 45 astetta plantaarifleksiota. Kävelyssä tarvitaan noin 50–70 asteen dorsaa-

lifleksio. Normaalisissa kävelyssä tarvitaan isovarpaan tyvinivelessä ojennusta noin 60 astetta. Kun ojennus on rajoittunutta (hallux limitus) tai nivel on jäykistynyt (hallux rigidus), askeltaminen muuttuu joko jalkaterät ulospäin kävelyksi (abduktio) tai se kompensoidaan ylisupinaatiolla tai ylipronaaatiolla. Jalkaterän neutraali asento on yleisesti sovittu biomekaanisen tutkimuksen alkuasento. Se määritellään siten, että ylempi nilkkanivel on 90 asteen kulmassa, subtalaarinivel on neutraalissa asennossa ja keskitalarsaaliniivelen pitkittäinen akseli on maksimaalisessa pronaaatiossa. Nilkkanivelen yleisesti raportoitu passiivinen liikealue on 10–15 astetta dorsifleksiota ja 50–60 astetta plantaarifleksiota. Kävelyyä tarvitaan vähintään 10 asteen dorsifleksiota. (Murphy & Webster 2019: 220.; (Liukkonen & Saarikoski 2008: 72, 82, 223–224, 228, 230.)

## 5 Tapaustutkimus

Tapaustutkimus on tutkimusstrategia, jossa tutkitaan syvällisesti vain yhtä tai muutamaa kohdetta taikka ilmiökokonaisuutta. Valitusta tapauksesta pyritään tuottamaan yksityiskohtaista ja intensiivistä tietoa eikä niinkään pyritä yleistettävyyteen kuin vaikkapa kyselytutkimuksissa. Väljästi määrittävänä tutkimusstrategiana tapaustutkimusta voidaan toteuttaa eri analyysimenetelmien avulla. Tapaustutkimuksessa voidaan viitata yksittäisiin tutkimuskohteisiin, jotka yhdessä muodostavat tutkimuksen keskiössä olevien tutkimuskohteiden suppeaan joukkoon. (Jyväskylän Yliopiston Koppa 2015.) Yinin (1994) mukaan tapaustutkimuksessa pyritään tutkimaan, kuvaamaan ja selittämään tapauksia pääasiassa miten- ja miksi-kysymysten avulla. (KvaliMOTV.)

Tapaustutkimuksen pyrkimyksenä on lisätä ymmärrystä tietyistä ilmiöistä kuitenkin yleistämättä tuloksia. Tapaustutkimus valitaan usein menetelmäksi, kun halutaan ymmärtää kohdetta syvällisesti. Yhdenkin tapauksen huolellinen tutkiminen voi tarjota yksittäistapauksen ylittävää tietoa, vaikka sen pohjalta ei voi esittää yleistä. Tulosten merkitystä ja oikeellisuutta voidaan vahvistaa esittämällä perusteellinen kuvaus aineistosta ja sen analyysistä. Anttilan (1996) ja Hirsjärven ym. (2004) mukaan tutkittavia ilmiöiden ominaispiirteitä pyritään kuvailemaan yksityiskohtaisesti, tarkasti ja totuudenmukaisesti eikä kuvailu välttämättä pyri selittämään ilmiöiden välisiä yhteyksiä, testaamaan hypoteeseja tai tekemään ennusteita. (KvaliMOTV.)

Tapaustutkimuksessa voidaan käyttää erilaisia tiedonkeruuja ja analyysitapoja eikä sen tekeminen rajoita menetelmävalintoja vaan yhtä hyvin voi käyttää kvantitatiivisia kuin kvalitatiivisiakin menetelmiä. Tapaustutkimus on käsitteenä laaja, eikä sitä voida pelkistää nimittämään vain tietynlaisia tutkimuksia. Kaikkien laadullisten tutkimusten voidaan tavallaan ajatella olevan tapaustutkimuksia, koska niissä tutkitaan kulloisiakin tapauksia. (KvaliMOTV.)

Opinnäytetyöntekijällä oli tieto mittauksissa olleen koehenkilön laajasta jalkinekokoelmasta ja tätä opinnäytetyötä suunniteltaessa oli selvää, että näitä jalkineita sekä Metropolian Myllypuron liikelaboratoriosta löytyviä laitteita hyödyntäen olisi mielenkiintoista tehdä selvitys erilaisten jalkineiden vaikutuksista ja eroavaisuuksista niitä käytettäessä. Mittaukset oli alusta asti tarkoitus toteuttaa kertaluontoisesti ja vain yhdelle koehenkilölle. Vaikka mittaustuloksissa on numeerisia arvoja on työ enemmän kvalitatiivinen kuin kvantitatiivinen. Näistä syistä tämän opinnäytetyön menetelmäksi valikoitui tapaustutkimus.

## 6 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön ideointi aloitettiin vuoden 2022 joulukuussa. Prosessi eteni valitun aiheen ideapaperin ja työsuunnitelman luomisella, joilla valittu aihe hyväksyttiin opinnäytetyötä ohjaaville tahoille. Työsuunnitelmassa hahmoteltiin työn aikataulua ja tarkempaa rakennetta.

Metropolian Myllypuron kampuksen liikelaboratoriossa suoritettuihin mittauksiin sai luvan tehdä ideapaperin ja työsuunnitelman hyväksynnän jälkeen. Koska työlle ei ollut tarkoitusta hakea tutkimuslupaa, päädyttiin tilanteeseen, jossa tutkittavaan koehenkilöön ei saanut kajota millään tavalla. Opinnäytetyöntekijä oli mittauksia suoritettaessa vain observeivassa roolissa ja mittalaitteita käytti liikelaboratoriosta vastaava liikelaboratorioinsinööri. Tutkimukseen osallistunut koehenkilö perehdytettiin ennakkoon mittausten sisällöstä ja häntä pyydettiin allekirjoittamaan sopimus mittauksiin osallistumisesta. Koehenkilöllä oli lupa perua mittauksiin osallistuminen koska tahansa ilman mitään syytä, jos hänestä olisi siltä tuntunut. Liikelaboratoriossa koehenkilö perehdytettiin laitteiden käyttöön sekä turvalaitteisiin mahdollisten vaaratilanteiden varalta.

Mittaukset suoritettiin toukokuussa yhden päivän aikana noin neljän tunnin sessiona. Liikelaboratorioinsinööri kasasi mittaustulokset omiin dokumentteihinsa, jonka jälkeen ne lähetettiin opinnäytetyöntekijälle. Mittaustulosten saamisen jälkeen ne koottiin omiin tiedostoihinsa ja niiden analysointi aloitettiin kesäkuussa.

Viitattavan lähdemateriaalin ja tätä opinnäytetyötä vastaavien tutkimusten etsiminen alkoi keväällä. Tähän opinnäytetyöhön verrannollisia tutkimuksia etsittiin PubMed-tietokannasta. Hakusanoina toimivat mm. MediLogic, gait analysis, plantar pressure ja pedobarography. Teoriaosioita varten materiaali löytyi Metropolian kirjastosta. Hakusanoja kirjaston valikoimaa tutkittaessa olivat mm. kävelynanalyysi, biomekaniikka, jalki-

neet, kengät, jalat ja jalkaterveys. Käytettyjen mittalaitteiden valmistajien sivustot käytiin läpi ja mittalaitteiden manuaalit tutkittiin. Teoriatiedon kasaaminen työlle aloitettiin syyskuussa. Teoria osiolla pyrittiin luomaan aihetta koskettava viitekehys sekä antamaan pohjaa mittaustulosten vaikutuksia pohdittaessa.

## 7 Kävelyn analysoinnin mittaukset ja laitteisto

Tässä kappaleessa esitellään mittauksissa käytettyjen MediLogic WLAN insole-jalkinepintapainemittaus ja OptoGait-kävelyanalyysi laitteiden ja ohjelmistojen toimintaa. Lisäksi käydään läpi liikelaboratorion laitteistoa ja kuinka niitä on käytetty.

### 7.1 MediLogic WLAN insole-jalkinepintapainemittaus

#### MediLogic laitteisto

MediLogic WLAN insole on saksalaisen MediLogicin kehittämä jalkineiden pintapaineiden mittaukseen tarkoitettu laite, jonka avulla saadaan mitattua jalkaterän plantaaripuolelle eli jalkapohjan ja jalkineen väliin kertyviä paineita. Kokonaisuudessaan laite koostuu jalkineen sisään asetettavasta painetta havaitsevilla antureilla varustetuista pohjallisista, niihin kiinnitettävistä lähettimistä sekä MediLogic-ohjelmistosta.



Kuva 1. MediLogic-jalkinepintapainemittauslaite



Kuva 2. MediLogic-pintapainemittauslaitteen lähetin. Kuvassa sinisellä pohjalla näkyvä 37/38 numerointi ilmaisee käytettävän pohjallisen koon.



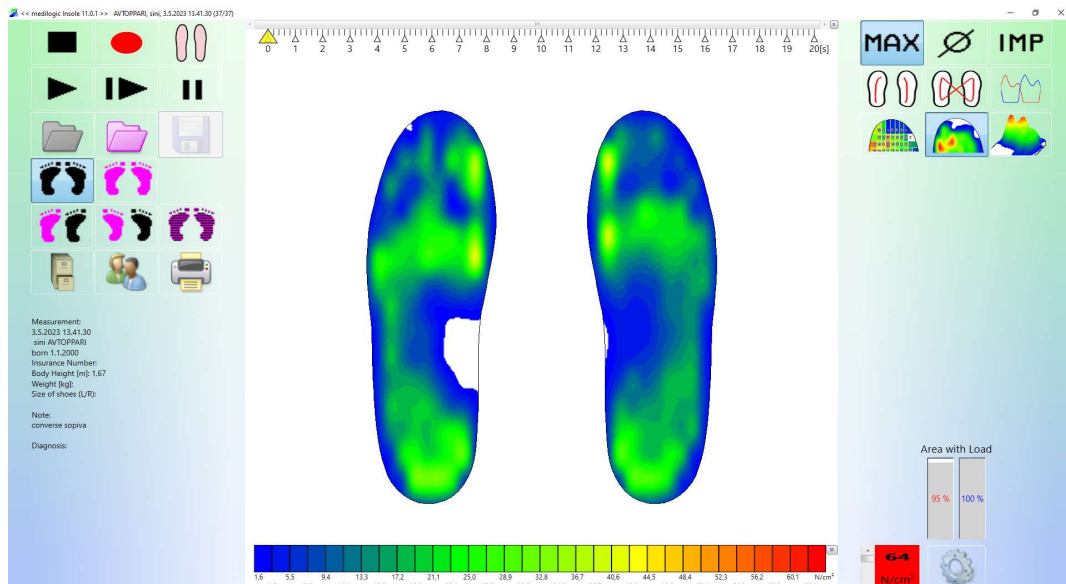
Pohjallisia on montaa eri kokoa ja ne valitaan jalkineen koon mukaan (ks. kuva 2). Pohjalliset asetetaan jalkineen sisälle ja jalkineen ollessa jalassa kiinnitetään laitteen lähettin tarranauhoilla kiinni mitattavan henkilön nilkan proksimaalipuolelle eli yläpuolelle (ks. kuva 3).



Kuva 3. MediLogic-pintapainemittauslaite jalkineeseen asetettuna ja valmiina käytettäväksi

## MediLogic ohjelmisto

### Maksimipaine

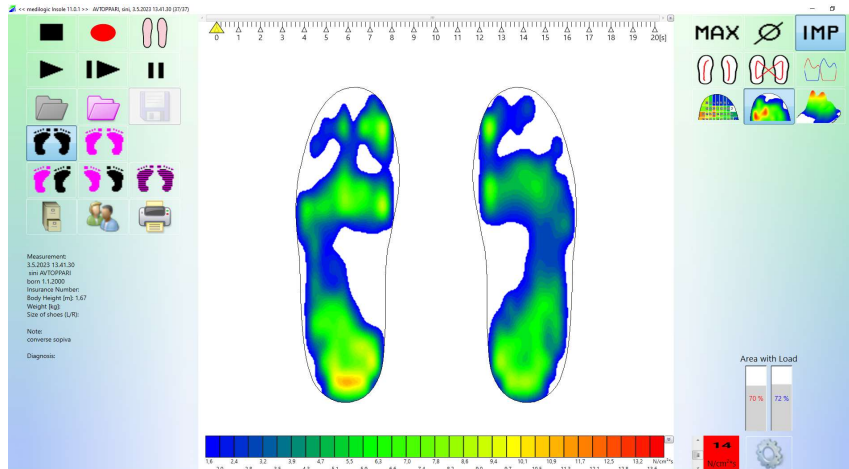


Kuva 4. MediLogic sovelluksen maksimipaine näkymä

Medilogic ilmaisee maksimipaineet eri väreillä sen mukaan, paljonko painetta kyseisessä kohdassa on ilmaantunut. Valkoinen tarkoittaa, ettei painetta ole ollut lainkaan

tai hyvin vähän, sininen vähäistä painetta, vihreä keskiarvoista painetta, keltainen vähän yli keskiarvon olevaa painetta ja punainen kovaa painetta.

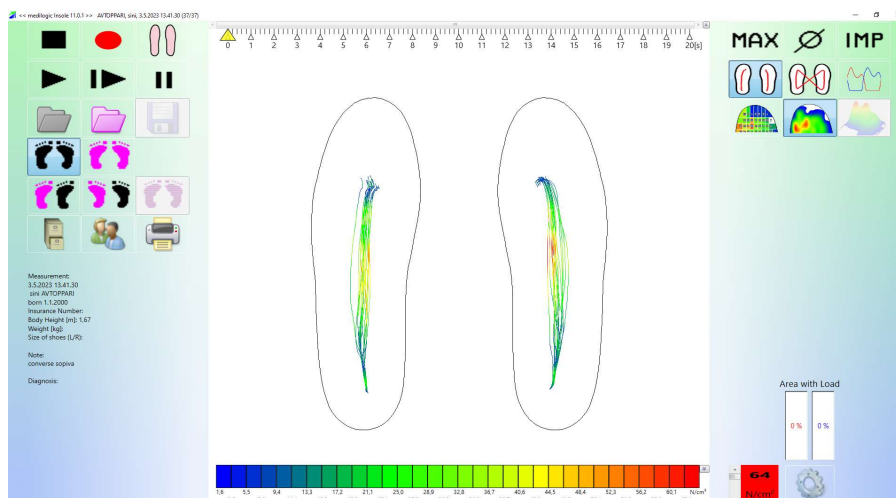
### Paineenkesto



Kuva 5. MediLogic-sovelluksen paineenkesto näkymä

Medilogic ilmaisee paineenkeston eri väreillä sen mukaan, kauanko painetta kyseisessä kohdassa on ilmaantunut. Valkoinen tarkoittaa, ettei painetta ole ollut lainkaan tai hyvin vähän, sininen vähäistä painetta, vihreä keskiarvoista painetta, keltainen vähän yli keskiarvon olevaa painetta ja punainen kovaa painetta.

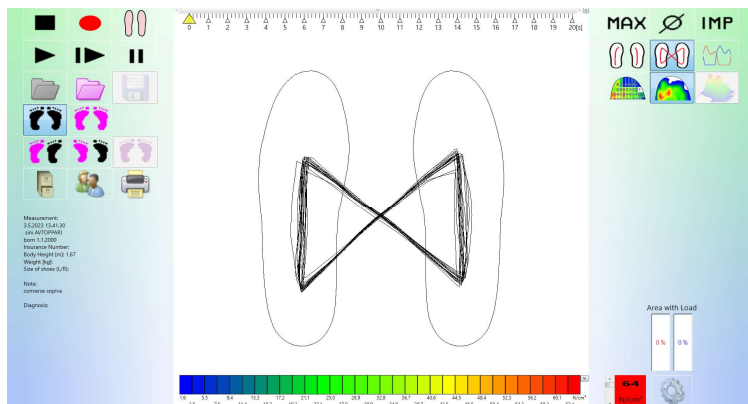
### Painekeskipisteensiirtymä



Kuva 6. MediLogic sovelluksen kävelyn painekeskipisteensiirtymä.

Medilogic ilmaisee painekeskisteensiirtymän piirtämällä viivan jokaisesta mittauksen aikana otetusta askeleesta. Mitä tiheämmässä viivat ovat, sitä symmetrisempää ja tasaisempaa kävely on.

### Painekeskisteensiirtymä kahden jalan välillä



Kuva 7. MediLogic-sovelluksen perhoskuvio eli painekeskisteensiirtymä kahden jalan välillä

Medilogic ilmaisee painekeskisteensiirtymän kahden jalan välillä piirtämällä ns. perhoskuvion. Mitä tiheämmässä viivat ovat, sitä symmetrisempää ja tasaisempaa painekeskisteensiirtymä kahden jalan välillä on.

### Kävelyn parametrit

General Gait Parameters						
	Is		Nom.			
Speed [km/h]	4,0					
Rel. Speed [1/s]	0,67					
Double Step Length [m]	1,26	≈	1,27			
Rel. Double Step Length	0,76	≈	0,72			
Double Step Duration [s]	1,13	≈	1,11			
Two Leg Stance [%DSD]	27,0	>	21,6			
		Left		Right		
Stancephase Duration [%DSD]	64,5	>	61,0	62,5	≈	61,0
Effective Foot Length [%]	69,1	≈	69,7	70,2	≈	69,7
Width of Gait Line [%]	4,0	≈	3,8	4,5	≈	3,8
Load						
	Left		Right			
Forefoot [N/cm <sup>2</sup> s]	2,92	≈	2,50	3,06	≈	2,50
Midfoot [N/cm <sup>2</sup> s]	2,97	>	1,50	2,48	>	1,50
Heel [N/cm <sup>2</sup> s]	5,10	≈	4,10	4,82	≈	4,10
Lateral [N/cm <sup>2</sup> s]	3,84	≈	2,80	3,72	≈	2,80
Medial [N/cm <sup>2</sup> s]	3,56	≈	2,70	3,27	≈	2,70
Overall [N/cm <sup>2</sup> s]	3,71	≈	2,80	3,51	≈	2,80
Symmetry ((right-left) / (right+left)) * 100%						
	Is		Nom.			
Stancephase Duration [%]	-1,6	<	0,0			
Effective Foot Length [%]	0,8	≈	0,0			
Forefoot Load [%]	2,4	≈	0,0			
Midfoot Load [%]	-9,0	≈	0,0			
Heel Load [%]	-2,9	≈	0,0			
Lateral Load [%]	-1,6	≈	0,0			
Medial Load [%]	-4,3	≈	0,0			
Overall Load [%]	-2,8	≈	0,0			

Kuva 8. MediLogicin kävelyn parametrit näkymä

Kävelynparametrit osiossa MediLogic ilmaisee mittauksiin pohjautuen dataa kävelyn yleisistä muuttujista (General Gait Parameters), askelten hajonnasta (Scatter of Single Steps), kuormituksesta (Load) ja symmetriasta (Symmetry). Osioissa nähtävä Is-arvo ilmaisee mittauksissa syntyneet tulokset ja Nom.-arvo (nominaali) ns. optimaalisen viitearvon, joka luodaan kävelijän pituuden ja mittaushetkellä olleen kävelynopeuden pohjalta. Alempana tarkempia selityksiä yksittäisistä asioista.

Lyhyt tupla-askele (Double Step Length) pituus indikoi kävelyn epävarmuutta. (MediLogic manual: 56.)

Tupla-askeleen kesto (Double Step Duration) on aika, joka tarvitaan yhden tupla-askeleen suorittamiseen. (MediLogic manual: 56.)

Kahden jalan tuki (Two Leg Stance) on tupla-askeleen osa, jossa molemmat jalat ottavat maahan. Korkea arvo indikoi epävarmuutta kävelyssä. (MediLogic manual: 56.)

Seisontavaiheen kesto (Stancephase Duration) lasketaan molemmista jaloista erikseen. Se ilmaisee prosentuaalisesti tupla-askeleen, kun jalka on maassa. (MediLogic manual: 56.)

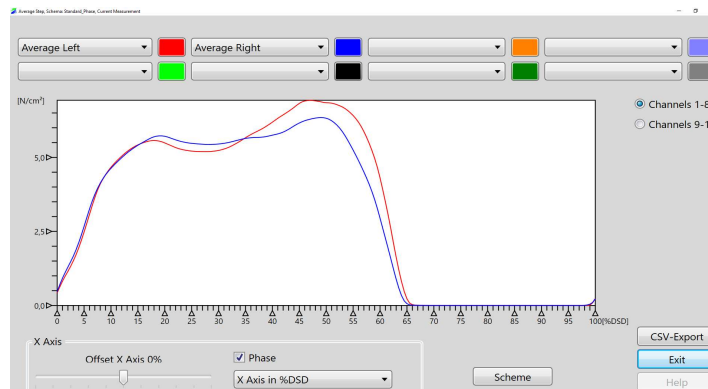
Tehokas jalan pituus (Effective Foot Length) lasketaan kävelylinjasta ja suhteutetaan pohjallisen pituuteen. Se näyttääkuinka paljon jalkaa käytetään rullaukseen. (MediLogic manual: 56.)

Kävelylinjan leveys (Width of Gait Line) arvioi askellinjan vaihtelun mediaaliseen ja lateraaliseen suuntaan. Se on laskettu pohjallisen leveyden mukaan. Se on hyvä osoitus siitä, kuinka paljon vaiheet vaihtelevat. Erittäin kapea askelviiva voi olla merkki väsymyksestä tai koordinaatiohäiriöstä. Nilkanivelen vauriot johtavat usein hyvin kapeisiin kävelylinjoihin. (MediLogic manual: 56.)

Kaksinkertaisen askeleen keston ja asentovaiheen (vasen ja oikea) hajontaa käytetään tasaisuuden arvioimiseen kävelyä. Suuri hajonta osoittaa epävarmuutta kävelyssä.

Load osio kertoo erikseen molemmista jalkateristä mitattujen kuormitusten määrän. Kuormitusten määriä voidaan tarkastella jalkaterän eri kohdista (päkiä, keskijalka, kantapää, mediaalinen ja lateraalinen puoli) sekä keskiarvoisesti koko jalkaterän alueelta.

## Vertikaalivoimien keskiarvot



Kuva 9. MediLogicin vertikaalivoimien keskiarvo näkymä. Kyseisessä kuvassa punainen käyrä ilmaisee vasemmasta jalasta mitatut arvot ja sininen oikeasta jalasta.

Medilogic ilmaisee vertikaalivoimien keskiarvot piirtämällä molemmista jaloista mittauksen ajalta keskiarvoiset käyrät, joista nähdään kantaisku, keskitukivaihe ja varvastyöntö. Ensimmäinen korkea voiman kohta ilmaisee kantaiskun vertikaalivoiman, pudotus siitä keskitukivaiheen vertikaalivoiman ja jälkimmäinen korkea voiman kohta ilmaisee varvastyöntön vertikaalivoiman. Jälkimmäisen korkean voiman kohdan jälkeen käyrä putoaa, koska silloin jalka on heilahdusvaiheessa eli ilmassa alustasta eikä vertikaalivoimaa kerry. Eri jalat on ilmaistu eri väreillä ja neljää eri jalkaparia voidaan vertailla keskenään.

## 7.2 OptoGait-kävelyanalyysi

OptoGait on italialaisen MicroGate-firman kehittämä kävelyanalyysiohjelmisto. Metropolian Myllypuron kampuksen liikelaboratorion juoksumattoon kohdistettujen kameroiden avulla OptoGait analysoi kävelystä muuttujia.

Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	113,6	1/min
Strides/s	0,95	1/s
L gait cycle time	1,06	s
R gait cycle time	1,06	s
L step time	0,53	s
R step time	0,52	s
L stance time	0,67	s
R stance time	0,67	s
L single support	58,1	%
R single support	57,7	%
L double support	41,9	%
R double support	42,3	%

Kuva 10. OptoGait tulostusnäyttö

Ohjelman avulla kävelystä voidaan selvittää (ks. kuva 10) askeltahti (Cadence) eli kuinka monta molempien jalkojen askelkierrosta minuutin aikana tulee, askelten määrä per sekunti (Strides), erikseen molempien jalkojen askelsyklin, heilahdus- ja tukivaiheen ajat (Gait Cycle Time, Step Time & Stance Time) sekä prosentuaalisesti molempien jalkojen yhden jalan tukivaihe ja kaksoistukivaiheet (Single Support & Double Support). Ohjelma tekee analyysit videokuvan perusteella.

### 7.3 Lähtötilanne

Kaikissa tämän opinnäytetyön mittauksissa on käytetty vain yhtä koehenkilöä ja kaikki mittaukset on suoritettu Metropolian Myllypuron kampuksen liikelaboratoriossa juoksumatolla 4 km/h nopeudella. Yhdellä kävelijällä ja vakioidulla kävelynopeudella pyrittiin rajaamaan pois kävelijästä aiheutuvat muuttajat ja siten nähdä vain jalkineiden vaikutus mitattaviin muuttujiin.

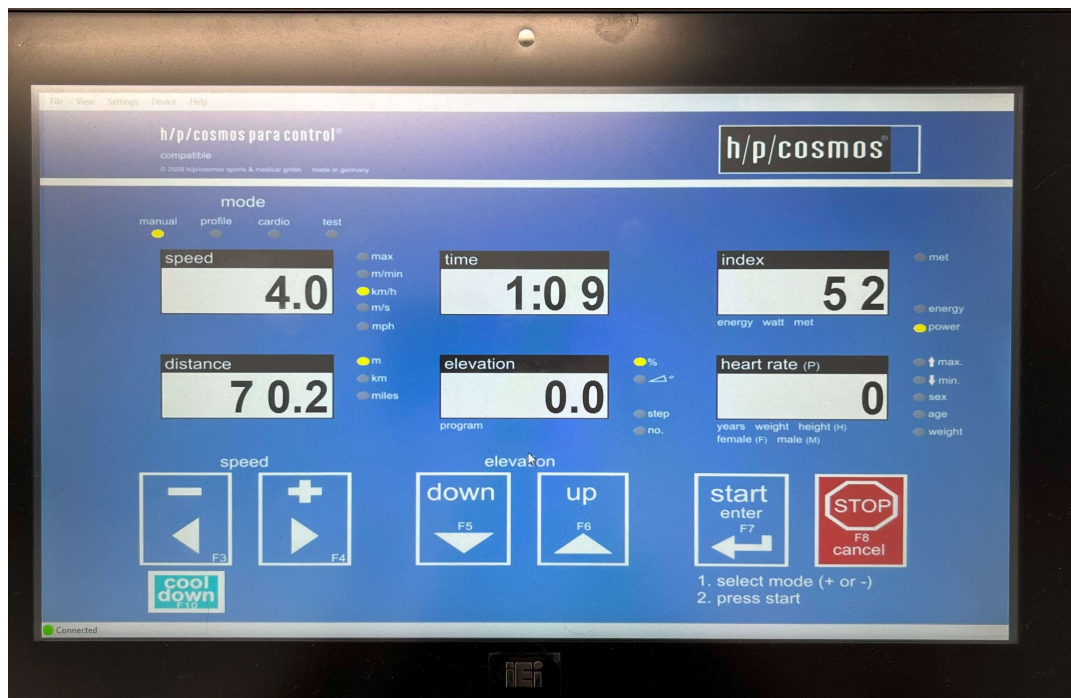
Koehenkilöltä ei löytynyt visuaalisesti tarkasteltuna virheasentoja alaraajoista, eikä hänellä omien sanojensa mukaan ole jaloissa minkäänlaisia vaivoja taikka virheasentoja. Paikallaan seisottaessa sekä käveltäessä hänen asentonsa oli ryhdikäs. Koehenkilö käyttää yleensä 37–38 kokoisia jalkineita.



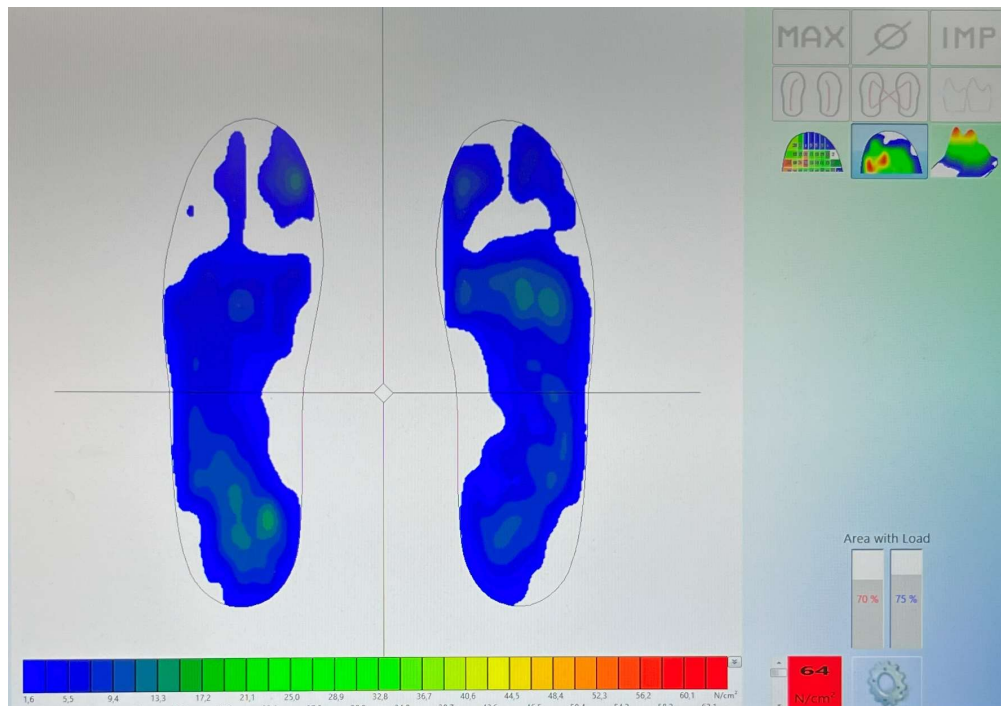
Kuva 11. Mittauksissa mukana olleen koehenkilön jalkojen lähtötilanne.



Kuva 12. Kaikki mittaukset suoritettiin liikelaboratorion juoksumatolla.



Kuva 13. Liikelaboratorion juoksumaton ohjauspaneeli. Mittausten kävelynopeudeksi vakioitiin 4 km/h.



Kuva 14. Koehenkilön painekertymä paikallaan ollessa

Kuvasta 14 voimme nähdä mittauksissa käytetyn koehenkilön lähtötilanteen ilman jalkineita paikallaan seistessä. Molempien jalkojen mediaaliholvien eli sisäsyryjen alueella ei ole painekertymää, mikä tukee visuaalista havaintoa siitä, ettei koehenkilöllä ollut ylipronaatiota eli ns. lättäjalkaa. Muitakaan epäilyttäviä suuria painekertymiä ei kuvasta ole havaittavissa. Paine on jakautunut suht. tasaisesti jalkojen välillä.

## 8 Mittauksissa käytetyt jalkineet

Mittauksissa käytettiin 12 eri jalkineparia, jotka esitellään tässä kappaleessa. Jalkineet on jaettu kolmeen ryhmään, joissa kussakin on neljä eri jalkineparia. Vertailua jalkineiden välillä tehtiin niin ryhmien sisällä kuin ryhmien välillä, jotka ovat nähtävissä kappaleessa 10 ja 11. Eroavaisuuksina jalkineissa oli kuten: korkeakorkoisilla, tasapohjaisilla, liian pienillä ja suurilla, pehmeäpohjaisilla ja kovapohjaisilla.

### 8.1 Matalakantaiset vapaa-ajan jalkineet

Ensimmäisenä jalkineryhmänä tässä työssä on matalakantaiset vapaa-ajan jalkineet. Tässä ryhmässä vertailtavana olivat kolme eri kokoista paria Converse jalkineita



sekä lenkkikengät. Tässä ryhmässä suurimpana tavoitteena oli selvittää sopivien, liian pienten ja liian suurten jalkineiden vaikutus jalkoihin.



Kuva 15. Sopivat Converset



Kuva 16. Pienet Converset



Kuva 17. Liian suuret Converset

Koehenkilö käyttää yleensä 37–38 kokoisia jalkineita. Pienet Converset olivat kokoa 36 ja liian suuret kokoa 44.



Kuva 18. Lenkkikengät.

## 8.2 Sandaalit

Toisena jalkineryhmänä on sandaalit, jossa vertailtiin kolmia eri ominaisuuksilla varustettuja Birckenstock sandaaleja sekä nimettömiä ohutpohjaisia sandaaleja. Tässä ryhmässä suurimpana tavoitteena oli selvittää eri paksuisen pohjan ja eri lestien vaikutus jalkoihin.

Birckenstockin valmistamissa jalkineiden pohjallisissa on tuennat poikittaisholville ja mediaaliholville.



Kuva 19. Birkenstock kapea lesti, normaali pohja. Pohjan paksuus 1 cm.

Normaalilla 1 cm paksuisella pohjalla varustetun Birckenstockin pohja antaa myöden päkiälinjasta varpasiin. Muutoin pohja ei taivu juurikaan.



Kuva 20. Birkenstock kapea lesti, paksu pohja. Pohjan paksuus 2,5 cm.

2,5 cm paksuisella pohjalla varustetut Birckenstockit eivät juurikaan taivu.



Kuva 21. Birkenstock leveä lesti, normaali pohja. Pohjan paksuus 1 cm.

Vaikka mittauksissa käytetyt leveälestiset Birckenstockit eivät ole perinteiset sandaalit, on niiden pohjallinen kuitenkin lestin leveyttä lukuun ottamatta identtinen muiden näissä mittauksissa käytettyjen Birckenstockien kanssa.



Kuva 22. Ohuet kesäsandaalit. Pohjan paksuus 3 mm.

Ohuiden kesäsandaalien pohjaan ei ole tehty minkäänlaista jalkaterän rakenteita tukevaa muotoilua. Pohja antaa selvästi periksi, jopa normaali 1 cm paksuiseen Birckenstock sandaaliin nähden.

### 8.3 Korkeakorkoiset jalkineet

Kolmantena ja viimeisenä jalkineryhmänä on korkeakorkoiset jalkineet. Tässä ryhmässä pyrittiin selvittämään eri korkuisten ja eri pinta-alaisten korkojen vaikutusta jalkateriin.



Kuva 23. Niittikorkokengät. Koron korkeus 10 cm.

Koehenkilö koki niittikorkokengillä käveltäessä varpaiden menevän suppuun. Hän kertoi myös, että käveltäessä tasapainon kanssa oli myös hieman haasteita, joka näkyi hieman huojuvana kävelynä.



Kuva 24. Käärme-korkokengät. Koron korkeus 8,5 cm.



Kuva 25. Korkosandaalit. Koron korkeus 7,5 cm.



Kuva 26. Nilkkurit. Koron korkeus 5,5 cm.



Kuva 27. Liian korkean varren takia käyttämättä jääneet jalkineet.

Mittauksissa oli tarkoitus käyttää kuvassa 27 nähtäviä korkeakorkoisia jalkineita, mutta niiden korkeista varsista johtuen MediLogic-jalkinepintapainemittauslaitetta ei saatu asetettua oikein paikoilleen, joten näiden mittauksista jouduttiin luopumaan. MediLogic-pohjallisen lähetinosa otti jalkineiden varsiin kiinni ja pakotti jalan ja jalkineen pohjan väliin tulevan paineanturin vinoon jalkineiden lateraalipuolelle eli ulkosyrjän puolelle.

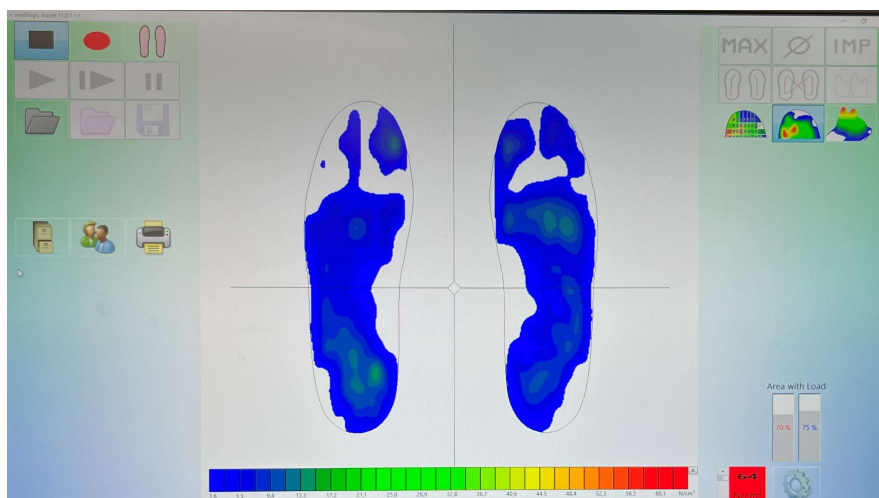
## 9 Mittaustulokset ja vertailu

Tässä kappaleessa esitellään kaikilla 12 jalkineparilla tehdyt mittaustulokset. Ryhmien väliset vertailut ja johtopäätökset esitetään kappaleessa 10. Paljain jaloin saatuja tuloksia voi tarkastella liitteestä 1 ja yksittäisten jalkineiden mittaustuloksia voi tarkastella liitteistä 2–13.

### 9.1 Paljain jaloin



Kuva 28. Mittauksissa mukana olleen koehenkilön jalkojen lähtötilanne.



Kuva 29. MediLogic näkymä ilman jalkineita

Paljain jaloin ollessa MediLogic WLAN insolella ei voitu tehdä liikkeessä tapahtuvia mittauksia, mutta lähtötilanne dokumentoitiin paikallaan seisten. Kuvasta 30 voimme nähdä, että paine on kertynyt hyvin tasaisesti molempien jalkojen välillä ilman painepiikkejä. Molempien jalkojen mediaaliholvien eli sisäsyryjen alueella ei ole painekertymää, mikä tukee visuaalista havaintoa siitä, ettei koehenkilöllä ollut ylipronaatiota eli ns. lättäjalkaa. Juoksumatolta kuvattua videokuvaa tarkasteltaessa kävelijän kantaluut pysyvät käveltyessä suorassa eikä ylipronaatiosta ole viitteitä.

## 9.2 Matalakantaiset vapaa-ajan-jalkineet

### **MediLogic**

#### *Maksimipaineet*

Maksimipainetta tarkasteltaessa sopivan kokoisilla Converseilla paine on levittäytynyt tasaisesti jalkapohjan alueelle eikä mainittavia painepiikkejä ole. Liian pienillä Converseilla painetta oli hävinnyt aavistuksen verran jalkapohjan ulkosyryjen alueelta, kun taas 1. varpaiden kohdalle oli syntynyt selvät painepiikit. Liian suurilla Converseilla kantaluuden mediaalipuolelle ilmestyi selvät painepiikit, jonka lisäksi 1. varpaan alueella oli selvät painepiikit sekä päkiän keskelle oli ilmestynyt painetta. Lenkkikengillä paine oli kertynyt molempiin jalkoihin tasaisesti. Oikean 1. varpaan kärjessä oli painepiikki, joka saattaa johtua kävelijän kävelytyylistä eikä niinkään itse jalkineesta.

#### *Kävelynparametrit kuormitus*

Päkiän alueen kuormituksia tutkittaessa (ks. taulukko 1) lenkkikengillä käveltyessä vasemmassa jalassa mitattu arvo meni yli viitearvon, kun taas oikeassa jalassa kuormitus on normaalin rajoissa. Kaikilla muilla tämän ryhmän jalkineilla mitatut arvot olivat normaalien rajoissa.

<b>Päkiän alueen kuormitus (viitearvo 2,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	2,92	3,06
Converse pieni	3,48	3,23
Converse liian suuri	2,73	3,90
Lenkkikenkä	4,36	3,45

Taulukko 1. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden päkiän alueen kuormitukset

Keskijalkaterän alueen kuormituksia tutkittaessa (ks. taulukko 2) kaikista korkeimmat arvot olivat lenkkikengillä, joista oikean jalan mitattuarvo oli kovan kuormituksen puolella. Sopivilla ja pienillä Converseilla arvot olivat selvän kuormituksen puolella ja ne olivat hyvin lähellä toisiaan. Liian suurilla Converseilla mitatut arvot olivat selvästi ryhmän pienimmät ja viitearvoihin verrattaessa normaalien rajoissa.

<b>Keskijalan alueen kuormitus (viitearvo 1,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	2,97	2,48
Converse pieni	2,85	2,58
Converse liian suuri	1,94	1,63
Lenkkikenkä	3,10	3,41

Taulukko 2. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden keskijalan alueen kuormitukset

Kantapään alueen kuormitukset olivat kaikilla ryhmän jalkineista normaalien rajoissa.

<b>Kantapään alueen kuormitus (viitearvo 4,10 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	5,10	4,82
Converse pieni	3,91	4,35
Converse liian suuri	4,51	4,50
Lenkkikenkä	5,69	5,61

Taulukko 3. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden kantapään alueen kuormitukset

Lateraalisen puolen kuormituksia tutkittaessa lenkkikengillä vasemmassa jalkaterässä on selvää kuormitusta eikä oikean jalkateränkään arvot kaukana ole, vaikka ohjelma ne normaalirajoihin laskeekin. Muilla ryhmän jalkineilla arvot ovat normaalien rajoissa.

<b>Lateraalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	3,84	3,72
Converse pieni	2,80	3,22
Converse liian suuri	2,48	2,71
Lenkkikenkä	4,63	4,09



Taulukko 4. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden lateraalisen puolen kuormitukset

Mediaalisen puolen kuormituksia tutkittaessa lenkkikengillä oikeassa jalkaterässä on selvää kuormitusta eikä vasemman jalkateränsä arvoit kaukana ole, vaikka ohjelma ne normaalirajoihin laskeekin. Muilla ryhmän jalkineilla arvoit ovat normaalien rajoissa.

<b>Mediaalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,70 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	3,56	3,27
Converse pieni	4,18	3,68
Converse liian suuri	3,34	3,68
Lenkkikengä	4,25	4,35

Taulukko 5. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden mediaalisen puolen kuormitukset

Matalakantaisilla vapaa-ajan jalkineilla kokonaiskuormitukset ovat normaalien rajoissa.

<b>Kokonaiskuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	3,71	3,51
Converse pieni	3,44	3,43
Converse liian suuri	3,13	3,43
Lenkkikengä	4,45	4,20

Taulukko 6. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden kokonaiskuormitukset

### *Painekeskipisteen siirtymä ja perhoskuvio*

Painekeskipisteensiirtymä vaikutti olevan suhteellisen symmetristä kaikilla tämän ryhmän jalkineilla. Suurin hajonta oli liian suurilla Converseilla käveltäessä ja oikeassa jalassa. Vastaavat havainnot olivat perhoskuviota tutkittaessa.

### *Kävelyn parametrit*

Kävelyn parametrien Two Leg Stancea tarkasteltaessa sopivilla Converseilla ja lenkkikengillä arvot olivat koholla viitearvoihin nähden. Koholla oleva arvo indikoi kävelyn epävarmuutta mikä on erikoinen tulos, koska kyseiset jalkineet olivat tässä ryhmässä koon puolesta sopivimmat koehenkilön jalkoihin. Kaikista alimpana arvo oli liian suurilla Converseilla.

Effective Foot lengthiä tarkasteltaessa suurilla Converseilla mitattu arvo oli selvästi yli viitearvon. Tämä viittaa siihen, että liian isoilla jalkineilla askeleen rullauksessa tulee ongelmia. Muilla tämän ryhmän jalkineilla arvot olivat viitearvojen mukaiset.

### *Vertikaalivoimien keskiarvot*

Vertikaalivoimien keskiarvoja tarkasteltaessa voidaan huomata, että lenkkikengillä kantaisku ja varvastyöntö olivat voimiltaan lähes vastaavat. Pienillä Converseilla ero kantaiskun ja varvastyönnön voimien välillä oli suurin.

Liian suurilla Converseilla vasemman jalan varvastyöntö on selvästi heikompi kuin oikeassa jalassa. Kaikilla muilla tämän ryhmän jalkineilla vasemman jalan varvastyöntö oli voimakkaampi.

### **OptoGait**

Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden askeltahteja (Cadence; kuinka monta molempien jalkojen askelkierrosta minuutin aikana tulee) vertailtaessa liian suurilla Converseilla mitattu arvo on pienin. Suurin mitattu arvo taas on liian pienillä Converseilla. Toiseksi suurin mitattu arvo on sopivilla Converseilla ja siitä seuraavana lenkkikengillä.

<b>Askeltahti (Cadence)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/min</b>
Converse sopiva	107,0
Converse pieni	108,4
Converse liian suuri	104,5
Lenkkikenkä	105,5

Taulukko 7. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden askeltahtien määrät per minuutti

Askelten määrä per sekunti (Strides) mitattu arvo oli suurin liian pienillä Converseilla ja pienin liian suurilla Converseilla. Kaikkien mitatut arvot olivat kuitenkin lähellä toisiaan.

<b>Askeleet per sekunti (Strides)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/s</b>
Converse sopiva	0,89
Converse pieni	0,90
Converse liian suuri	0,87
Lenkkikenkä	0,88

Taulukko 8. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden askelten määrät per sekunti

Askelsykliä kestoja (Gait Cycle Time) tarkasteltaessa liian pienillä Converseilla mitattu kesto oli lyhin ja liian suurilla Converseilla pisin. Kaikkien tämän ryhmän mitatut kestot olivat kuitenkin suht saman pituisia.

<b>Askelsyklien kesto (Gait Cycle Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	1,12 s	1,12 s
Converse pieni	1,11 s	1,11 s
Converse liian suuri	1,15 s	1,15 s
Lenkkikenkä	1,14 s	1,14 s

Taulukko 9. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden askelsykliä kestot

Kaikkien matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden heilahdus- ja tukivaiheiden kestot (Step Time & Stance Time) olivat lähellä toisiaan. Kaikilla tukivaiheen kesto oli hieman pidempi kuin heilahdusvaiheen kesto.

<b>Heilahdusvaiheen kesto (Step Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	0,57 s	0,56 s
Converse pieni	0,56 s	0,55 s
Converse liian suuri	0,58 s	0,57 s
Lenkkikenkä	0,57 s	0,56 s

Taulukko 10. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden heilahdusvaiheiden kestot

<b>Tukivaiheen kesto (Stance Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	0,67 s	0,66 s
Converse pieni	0,66 s	0,66 s
Converse liian suuri	0,70 s	0,68 s
Lenkkikengä	0,76 s	0,76 s

Taulukko 11. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden tukivaiheiden kestot

Yhden jalan tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen prosentuaalisia osuuksia (Single Support & Double Support) vertailtaessa kaikilla tämän ryhmän jalkineilla osuudet olivat hyvin lähellä toisiaan. Yhden jalan tukivaiheen prosentuaalinen osuus oli noin 2/3 ja kaksoistukivaiheen osuus 1/3. Lenkkikengillä taas osuudet yhden jalan tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen välillä olivat hyvin lähellä toisiaan. Kaksoistukivaiheen osuus oli kuitenkin aavistuksen suurempi.

<b>Yhden jalan tukivaiheen osuus (Single Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	68,0 %	68,0 %
Converse pieni	68,2 %	67,7 %
Converse liian suuri	67,0 %	66,2 %
Lenkkikengä	49,3 %	48,8 %

Taulukko 12. Matalakantaisten vapaa-ajan jalkineiden yhden jalan tukivaiheiden osuudet

<b>Kaksoistukivaiheen osuus (Double Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Converse sopiva	32,0 %	32,0 %
Converse pieni	31,8 %	32,3 %
Converse liian suuri	33,0 %	33,8 %
Lenkkikenkä	50,7 %	51,2 %

Taulukko 13. Matalajalkaisten vapaa-ajan jalkineiden kaksoistukivaiheiden osuudet

### 9.3 Sandaalit

#### **MediLogic**

##### *Maksimipaineet*

Maksimipainetta tarkasteltaessa kaikilla Birckenstockeilla paineen kertyminen jalkaan on hyvinkin vastaavaa. Kaikilla niistä muodostui pieni painepiikki päkiän alueella, joka johtuu luultavimmin Birckenstockien pohjallisiin muotoillusta poikittaisholvintuennasta. Myös ohuilla kesäsandaaleilla päkiän alueella on painetta, mutta painealue on laajempi ja se kovempaa kuin Birckenstockeissa. Lisäksi painetta on selkeästi 1. varpaan alueella sekä kantaluun alueella. Vähiten paineettomia kohtia jalkapohjaan jäi leveälestisillä Birckenstockeilla. Kaikilla Birckenstockeilla mediaaliholvien alueelle oli kertynyt painetta ainakin jonkin verran, kun taas ohuilla kesäsandaaleilla alue oli paineeton. Tämä selittyyneen Birckenstockien pohjallisiin muotoilluilla mediaaliholvien tuennoilla.

##### *Kävelynparametrit kuormitus*

Päkiän alueen kuormituksia tarkasteltaessa ohuilla kesäsandaaleilla arvot ovat yli viitearvojen. Muilla tämän ryhmän jalkineilla mitatut arvot olivat normaalien rajoissa.

<b>Päkiän alueen kuormitus (viitearvo 2,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birckenstock kapea lesti	2,48	2,59
Birckenstock paksu pohja	2,53	3,03
Birckenstock leveä lesti	2,27	2,56
Ohut kesäsandaali	5,64	4,92

Taulukko 14. Sandaalien päkiän alueen kuormitukset

Keskijalkaterän alueen kuormituksia tarkasteltaessa leveälestisten Birckenstockien arvot ovat yli viitearvojen. Muilla tämän ryhmän jalkineilla mitatut arvot olivat normaalien rajoissa.

<b>Keskijalan alueen kuormitus (viitearvo 1,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birckenstock kapea lesti	1,17	1,38
Birckenstock paksu pohja	1,97	1,41
Birckenstock leveä lesti	2,45	3,07
Ohut kesäsandaali	1,84	1,81

Taulukko 15. Sandaalien keskijalan alueen kuormitukset

Kantapään alueen kuormitukset olivat kaikilla sandaaleilla normaalien rajoissa. Ohuita kesäsandaaleita lukuun ottamatta mitatut kuormitukset olivat jopa alle viitearvon.

<b>Kantapään alueen kuormitus (viitearvo 4,10 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birckenstock kapea lesti	3,42	3,47
Birckenstock paksu pohja	3,23	4,01
Birckenstock leveä lesti	3,43	3,89
Ohut kesäsandaali	4,51	5,64

Taulukko 16. Sandaalien kantapään alueen kuormitukset

Lateraalisia kuormituksia tarkasteltaessa ohuilla kesäsandaaleilla oikean jalan kuormitukset olivat selvän kuormituksen puolella eikä vasemman jalan arvotkaan olleet kaukana, vaikka ohjelma tulkitseekin niiden olevan normaalin rajoissa.

<b>Lateraalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birckenstock kapea lesti	2,72	2,63
Birckenstock paksu pohja	2,76	2,82
Birckenstock leveä lesti	3,13	3,31
Ohut kesäsandaali	4,25	4,54

Taulukko 17. Sandaalien lateraalisen puolen kuormitukset

Mediaaliset kuormitukset olivat kaikilla sandaaleilla normaalin rajoissa.



<b>Mediaalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,70 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	2,08	2,44
Birkenstock paksu pohja	2,43	2,98
Birkenstock leveä lesti	2,28	3,04
Ohut kesäsandaali	3,94	4,24

Taulukko 18. Sandaalien mediaalisen puolen kuormitukset

Kaikilla sandaaleilla kokonaiskuormitukset olivat normaalien rajoissa.

<b>Kokonaiskuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	2,42	2,54
Birkenstock paksu pohja	2,61	2,89
Birkenstock leveä lesti	2,73	3,18
Ohut kesäsandaali	4,10	4,24

Taulukko 19. Sandaalien kokonaiskuormitukset

### **Painekeskipisteensiirtymä ja perhoskuvio**

Painekeskipisteensiirtymissä ei sandaalien välillä ollut merkittäviä eroja.

## Kävelyn parametrit

Kävelyn parametreja tarkasteltaessa ohuilla kesäsandaaleilla Effective Foot length mitattu arvo on reilusti yli viitearvon, joka viittaa siihen, että näillä jalkineilla rullauksessa on häikkää. Muilla sandaaleilla arvot olivat hyvin lähellä viitearvoa paitsi poikkeuksena paksupohjaisten Birckenstockien oikean jalan tulokset.

## Vertikaalivoimien keskiarvot

Kaikilla sandaaleilla kantaiskun ja keskitukivaiheen painekertymä olivat kovempia oikealla jalalla. Paksupohjaisilla Birckenstockeilla ja ohuilla kesäsandaaleilla varvastyöntö olivat voimakkaammat vasemmalla jalalla. 1 cm paksuisella pohjalla ja kapealla lestillä varustetuilla Birckenstockeilla molempien jalkojen käyrät olivat lähimpänä toisiaan.

Selvästi voimakkain kantaisku mitattiin ohutpohjaisilla kesäsandaaleilla. Myös keskitukivaihe ja varvastyöntö olivat voimakkaimmat tässä ryhmässä. Yleisesti vähiten voimaa koko askelsyklin aikana syntyi 1 cm paksuisilla ja kapealla lestillä varustetuilla Birckenstockeilla, vaikkakin pehmein kantaisku tapahtui paksupohjaisten Birckenstockien vasemmassa jalassa.

## OptoGait

Sandaalien askeltahteja (Cadence; kuinka monta molempien jalkojen askelkierrosta minuutin aikana tulee) vertailtaessa erot ovat pieniä. Suurin mitattu arvo oli leveälestillä Birckenstockeilla käveltäessä ja pienin arvo paksupohjaisilla Birckenstockeilla.

<b>Askeltahti (Cadence)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/min</b>
Birckenstock kapea lesti	105,5
Birckenstock paksu pohja	103,7
Birckenstock leveä lesti	106
Ohut kesäsandaali	105,2

Taulukko 20. Sandaalien askeltahtien määrät per minuutti

Askelten määrä per sekunti (Strides) oli kaikilla sandaaleilla sama lukuun ottamatta paksupohjaisia Birckenstockeja, joiden mitattu arvo oli aivan aavistuksen pienempi.

<b>Askeleet per sekunti (Strides)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/s</b>
Birckenstock kapea lesti	0,88
Birckenstock paksu pohja	0,86
Birckenstock leveä lesti	0,88
Ohut kesäsandaali	0,88

Taulukko 21. Sandaalien askelten määrät per sekunti

Askelsyklien kestot olivat myös hyvin lähellä toisiaan. Pisi kesto mitattiin paksupohjaisilla Birckenstockeilla ja lyhin leveälestitisillä Birckenstockeilla.

<b>Askelsyklien kesto (Gait Cycle Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birckenstock kapea lesti	1,14 s	1,14 s
Birckenstock paksu pohja	1,16 s	1,16 s
Birckenstock leveä lesti	1,13 s	1,13 s
Ohut kesäsandaali	1,14 s	1,14 s

Taulukko 22. Sandaalien askelsykliä kestot

Heilahdus- ja tukivaiheiden kestoissa (Step Time & Stance Time) ei ollut merkittävää eroa sandaaleiden välillä. Kaikilla tukivaiheen kesto oli pidempi kuin heilahdusvaiheen kesto.

<b>Heilahdusvaiheen kesto (Step Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	0,58 s	0,56 s
Birkenstock paksu pohja	0,59 s	0,57 s
Birkenstock leveä lesti	0,57 s	0,56 s
Ohut kesäsandaali	0,58 s	0,56 s

Taulukko 23. Sandaalien heilahdusvaiheiden kestot

<b>Tukivaiheen kesto (Stance Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	0,76 s	0,75 s
Birkenstock paksu pohja	0,77 s	0,76 s
Birkenstock leveä lesti	0,76 s	0,74 s
Ohut kesäsandaali	0,77 s	0,76 s

Taulukko 24. Sandaalien tukivaiheiden kestot

Yhden jalan tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen prosentuaaliset osuudet kävelyn tukivaiheista olivat hyvin lähellä toisiaan. Yhden jalan tukivaiheen prosentuaaliset osuudet olivat aivan aavistuksen suuremmat. Ohuilla kesäsandaaleilla oikean jalan yhden jalan

tukivaihe oli osuudeltaan hieman pienempi kuin saman jalan kaksoistukivaiheen osuus. Vasemmassa jalassa tilanne oli päinvastainen.

<b>Yhden jalan tukivaiheen osuus (Single Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	51,6 %	51,3 %
Birkenstock paksu pohja	51,8 %	50,7 %
Birkenstock leveä lesti	51,1 %	50,4 %
Ohut kesäsandaali	50,3 %	49,6 %

Taulukko 25. Sandaalien yhden jalan tukivaiheiden osuudet

<b>Kaksoistukivaiheen osuus (Double Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Birkenstock kapea lesti	48,4 %	48,7 %
Birkenstock paksu pohja	48,2 %	49,3 %
Birkenstock leveä lesti	48,9 %	49,6 %
Ohut kesäsandaali	49,7 %	50,4 %

Taulukko 26. Sandaalien kaksoistukivaiheen osuudet

## 9.4 Korolliset jalkineet

### **MediLogic**

#### *Maksimipaineet*

Maksimipainetta tarkasteltaessa 10 cm koroilla varustetuilla niittikorkokengillä ja 8,5 cm koroilla varustetuilla käärmekorkokengillä painepiikit olivat suurimpia. Niittikorkokengillä suurimmat painepiikit keskittyivät päkiän keskelle sekä 1. varpaan alueelle, kun taas käärmekorkokengillä laajemmin päkiän alueella eikä 1. varpaiden kärjissä. Niittikorkokengillä kantaluun alueelle kohdistunut paine oli lähempänä jalan keskustaa kuin käärmekorkokengillä. Sekä niittikorkokengillä että käärmekorkokengillä painetta ei ollut lainkaan jalan keskellä. Vaikka korkosandaalien koron korkeuden ero verrattaessa käärmekorkokengien oli vain 1 cm, on korkosandaaleissa paine kertynyt jalkaan paljon tasaisemmin; myös jalan keskiosa on kuormittunut. Myös nilkkureilla paine on tasaisemmin koko jalalla, mutta päkiä alueella paine on laajemmalla alueella. Myös kantaluiden alueella paine on aavistuksen kovempi. Näiden mittausten perusteella vähiten painetta jalkoihin aiheuttivat 7,5 cm korolla varustetut korkosandaalit.

#### *Kävelynparametrit kuormitus*

Kävelynparametrien kuormitusosion mukaan niittikorkokengillä päkiän alueen kuormitus menee reilusti yli viitearvon. Vastaava tilanne on käärmekorkokengillä, mutta jostain syystä vasemman jalan arvot eivät ole todella korkean kuormituksen puolella. Nilkkureilla ja korkosandaaleilla kuormitus on viitearvojen yläpuolella, mutta normaalin rajoissa.

<b>Päkiän alueen kuormitus (viitearvo 2,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	6,18	6,89
Käärmekorkokenkä	6,74	5,73
Korkosandaali	2,74	3,28
Niikkuri	4,09	4,19

Taulukko 27. Korkeakorkoisten jalkineiden päkiän alueen kuormitukset

Kaikilla tämän ryhmän jalkineilla keskijalan mitattuarvo oli alle viitearvon. Kauimpana viitearvosta olivat niittikorkokenkien tulokset.

<b>Keskijalan alueen kuormitus (viitearvo 1,50 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	0,06	0,04
Käärmekorkokenkä	1,10	1,42
Korkosandaali	1,31	1,42
Niikkuri	0,85	0,58

Taulukko 28. Korkeakorkoisten jalkineiden keskijalan alueen kuormitukset

Kantapään kuormituksia tarkasteltaessa niittikorkokengän oikean jalan tulokset ovat yli viitearvon. Muilla tämän ryhmän jalkineilla mitatut arvot olivat viitearvojen sisällä.

<b>Kantapään alueen kuormitus (viitearvo 4,10 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	3,75	4,11
Käärmekorkokenkä	3,98	3,33
Korkosandaali	5,18	5,78
Niikkuri	5,59	6,31

Taulukko 29. Korkeakorkoisten jalkineiden kantapään alueen kuormitukset

Lateraalisen puolen kuormitukset olivat kaikilla korkeakorkoisilla jalkineilla normaalin rajoissa.

<b>Lateraalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	2,98	3,10
Käärmekorkokenkä	3,47	2,78
Korkosandaali	3,20	3,66
Niikkuri	3,80	3,68

Taulukko 30. Korkeakorkoisten jalkineiden lateraalisen puolen kuormitukset

Mediaalisen puolen kuormituksia tarkasteltaessa käärmekorkokengillä molempien jalkojen arvot ovat selvän kuormituksen puolella. Myös niittikorkokengillä oikean jalan kuormitus on selvän kuormituksen puolella ja vaikka vasen jalka on ohjelman mukaan vielä normaalin rajoissa, on senkin arvo selvästi koholla viitearvoon nähden. Korkosan-



daaleilla ja nilkkureilla kuormitukset olivat normaalien rajoissa, mutta nilkkureilla oikean jalan mediaalinen kuormitus oli selvästi koholla.

<b>Mediaalisen puolen kuormitus (viitearvo 2,70 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	4,08	4,71
Käärmekorkokenkä	4,75	4,50
Korkosandaali	3,15	3,55
Nilkkuri	3,49	4,07

Taulukko 31. Korkeakorkoisten jalkineiden mediaalisen puolen kuormitukset

Kaikilla korkeakorkoisilla jalkineilla kokonaiskuormitukset olivat normaalien rajoissa.

<b>Kokonaiskuormitus (viitearvo 2,80 N/cm<sup>2</sup>*s)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	3,48	3,85
Käärmekorkokenkä	4,07	3,58
Korkosandaali	3,17	3,61
Nilkkuri	3,65	3,86

Taulukko 32. Korkeakorkoisten jalkineiden kokonaiskuormitukset

### *Painekeskipesteensiirtymä ja perhoskuvio*

Painekeskipesteensiirtymää tarkasteltaessa niittikorkokengillä ja käärmekekorkokengillä kuvioiden varpaiden puoleinen pää on kääntynyt kohti lateraalisuuntaa eli kohti jalkojen ulkosyrjiä. Kaikilla muilla tämän mittauksen jalkineilla kuvion varpaiden puolen pää osoitti jalkojen sisäsyriä kohti. Vaikka kuviot molemmissa on symmetriset, on molempien kuvioiden keskeltä viivat menneet sykkyrälle. Myös perhoskuviot ovat pienemmät ja sykkyräisemmät kuin muilla jalkineilla. Korkosandaaleilla ja nilkkureilla painekeskipesteensiirtymän kuviot olivat samoin päin kuin muilla jalkineilla ja ne näyttivät olevan symmetriset. Myös perhoskuviot olivat muilla jalkineilla saatujen tulosten kaltaiset.

### *Kävelyn parametrit*

Kävelyn parametreja tutkittaessa kahden jalan tuessa (Two Leg Stance) nilkkureita lukuun ottamatta arvot eivät ole optimaaliset. Kaikista kauimpana ohjearvoa ovat käärmekekorkokengät. Korkea arvo indikoi kävelyn epävarmuutta ja sikäli on mielenkiintoista, että vain niittikorkokengillä käveltäessä koehenkilö kertoi kävelyn tuntuvan huteralta ja epävarmalta, joilla mittaustulokset olivat kuitenkin paremmat, vaikkeivat kuitenkaan ns. optimirajoissa.

Seisontavaiheen kestossa (Stancephase Duration) niittikorkokenkä ja käärmekekorkokenkä eivät olleet viitearvoissa.

### *Vertikaalivoimien keskiarvot*

Vertikaalivoimien keskiarvoja tarkasteltaessa niittikorkokengillä ja käärmekekorkokengillä käyrien alkuun on ilmaantunut  $2 \text{ N/cm}^2$  kohdalle poikkeama, jossa käyrä ei kulje suoraan kohti kantaiskun huippua. Korkosandaaleilla ja nilkkureilla taas käyrä kulkee kohti kantaiskun huippua tekemättä ylimääräisiä pykäliä matkalla. Korollisia jalkineita korottomiin verrattaessa voidaan huomata, että korollisissa jalkineissa kantaisku aiheuttaa suuremman voiman kuin varvastyöntö, kun taas korottomilla asia on päinvastoin.

Niittikorkokengillä ja käärmekekorkokengillä kantaisku oli kovempi kuin korkosandaaleilla tai nilkkureilla.

## OptoGait

Tarkasteltaessa askeltahteja, voidaan huomata, että tämän ryhmän korkein askeltahti oli 10 cm koroilla varustetuilla niittikorkokengillä käveltäessä. Seuraavaksi korkein oli 7,5 cm koroilla varustetuilla käärmekekorkokengillä, sitten korkosandaaleilla ja pienin askeltahti oli nilkkureilla.

<b>Askeltahti (Cadence)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/min</b>
Niittikorkokenkä	111,8
Käärmekekorkokenkä	108,4
Korkosandaali	105,6
Nilkkuri	103,9

Taulukko 33. Korollisten jalkineiden askeltahtien määrät per minuutti

Askelten määriä per sekunti tarkasteltaessa järjestys oli sama kuin askeltahtia tarkasteltaessa eli niittikorkokengillä askelia tuli per sekunti eniten ja nilkkurilla vähiten.

<b>Askeleet per sekunti (Strides)</b>	
<b>Jalkine</b>	<b>1/s</b>
Niittikorkokenkä	0,93
Käärmekekorkokenkä	0,90
Korkosandaali	0,88
Nilkkuri	0,87

Taulukko 34. Korollisten jalkineiden askelten määrät per sekunti

Askelsykliä kesto (Gait Cycle Time) tarkasteltaessa niittikorkokengillä kesto on lyhin ja nilkkureilla taas pisin.

<b>Askelsykliä kesto (Gait Cycle Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	1,07 s	1,07 s
Käärmekorkokenkä	1,12 s	1,10 s
Korkosandaali	1,14 s	1,14 s
Nilkkuri	1,16 s	1,15 s

Taulukko 35. Korollisten jalkineiden askelsykliä kesto

Heilahdusvaiheen kestossa (Step Time) erot eivät olleet kovinkaan suuret, mutta lyhin se oli niittikorkokengillä ja pisin nilkkureilla. Tukivaiheen kesto (Stance Time) niittikorkokengillä oli yhtä pitkä kuin heilahdusvaihe ja se oli tämän ryhmän lyhin kesto. Muilla tämän ryhmän jalkineilla tukivaiheen kesto taas oli pidempi kuin heilahdusvaiheen kesto.

<b>Heilahdusvaiheen kesto (Step Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	0,54 s	0,53 s
Käärmekorkokenkä	0,54 s	0,56 s
Korkosandaali	0,57 s	0,56 s
Nilkkuri	0,59 s	0,56 s

Taulukko 36. Korkeakorkoisten jalkineiden heilahdusvaiheiden kestot

<b>Tukivaiheen kesto (Stance Time)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	0,55 s	0,54 s
Käärmekorkokenkä	0,70 s	0,70 s
Korkosandaali	0,75 s	0,74 s
Nilkkuri	0,80 s	0,78 s

Taulukko 37. Korkeakorkoisten jalkineiden tukivaiheiden kestot

Yhden jalan tukivaiheita ja kaksoistukivaiheita prosentuaalista osuutta kävelystä tarkasteltaessa voidaan huomata, että niittikorkokengillä kaksoistukivaiheen osuus on lähes olematon eli lähes koko kävelyn ajan menossa on yhden jalan tukivaihe. Käärmekorkokengillä yhden jalan tukivaiheen osuus suurempi kuin kaksoistukivaiheen, mutta kaksoistukivaiheen osuus on selvästi suurempi kuin niittikorkokengillä. Korkosandaaleilla yhden jalan tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen osuudet ovat lähes yhtä suuret, mutta yhden jalan tukivaiheen osuus on aavistuksen suurempi. Myös nilkkureilla yhden jalan tukivaiheen ja kaksoistukivaiheen osuudet ovat lähes yhtä suuret, mutta tällä kertaa kaksoistukivaiheen osuus on suurempi kuin yhden jalan tukivaiheen osuus.

<b>Yhden jalan tukivaiheen osuus (Single Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	97,9 %	97,9 %
Käärmekorkokenkä	58,0 %	60,2 %
Korkosandaali	52,7 %	52,5 %
Niikkuri	46,6 %	46,1 %

Taulukko 38. Korkeakorkoisten jalkineiden yhden jalan tukivaiheiden osuudet

<b>Kaksoistukivaiheen osuus (Double Support)</b>		
<b>Jalkine</b>	<b>Vasen jalka</b>	<b>Oikea jalka</b>
Niittikorkokenkä	2,1 %	2,1 %
Käärmekorkokenkä	41,5 %	39,8 %
Korkosandaali	47,3 %	47,5 %
Niikkuri	53,4 %	53,9 %

Taulukko 39. Korkeakorkoisten jalkineiden kaksoistukivaiheen osuudet

## 10 Johtopäätökset

### Matalakantaiset vapaa-ajan jalkineet

#### *MediLogic*

Kolmen kokoisilla Converse-jalkineilla tehtyjen MediLogic-mittausten perusteella liian pienet ja liian suuret jalkineet aiheuttavat enemmän painekertymää etenkin 1. varpaan

alueelle verrattaessa sopiviin jalkineisiin. Liian suurilla Converseilla kävellessä kantaluoiden alueelle kertyneiden painepiikkien perusteella voidaan epäillä liian suurten jalkineiden olevan huono iskunvaimentamisessa.

### *OptoGait*

OptoGait mittaustulosten perusteella mitä lyhyempi jalkine on sitä tiheämmin askeleita, joutuu ottamaan. Tulokset olivat kuitenkin hyvin lähellä toisiaan, jolloin käytännön merkitys jää suht olemattomaksi. Sille miksi kaikilla Converseilla kaksoistukivaiheen prosentuaalinen osuus kävelystä oli selvästi pienempi kuin lenkkikengillä on vaikea antaa selitystä.

Verrattaessa tämän ryhmän jalkineilla kävelyä paljasjalkaiseen tilanteeseen voidaan todeta, että paljain jaloin askeleita otetaan tiheämpään.

### *Yhteenveto*

Lähikarin mukaan liian pitkissä tai laajoissa jalkineissa jalat liukuvat jalkineiden sisällä edestakaisin kävellessä. (Lähikari 2008, 24). Liian suurilla Converseilla kävellessä koehenkilö kertoi joutuvansa pitämään jalkineista kiinni puristamalla varpaita juuri edestakaisesta liukumisesta johtuen. Näin käveleminen tuskin kenenkään mielestä on mukavaa ja se tuskin edesauttaa jalkojen säilymistä hyväkuntoisina läpi elämän. Edestakaisin heiluminen altistaa myös jalkaterät hankaumille. Saarikosken & Stoltin mukaan sopivassa jalkineessa kantapää pysyy tukevasti paikallaan ja suorassa asennossa kävellessä. (Saarikoski & Stolt 2023: Kengän istuvuuden vaikutus jalkaterveyteen). Edellä kuvatun kaltainen tilanne ei kuitenkaan liian suurilla Converseilla ollut. Liukoksen ja Saarikosken mukaan hyvät jalkineet vaimentavat iskuja liikuttaessa kovilla alustoilla. (Liukkonen & Saarikoski, 2004, 38). Joensuun ja Liukkosen mukaan kantapään kolahtaessa kovaa alustalle se rasittuu ja siitä aiheutuu mikromurtumia. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 579). Liian suurilla Converseilla saatujen MediLogic tulosten perusteella iskuvaimennuksessa on parantamisen varaa, joten tämänkään pohjalta liian isoja jalkineita ei voida pitää hyvinä jalkineina, jotka edistäisivät jalkaterien säilymistä hyvinä.

Vaikka liian suurilla Converseilla mitatut kuormitukset olivat normaalien rajoissa, ei se tarkoita sitä, että niillä olisi hyvä kävellä tai ne olisivat hyvät jalkojen terveyden kannalta. On mahdollista, että tulokset ovat näiden jalkineiden osalta vääristyneet, koska kä-

velijän jalka on kokoa 37–38 ja liian suuret Converset taas kokoa 44. Koehenkilön jalka ei voi mitenkään täyttää näin reilusti suurta jalkinetta.

Tässä ryhmässä suurimpana tavoitteena oli selvittää sopivien, liian pienten ja liian suurten jalkineiden vaikutus jalkoihin. Mittaustuloksiin ja teorian vertailuun pohjautuen liian suuria jalkineita ei voida pitää hyvänä jalkojen hyvinvoinnin kannalta. Näissä mittauksissa olleet pienet jalkineet eivät olleet niin paljoa pienet, että ne olisivat aiheuttaneet tuloksiin merkittäviä heittoja, vaikka sopiviin vastaaviin jalkineisiin nähden paine- ja kuormitusarvot olivatkin korkeammat. Tulos tuskin yllättää ketään: kunkin jalkaan sopivan kokoiset jalkineet ovat siis paras vaihtoehto.

## **Sandaalit**

### *MediLogic*

Eri levyisillä lesteillä varustetuilla Birckenstock-jalkineilla tehtyjen MediLogic-mittausten perusteella lestin leveys vaikutti paineen kertymiseen siten, että leveämmällä lestillä paine levittäytyi jalkapohjassa laajemmalle alueella. On toki yksilöllistä millainen lesti kenenkin jalkaan sopii, joten näiden mittausten pohjalta ei voida tehdä yksiselitteistä päätelmää millainen lestin leveys olisi paras.

### *OptoGait*

Tämän opinnäytetyön mittauksissa käytetyissä sandaaleissa ei ollut merkittäviä eroja kävelyn vaiheiden aika-arvoissa.

Verrattaessa tämän ryhmän jalkineilla kävelyä paljasjalkaiseen tilanteeseen voidaan todeta, että paljain jaloin askeleita otetaan tiheämpään.

### *Yhteenveto*

Tässä ryhmässä suurimpana tavoitteena oli selvittää eri paksuisen pohjan ja eri lestien vaikutus jalkoihin. Pohjan paksuuden vaikutuksesta ei onnistuttu löytämään teorian tietoa mitä vertailla saatuihin mittaustuloksiin, joten kaikki johtopäätökset ovat opinnäytetyöntekijän omia spekulatioita. Mittausten perusteella leveämpi lesti jakaa painetta laajemmalle alueelle. Birckenstockien osalta on vaikea arvioida mikä on pohjan paksuuden vaikutus jalkaterien kannalta. Birckenstockeilla käveltäessä aiheutuneita paineita verrattaessa ohuisiin kesäsandaaleihin voidaan tehdä oletus, että ohuempi pohja on



huonompi vaimentamaan iskuja ja paineiden kertymistä. Vertailu ei kuitenkaan ole aivan tasapuolinen johtuen Birckenstockien eri tavalla muotoillusta pohjallisesta.

## **Korkokengät**

### *MediLogic*

Korkealla ja pienipintalaisella korolla varustetut jalkineet aiheuttivat painekeskipisteen-siirtymän kuvioon ja perhoskuvioon selvää hajontaa. Matalammilla ja isopinta-alaisemmilla koroilla varustetuilla jalkineilla kuviot tasaantuivat. Näiden mittausten pohjalta on kuitenkin vaikea osoittaa johtuuko kuvioiden hajoaminen tietystä koron korkeudesta vaiko koron pinta-alasta, mutta molempien voidaan kuitenkin ajatella olevan tasapainoon vaikuttavia tekijöitä. Lähikarin mukaan korkea korko ja pieni korkolappu lisäävät jalkineen ja kävelyn epävakautta. (Lähikari 2008: 24). Mittauksia suoritettaessa koehenkilö kertoi niittikorkokengillä kävelyn tuntuvan huteralta. Korolliset jalkineet, joissa perhoskuvio hajosi, keskittyi paine lähinnä kantapään ja päkiän alueelle. Kuormituskia tutkittaessa ja vertailtaessa voidaan huomata, että korkea korko aiheuttaa kuormituksen siirtymistä päkiälle ja jalkaterän mediaaliselle puolelle eikä keskijalka kuormitu.

### *OptoGait*

OptoGait tuloksia vertaillessa voidaan huomata koron korkeuden vaikuttavan askeltahtiin ja askelten määrään. Mitä korkeampi korko sitä tiheämpi askeltahti on ja sitä isompi askelten määrä on. Saarikosken ja Liukkosen mukaan yli 4 cm:n koroilla kävellessä askelpituus lyhenee eli askelia joudutaan ottamaan enemmän ja tämä vaikuttaisi olevan tilanne myös näissä mittauksissa. (Saarikoski & Liukkonen 2008: 45). Verrattaessa näiden mittausten korkokengillä kävelyä paljasjalkaiseen tilanteeseen voidaan todeta, että paljain jaloin askeleita otetaan tiheämpään. Ero kuitenkin kapenee koron korkeuden kasvaessa ja 10 cm koroilla varustetuilla niittikorkokengillä ero ei ole kovinkaan suuri. Paljasjalkaisessa tapauksessa, jolloin luonnollisesti korko ei ole vaikuttamassa, Liukkosen & Saarikosken teoria ei kuitenkaan tule toteen näiden mittausten perusteella.

### *Yhteenveto*

Koehenkilö koki niittikorkokengillä kävellessä varpaiden menevän suppuun ja jalkineen kärjen puristavan. Saarikosken ja Stoltin mukaan sopiva jalkine ei paina, purista eikä hankaa, vaan tuntuu mukavan napakalta. (Saarikoski & Stolt 2023: Kengän istu-

vuuden vaikutus jalkaterveyteen). Lähikarin mukaan varpaiden kohdalta liian kapeat jalkineet kääntävät isovarpaiden sisäänpäin ja isovarpaiden niveliä ulospäin eli aiheuttavat ns. vaivaisenluun. (Lähikari 2008, 24). Koehenkilön kertoman perusteella ja verraten edellä oleviin lähteisiin voidaan olettaa kyseisten jalkineiden olevan kävelijän jalkaan sopimattomat ja mahdolliset aiheuttamaan vaivaisenluun pidempi aikaisella käytöllä.

Liukkosen ja Saarikosken mukaan jalkaterän ulkoreunan viides säde kantaa osan jalkaterän kuormasta silloin, kun kantapää on maassa. Mitä korkeammalle kantapää kohoaa alustalta päkiän pysyessä alustassa, sitä vähemmän viides säde kuormittuu. (Liukkonen & Saarikoski 2004: 82.) Etenkin niittikorkokengillä ja käärmekorkokengillä mitattuja painekertymiä tutkittaessa tilanne vaikuttaisi olevan edellä kuvatun kaltainen. Myös kuormitusten kertyminen päkiän alueelle ja mediaalisesti tukevat väittämää.

Tässä ryhmässä pyrittiin selvittämään eri korkuisten ja eri pinta-alaisten korkojen vaikutuksia. Mittaustulosten perusteella mitä korkeampi korko sitä tiheämmin joutuu askeltamaan.

### **Korolliset ja korottomat jalkineet**

#### *MediLogic*

Kävelyn parametrien kokonaiskuormituksia tarkasteltaessa pienin koko jalkaterän kuormitus mitattiin 1 cm pohjalla ja kapealla lestillä varustetuilla Birckenstockeilla, kun taas korkein kuormitus mitattiin lenkkikengillä.

#### *OptoGait*

Kaikista näiden mittausten jalkineista suurin askeltiheys oli niittikorkokengillä ja pienin paksupohjaisilla Birckenstockeilla. Korkeakorkoisten jalkineiden mittaustuloksia vertailtaessa huomattiin, että ainakin sen ryhmän sisällä koron korkeus vaikutti askeltiheyteen. Vertailemalla korollisia ja korottomia jalkineita ei voida kuitenkaan suoraan tulla johtopäätökseen, että askeltiheys menisi käsikädessä koron korkeuden kanssa. 5,5 cm korolla varustetuiden nilkkureiden mitattu askeltiheys oli nimittäin hyvin lähellä paksupohjaisia Birckenstockeja ja näiden mittausten toiseksi pisin askeltiheys. Mittausten mukaan siis paksupohjaisia Birckenstockeja lukuun ottamatta kaikilla mittausten jalkineilla askelia otetaan tiheämmin kuin nilkkureilla.

### *Yhteenveto*

Korottomia ja korollisia jalkineita verrattaessa ei voida suoraan todeta kummankaan olevan parempi tai huonompi. Se kuinka korkea korko on tai miten suuren pinta-ala siitä on kontaktissa maan kanssa vaikuttaa asiaan, kuten myös millainen pohjallinen jalkineessa on. Korottomalla jalkineella kävellessä nilkka on kuitenkin lähempänä neutraalia asentoa, joka on ns. nilkan optimiasento, kun taas korollisilla jalkineilla nilkka kääntyy plantaarifleksioon. Painekestymän puolesta maltillisella korolla varustettu jalkine ei ainakaan näiden mittausten perusteella välttämättä eroa korottomasta jalkineesta.

Jalkaterän neutraali asento on yleisesti sovittu biomekaanisen tutkimuksen alkuasento. Se määritellään siten, että ylempi nilkanivel on 90 asteen kulmassa, subtalaarivivel on neutraalissa asennossa ja keskitarsaalnivelen pitkittäinen akseli on maksimaalisessa pronaatiossa. (Liukkonen & Saarikoski 2004, 223–224.)

### **Vertailu muihin tutkimuksiin**

Kirjallisuuskatsausta tehdessä ja tähän työhön verrannollisia tutkimuksia etsittäessä löytyi vain yksi sopiva tutkimus: The Korean Orthopaedic Associationin 2022 teettämä tutkimus, jossa vertailtiin matalakantaisten-, lenkki- ja korkeakorkoistenkenkien aiheuttamia plantaaripaineita.

The Korean Orthopaedic Associationin tekemässä tutkimuksessa plantaaripaineita aiheutui vähiten lenkkikengillä kävellessä, paitsi jalkaterän keskiosassa. (Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels) 284.) Myös tämän työn mittauksissa lenkkikengät aiheuttivat jalan keskiosaan selvästi painetta.

The Korean Orthopaedic Associationin tutkimuksessa matalakantaiset 1 cm korolla varustetut jalkineet aiheuttivat painetta jalkaterän etuosaan enemmän kuin lenkkikengät. (Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels) 284.) Tässä opinnäytetyössä ei ollut käytössä heidän tutkimukseensa vastaavia jalkineita, mutta muihin tämän tutkimuksen korottomiin jalkineisiin verrattuna lenkkikengät aiheuttivat toiseksi eniten painetta jalkaterän etuosalle. Kaikista eniten painetta jalan etuosalle aiheuttivat ohuet kesäsandaalit, kun taas vähiten aiheuttivat leveälestiset Birckenstockit.

The Korean Orthopaedic Associationin tutkimuksessa matalakantaisilla 1 cm koroilla varustetuilla jalkineilla jalkaterän takaosaan kertynyt paine oli suurempi kuin muilla tutkimuksen jalkineilla. (Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels) 284.) Tässä opinnäytetyössä eniten painetta jalkaterän takaosaan kertyi 5,5 cm koroilla varustetuilla nilkkureilla. Tämän opinnäytetyön kaikista jalkineista pienimmät arvot jalkaterän takaosan paineilla olivat käärme-korkokengillä ja paksupohjaisilla Birckenstockeilla.

The Korean Orthopaedic Association tutkimuksessa päkiän alueelle eniten painetta aiheuttivat 7 cm koroilla varustetut korkokengät. (Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels) 284.) Tämän opinnäytetyön mittausten tulokset olivat vastaavat: 10 cm koroilla varustetuilla niit-tikorkokengillä ja 7,5 cm koroilla varustetuilla käärme-korkokengillä päkiän alueen paineet olivat korkeimmat. Tosin ohuet kesäsandaalit eivät jääneet päkiän alueen paineis-sa paljoa edellä mainittujen taakse.

## 11 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä syntyneiden mittaustulosten perusteella on vaikeaa arvioida todellisesti, kuinka mittauksissa käytetyt jalkineen vaikuttaisivat jalkojen hyvinvointiin, koska kyseessä on kertaluontoisesti yhdellä henkilöllä teetetyt mittaukset. Kertaluon-toista selvitystä ei voida pitää absoluuttisena totuutena, joka pätee aina vastaavia mit-tauksia tehtäessä eli tässä opinnäytetyössä saatuja mittaustuloksia ei voida yleistää.

Mittaustulosten analysointi osoittautui odotettua haasteellisemmaksi, koska opinnäyte-työntekijän perehtyneisyys käytettyihin mittalaitteisiin on vähäistä; apuvälinetekniikan opinnoissa on keskitytty enemmän laitteiden käytön opetukseen kuin niillä saatavan datan analysointiin. Mitattujen asioiden ymmärtämättömyys ja vain huteran tiedon va-rassa tehty tulosten arviointi heikentävät osaltaan työn tulosten luotettavuutta. Tässä työssä käytettyjen laitteiden valmistajilta löytyi manuaalit, mutta osa selityksistä tuntui sekavilta eikä kunnan esimerkkejä ollut. Mittaustulosten tarkempi analysointi vaatisi suurempaa ja pidempää perehtyneisyyttä mittalaitteisiin ja niiden antamaan dataan. On mahdollista, että aiheeseen liian vähän perehtyneenä on voinut tulkita joitain asioita väärin. Toisaalta, vaikka opinnäytetyöntekijän kyky analysoida tuloksia on mitä on, Me-diLogic mittaustulokset ovat konkreettisia ja hyvin dokumentoituja, joka osaltaan voi-daan nähdä työn luotettavuutta lisäävänä tekijänä.

Mittauksissa käytetyt jalkineet eivät olleet uusia vaan osa enemmän ja osa vähemmän käveltyjä. Mittauksissa ja pohdinnoissa ei ole otettu huomioon jalkineiden kulumisesta mahdollisesti aiheutuvia muuttujia mittaustuloksiin.

Työn suunnitteluvaiheessa tehdyn kirjallisuuskatsauksen pohjalta tutkimuksia, joihin verrata tässä työssä syntyneitä tuloksia oli vaikea löytää. Yksi vastaavan tyyppinen työ löytyi, mutta siinä käytetty jalkinepintapainemittauslaite oli eri kuin tässä työssä käytetty MediLogic. Lisäksi löydetyn tutkimuksen pintapainemittauslaitteen painealueet oli jaettu eri tavoin kuin MediLogicissa, joka aiheuttaa vertailussa tulkinnanvaraisuutta. Tulosten vertailu jäi siis pitkälti tutkimukseen kirjattujen sanallisten kuvausten varaan eikä siis konkreettisia numeerisia arvoja pystytty vertailemaan. Jalkineiden vaikutuksista jalkateeriin löytyi kirjallisuutta ja tulosten vertailu kirjallisuuteen lisää työn luotettavuutta.

Kysymykseen: "Kuinka erilaisissa jalkineissa paineet kohdistuvat jalkoihin?" saatiin suhteellisen kattava vastaus. 12 jalkineen kattaus on suhteellisen laaja ja jalkineiden vaikutuksia saatiin mittaustulosten pohjalta vertailtua keskenään hyvin.

Kysymykseen: "Kuinka erilaiset jalkineet vaikuttavat kävelyn biomekaniikkaan?" saatiin askeltiheyyksiin liittyen vastauksia. Mittauksissa oli tarkoitus käyttää MediLogicin lisäksi Contemphas Templo ohjelmistoa, jolla olisi saatu selvitettyä eri jalkineiden vaikutus alaraajojen nivelten kulmamuuksiin. Mitattavan henkilön vaatetus oli kuitenkin liian tumma suhteessa taustaan, jolloin ohjelmisto ei kyennyt analysoimaan tallennetusta videokuvasta alaraajoja tarvittavalla tarkkuudella. Tarkemman datan pohjalta olisi voinut tehdä tarkempia oletuksia eri jalkineiden vaikutuksesta kävelyn biomekaniikkaan.

Kysymykseen: "Kuinka erilaisten jalkineiden jalkoihin kohdistamat paineet voisivat mahdollisesti vaikuttaa ajan kuluessa jalkojen hyvinvointiin?" saatiin muutamia pohdintoja, mutta niiden todellinen osoittaminen ei tällä otannalla ole spekulointia suuremmin mahdollista.

## Lähteet

Ahonen, Jarmo & Sandström Marita 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. VK-kustannus Oy. Lahti. 289, 297–299, 301–302, 304, 306–308

2022 Change of In-Shoe Plantar Pressure According to Types of Shoes (Flat Shoes, Running Shoes, and High Heels) 284  
<<https://ecios.org/DOIx.php?id=10.4055/cios20260>> Viitattu 10.10.2023

Jyväskylän Yliopiston Koppa 2015  
<<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategia/tapaustutkimus>> Viitattu 22.10.2023

KvaliMOTV <[https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L5\\_5.html](https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L5_5.html)> Viitattu 22.10.2023

Lepistö, Jyri & Saarikoski, Riitta & Stolt, Minna & Väyrynen, Petri 2023. Jalkaterveys. Kustannus Oy Duodecim. E-kirja.

Liukkonen, Irmeli & Saarikoski, Riitta 2004. Jalat ja terveys. Karisto Oy. Hämeenlinna. 38, 40, 45, 72, 82, 137–138, 143–150, 223–224, 228, 230, 579

Lähikari, Maritta 2008. Kenkä askel askeleelta. Muotikaupan Liitto ry Helsinki. 6, 24–25, 28

MediLogic WLAN insole 2023 <<https://medilogic.com/en/medilogic-wlan-insole/>> Viitattu 08.07.2023

MediLogic Manual 2023. 56 <[https://medilogic.com/wp-content/uploads/2018/05/medilogic\\_Manual.pdf](https://medilogic.com/wp-content/uploads/2018/05/medilogic_Manual.pdf)> Viitattu 30.09.2023

Murphy, Douglas P. & Webster, Joseph B 2019. Atlas of Orthoses and Assisitive Devices, Fifth Edition. 220, 229

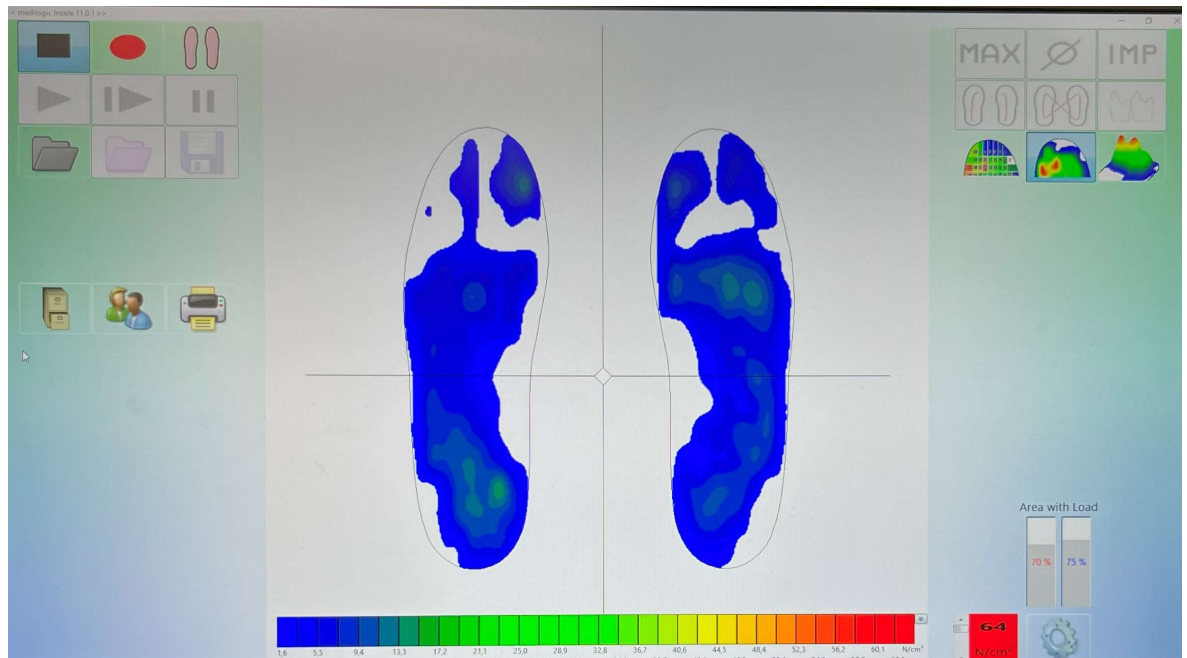
OptoGait 2023 <<http://optogait.com/>> Viitattu 08.07.2023

OptoGait Manual 2023  
<<http://www.optogait.com/optogaitportal/media/manuals/manual-en.pdf>> Viitattu 30.09.2023

Saarikoski, Riitta & Stolt Minna 2023. Jalkaterveys. Kustannus Oy Duodecim. Kengän istuvuuden vaikutus jalkaterveyteen, Kengän koron ja lestin vaikutus jalkaterveyteen, Kenkien vaikutus jalkaterän taka- ja keskiosan toimintaa



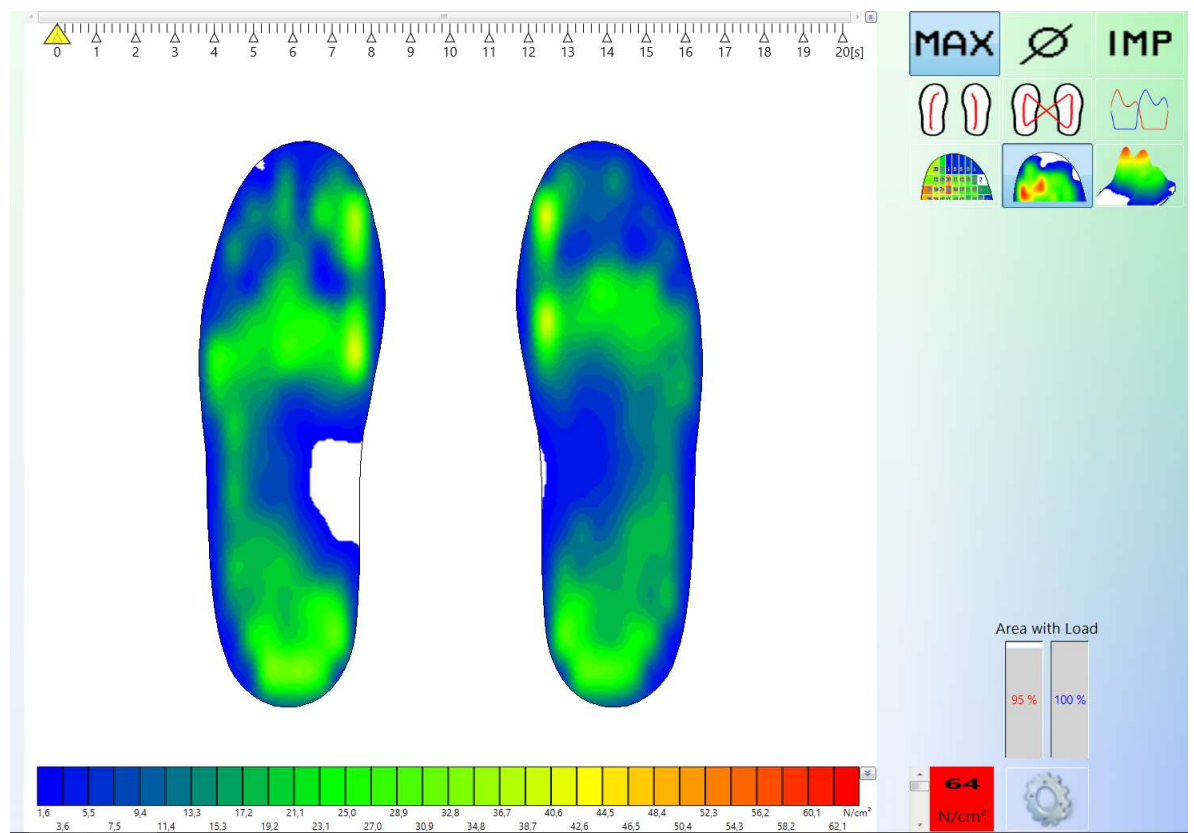
## Liite 1. Paljain jaloin MediLogic &amp; OptoGait tulokset



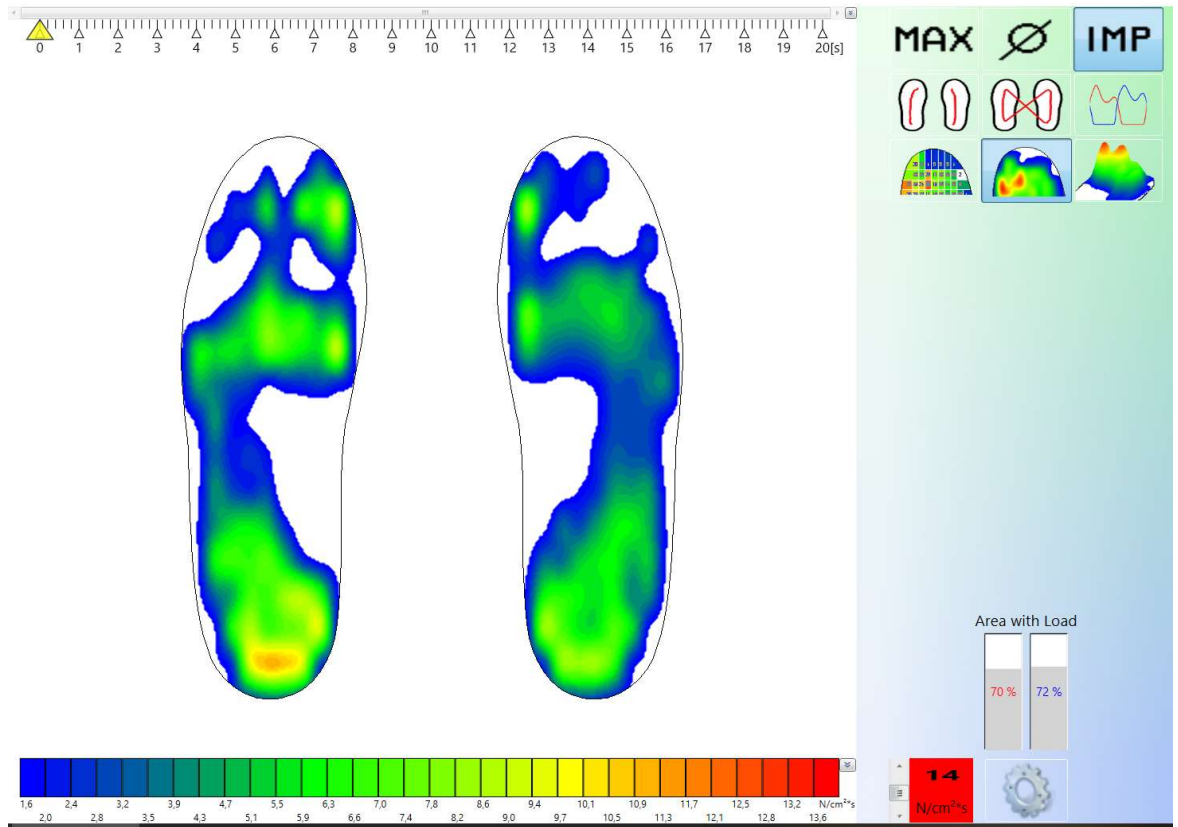
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	113,6	1/min
Strides/s	0,95	1/s
L gait cycle time	1,06	s
R gait cycle time	1,06	s
L step time	0,53	s
R step time	0,52	s
L stance time	0,67	s
R stance time	0,67	s
L single support	58,1	%
R single support	57,7	%
L double support	41,9	%
R double support	42,3	%



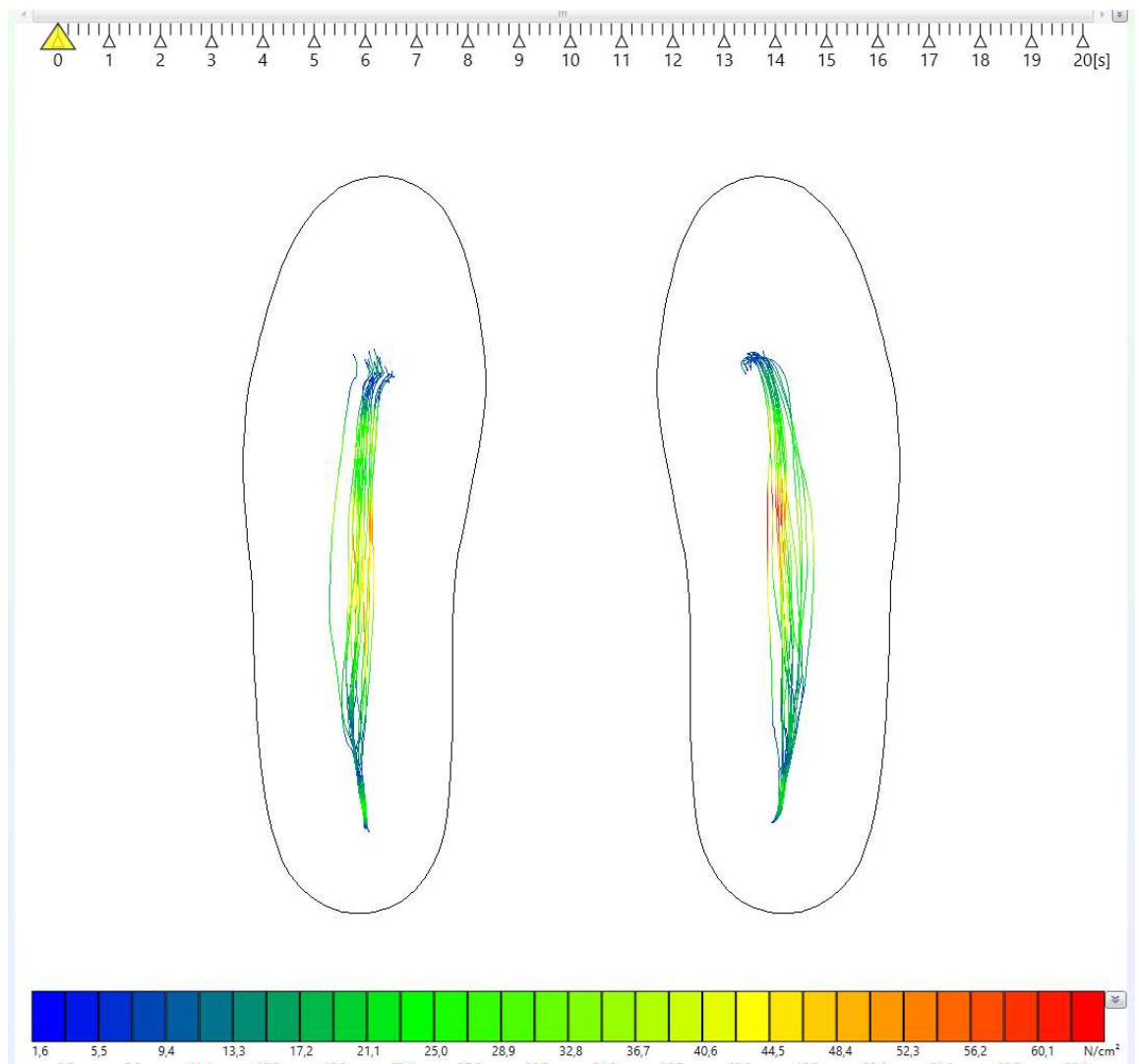
## Liite 2. Converse sopiva MediLogic &amp; OptoGait tulokset



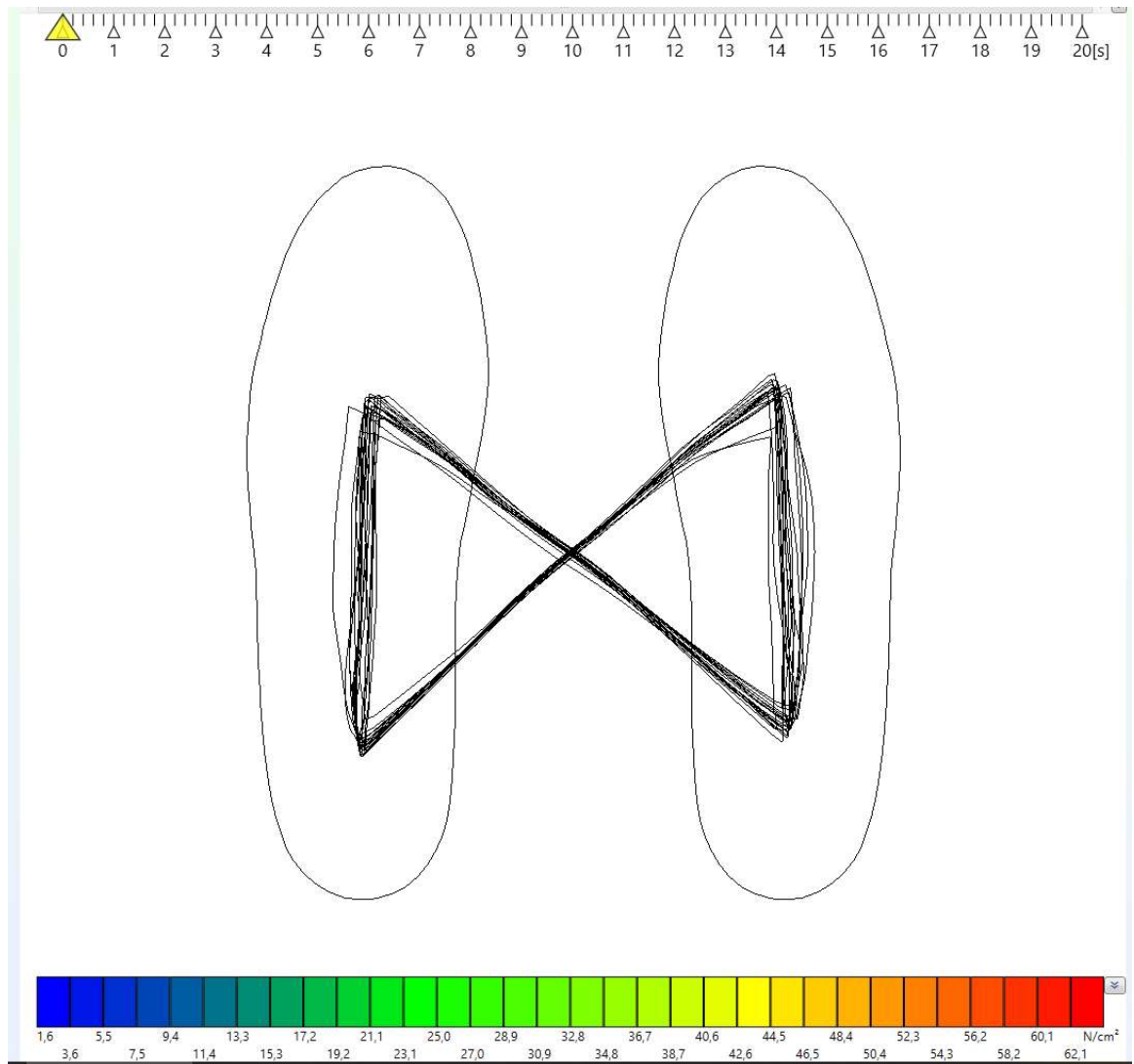
Kuva 30. Maksimipaine sopivilla Converseilla käveltäessä



Kuva 31. sopivilla Converseilla käveltäessä



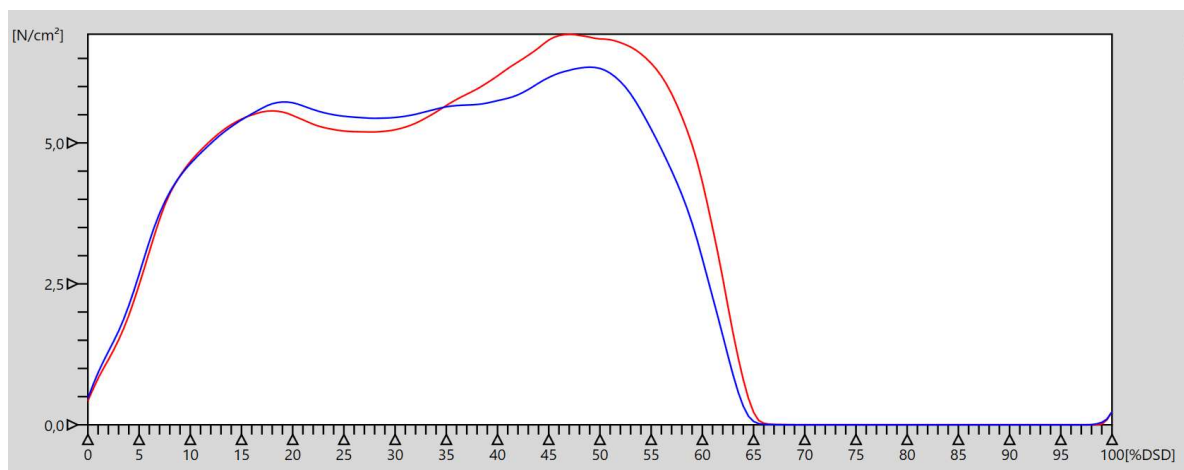
Kuva 32. sopivilla Converseilla käveltäessä



Kuva 33. Perhoskuvio sopivilla Converseilla käveltäessä



Kuva 34.

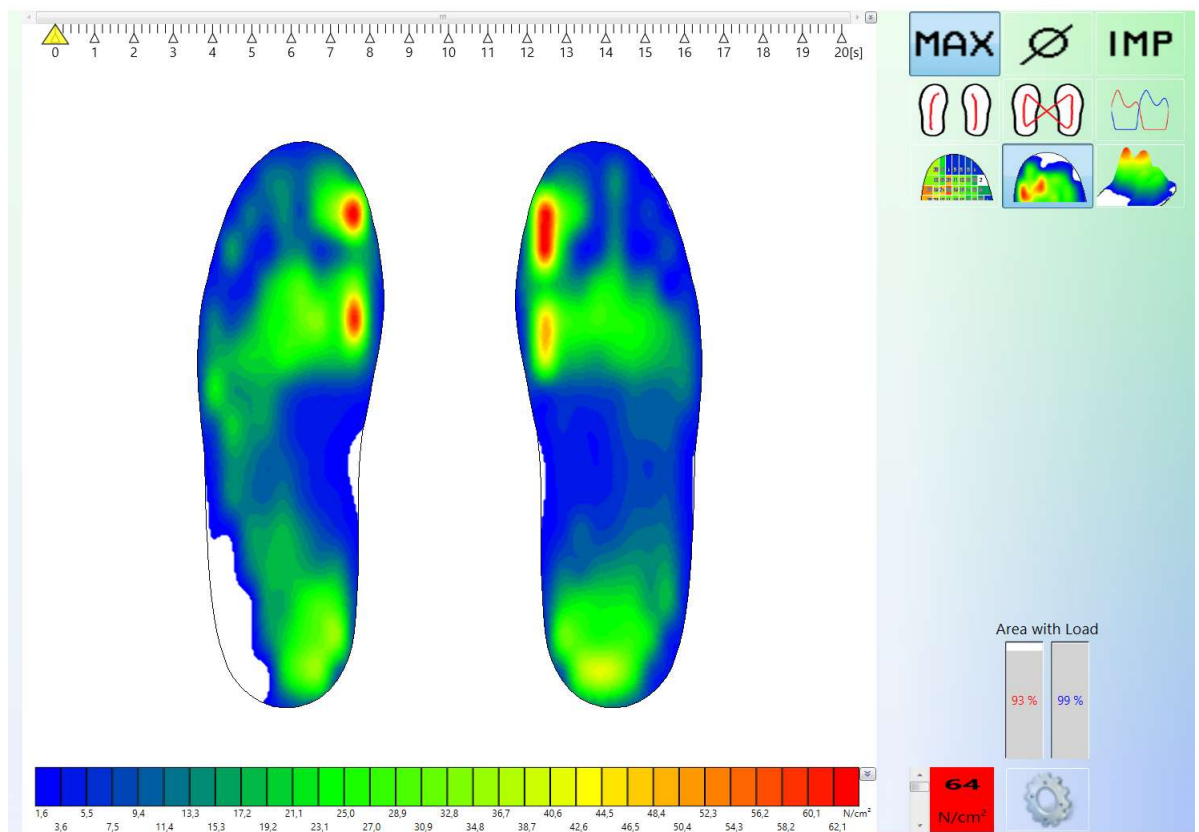


Kuva 35.

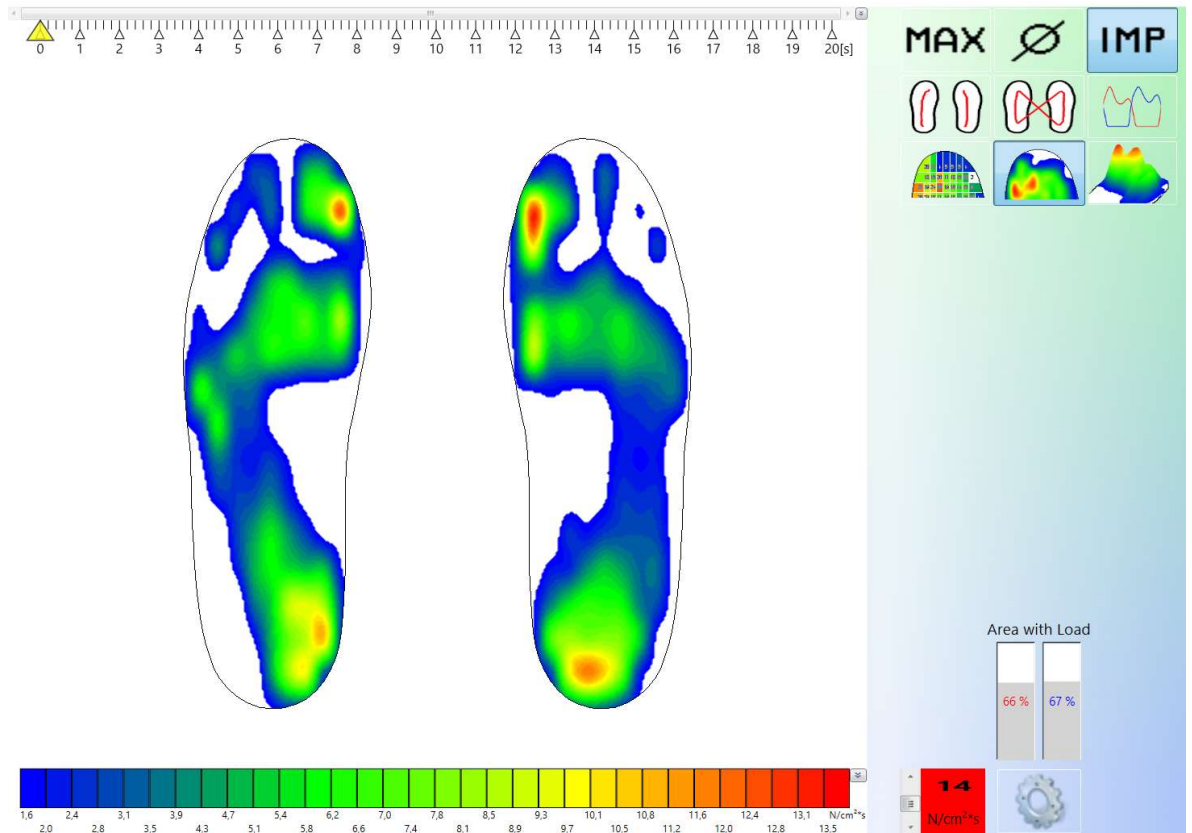
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	107,0	1/min
Strides/s	0,89	1/s
L gait cycle time	1,12	s
R gait cycle time	1,12	s
L step time	0,57	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,67	s
R stance time	0,66	s
L single support	68,0	%
R single support	68,0	%
L double support	32,0	%
R double support	32,0	%

Kuva 36. Contemplas Templo sopivilla Converseilla käveltäessä

## Liite 3. Converse pieni MediLogic &amp; OptoGait tulokset

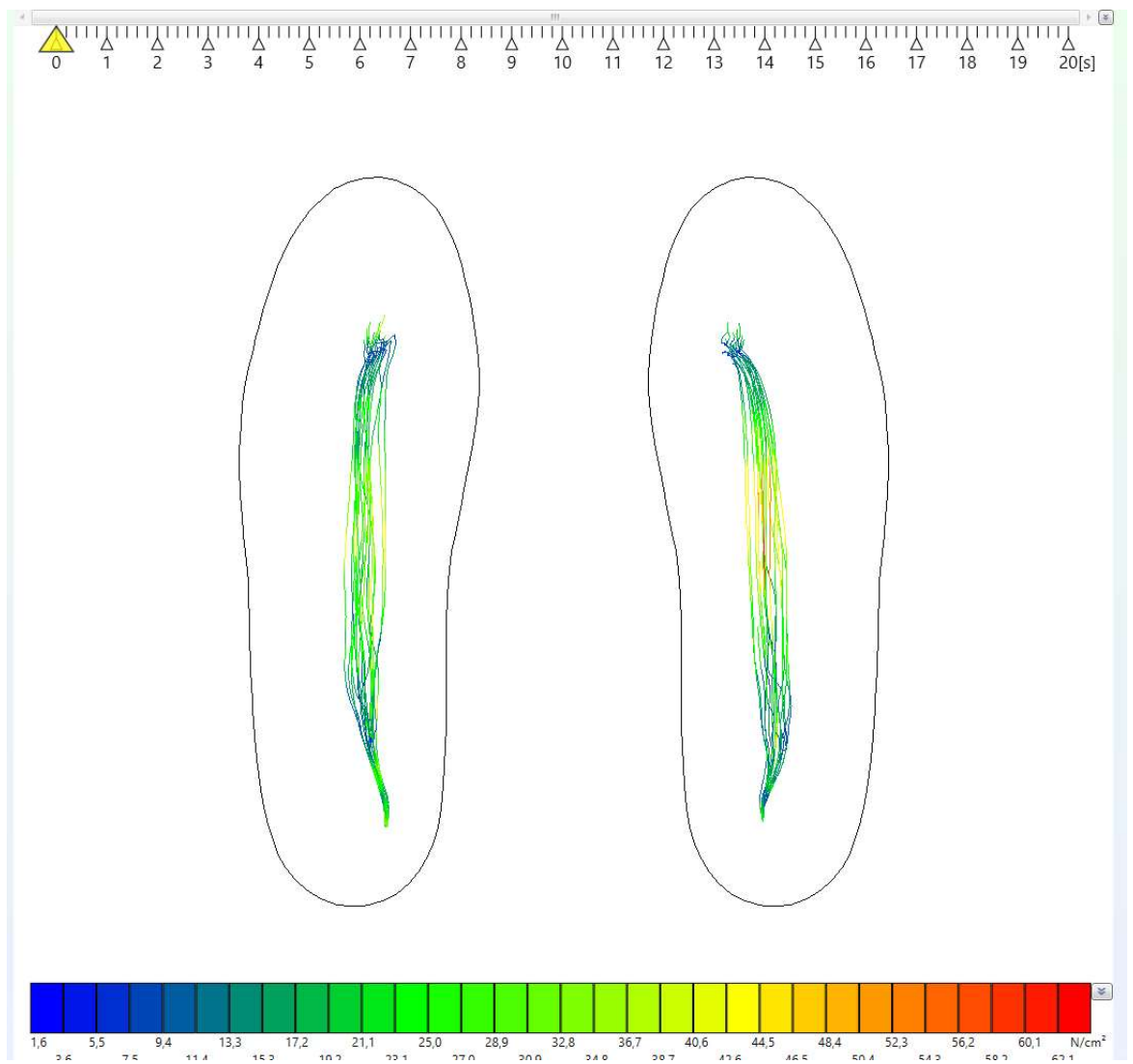


Kuva 37. Maksimipaine liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä

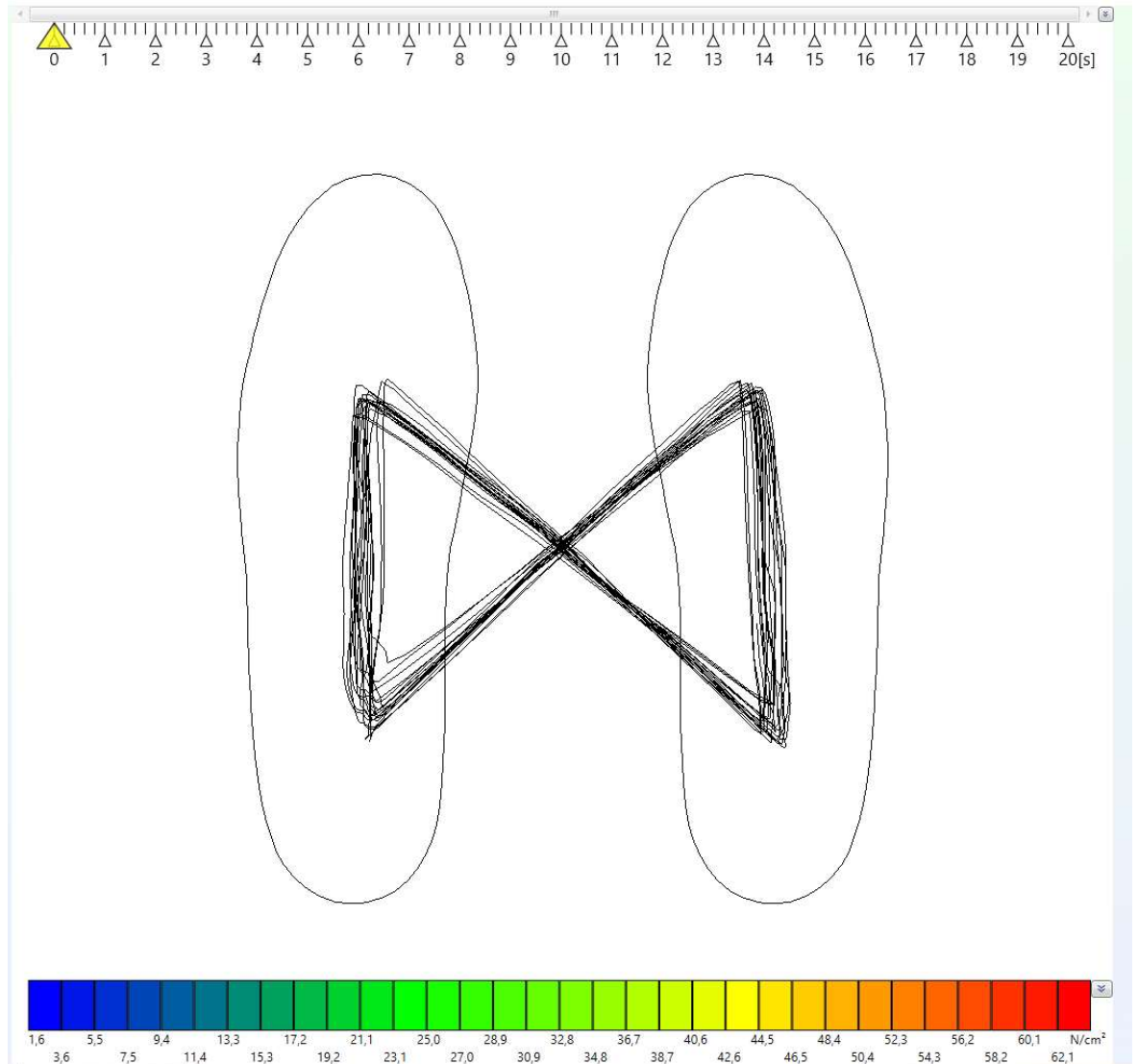


Kuva 38. liian pienillä Converse-jalkineilla kävellessä

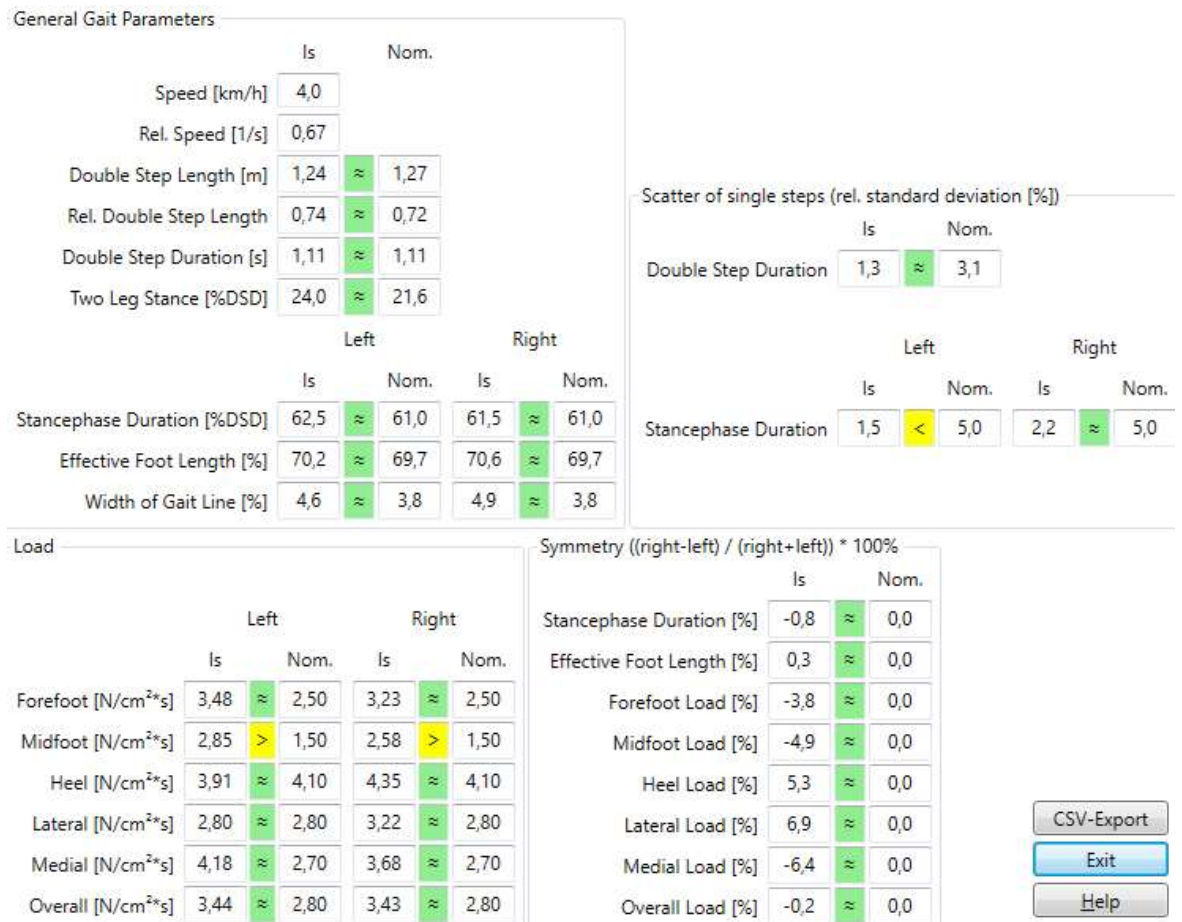




Kuva 39. liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä

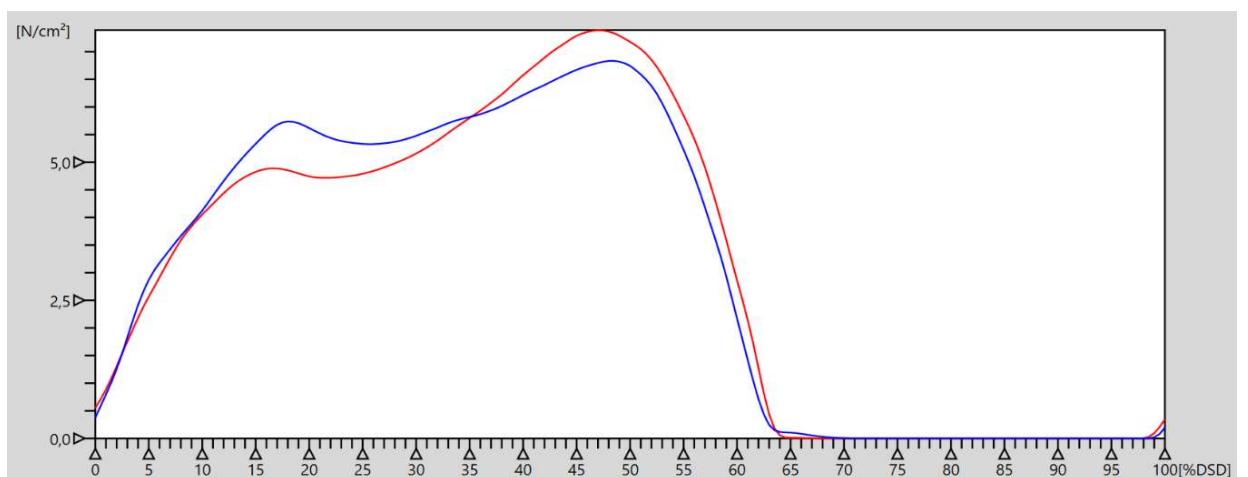


Kuva 40. Perhoskuvio liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä



Kuva 41. liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä

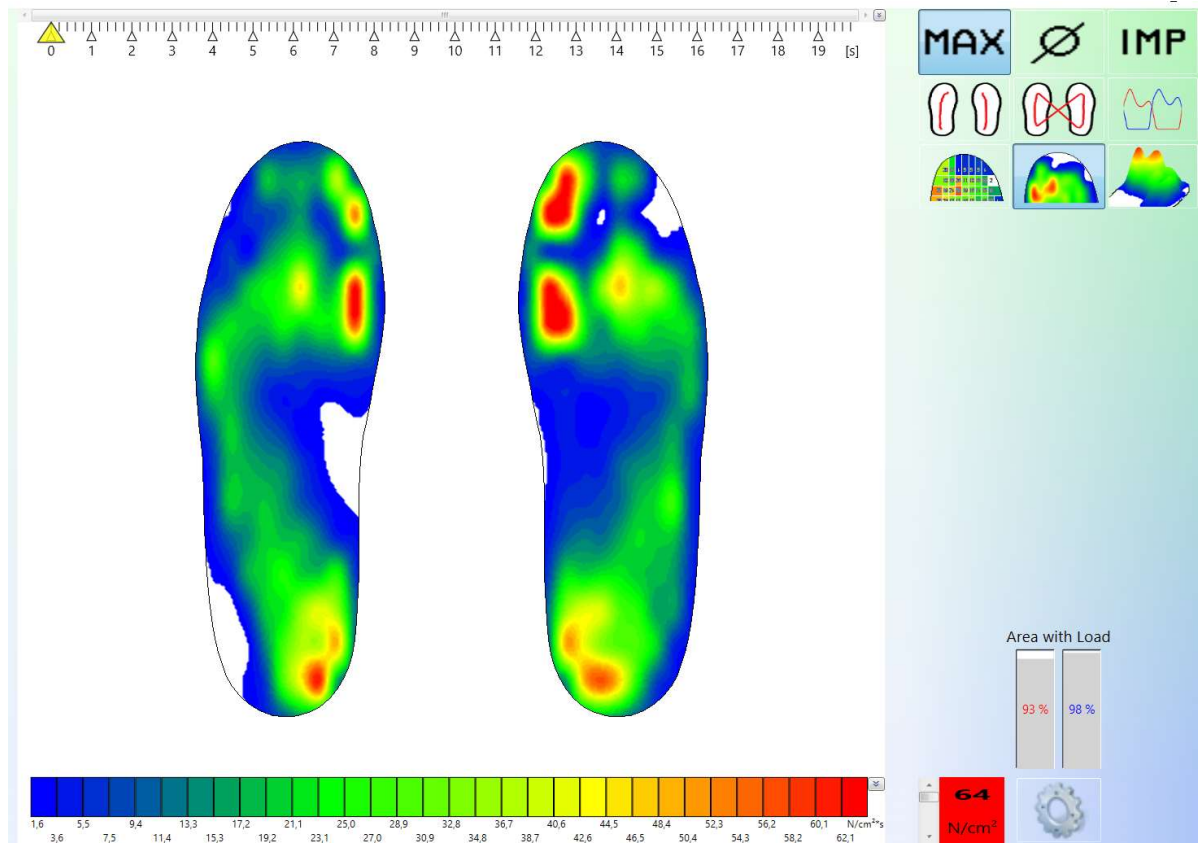
Kuva 42. liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä



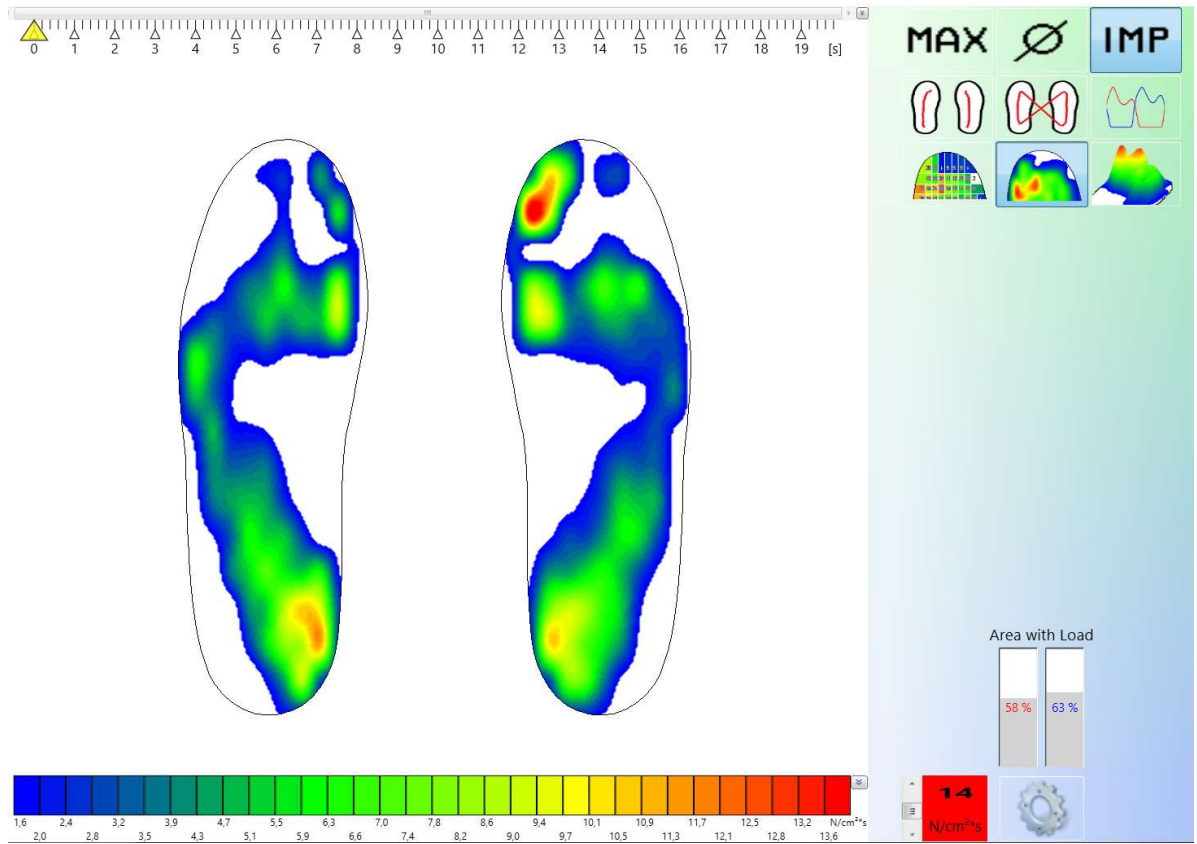
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	108,4	1/min
Strides/s	0,90	1/s
L gait cycle time	1,11	s
R gait cycle time	1,11	s
L step time	0,56	s
R step time	0,55	s
L stance time	0,66	s
R stance time	0,66	s
L single support	68,2	%
R single support	67,7	%
L double support	31,8	%
R double support	32,3	%

Kuva 43. Contemplas Templo liian pienillä Converse-jalkineilla käveltäessä

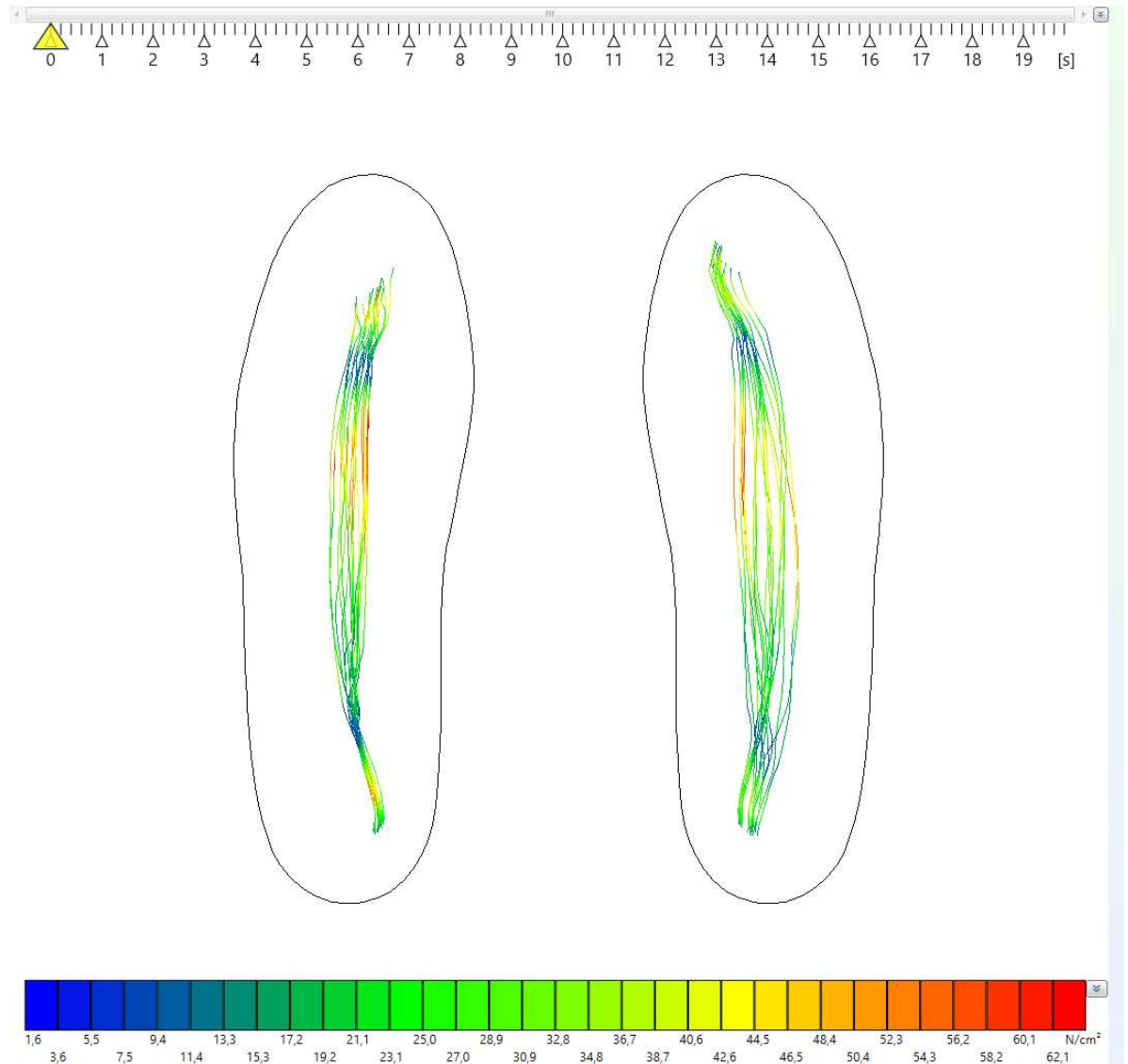
## Liite 4. Converse suuri MediLogic &amp; OptoGait tulokset



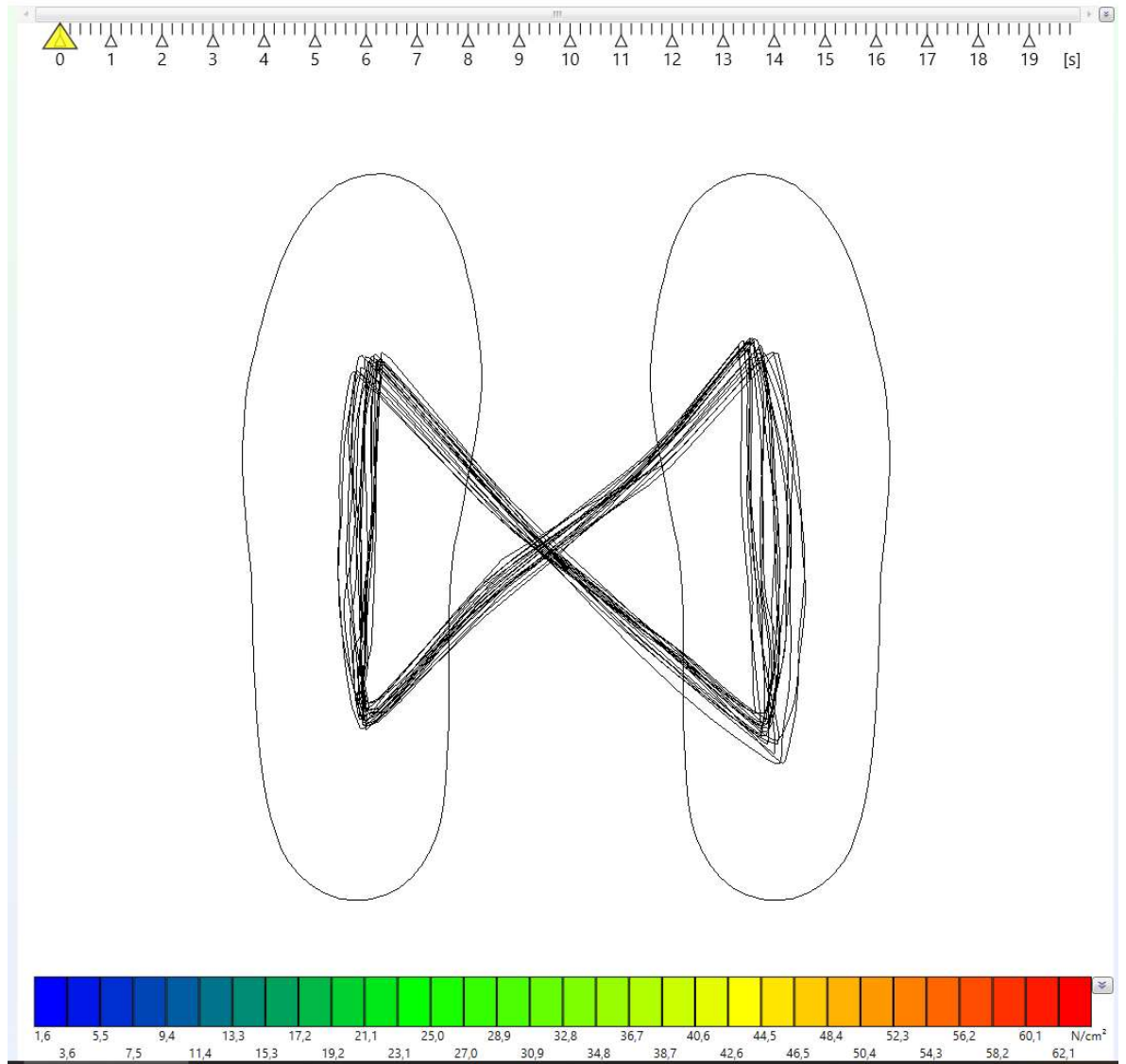
Kuva 44. Maksimipaine liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä



Kuva 45. liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä



Kuva 46. liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä

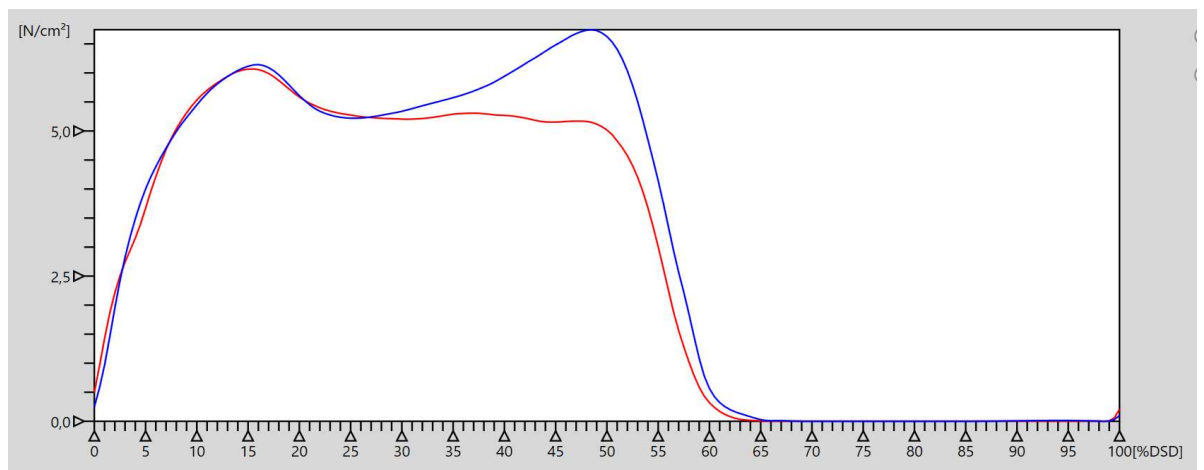


Kuva 47. Perhoskuvio liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä





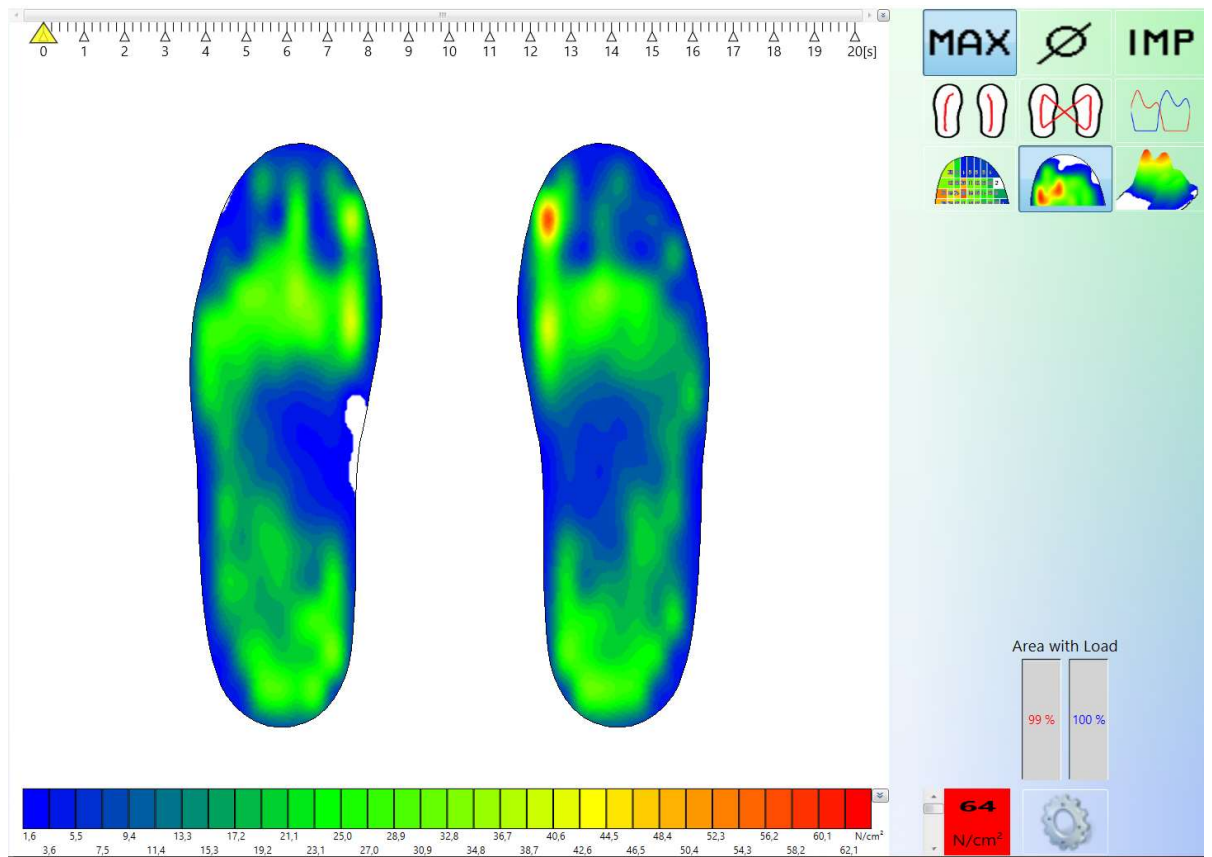
Kuva 48. liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä



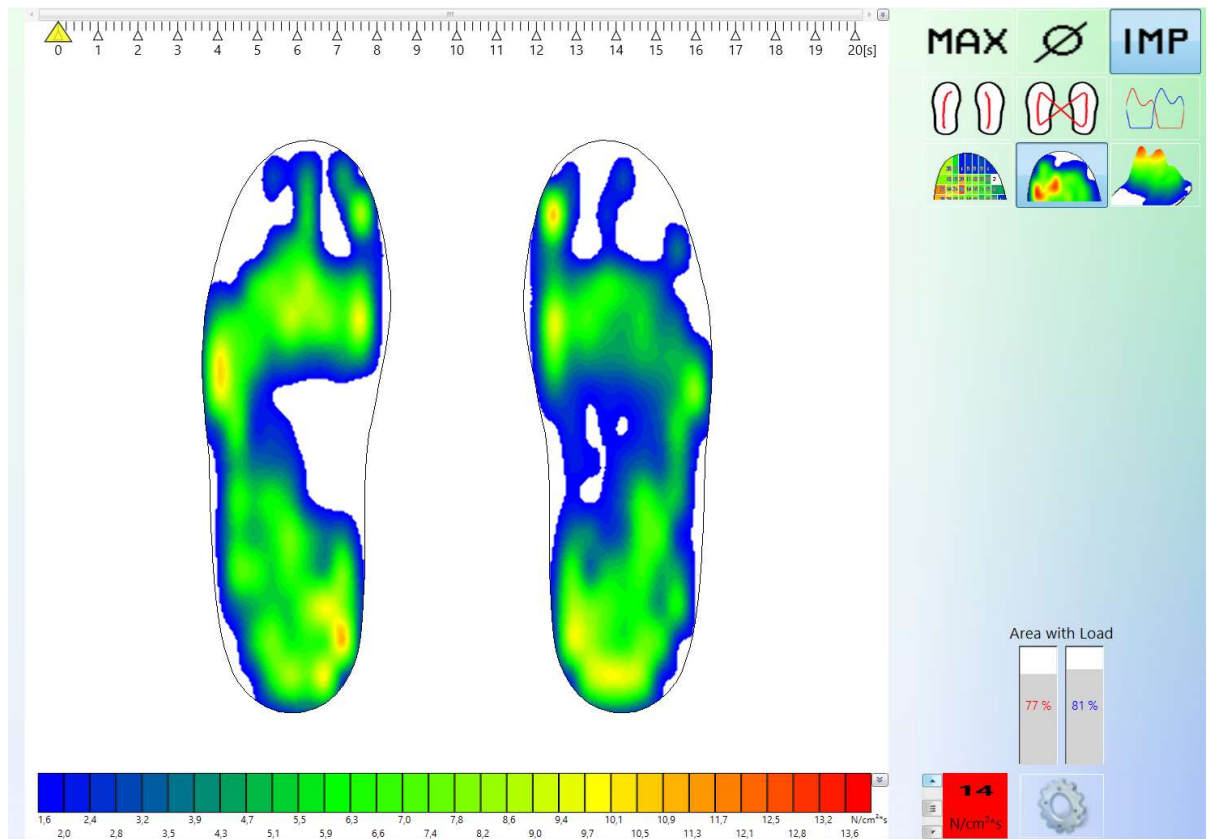
Kuva 49. liian suurilla Converse-jalkineilla käveltäessä

Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	104,5	1/min
Strides/s	0,87	1/s
L gait cycle time	1,15	s
R gait cycle time	1,15	s
L step time	0,58	s
R step time	0,57	s
L stance time	0,70	s
R stance time	0,68	s
L single support	67,0	%
R single support	66,2	%
L double support	33,0	%
R double support	33,8	%

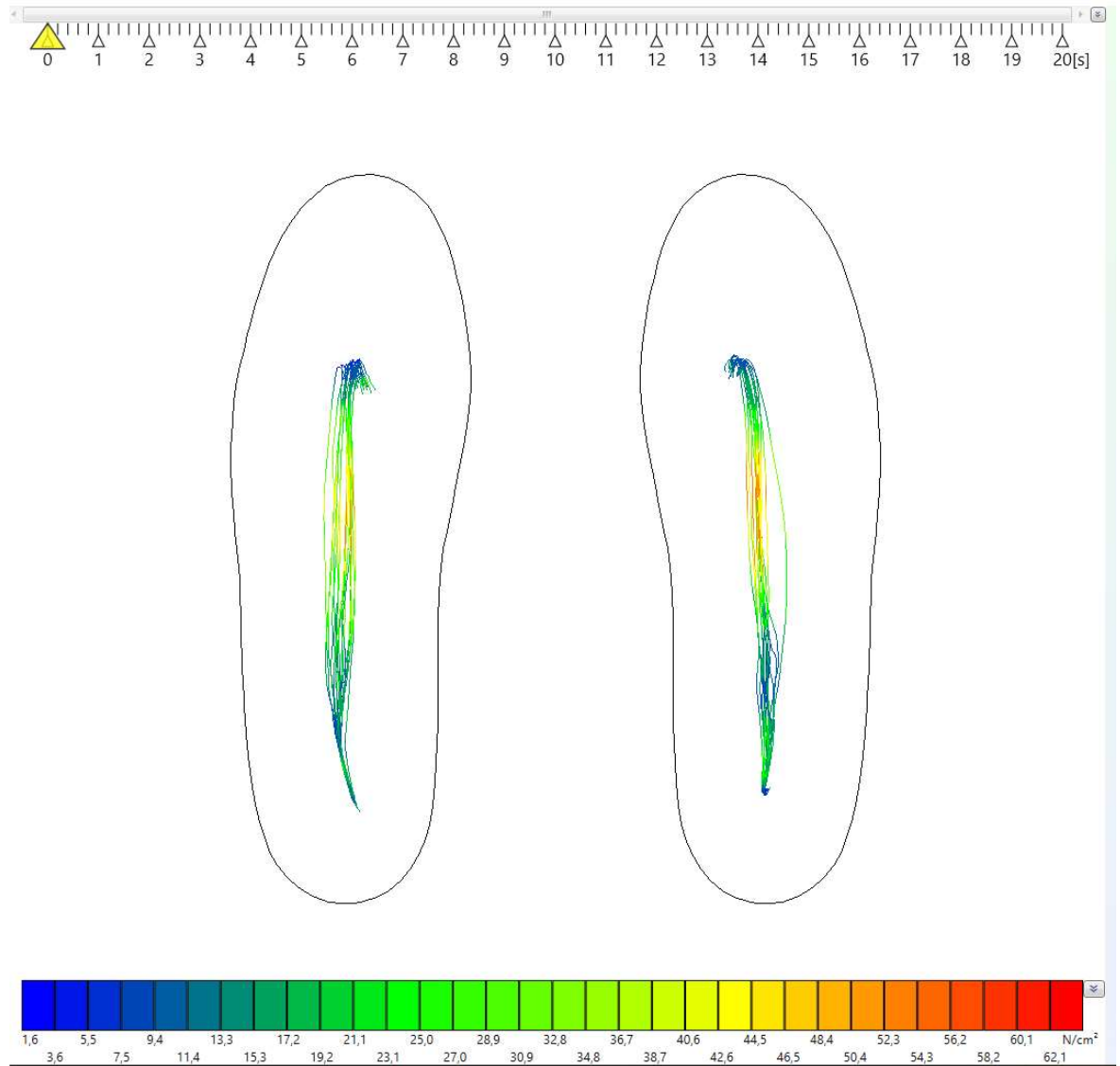
## Liite 5. Lenkkikengät MediLogic &amp; OptoGait tulokset



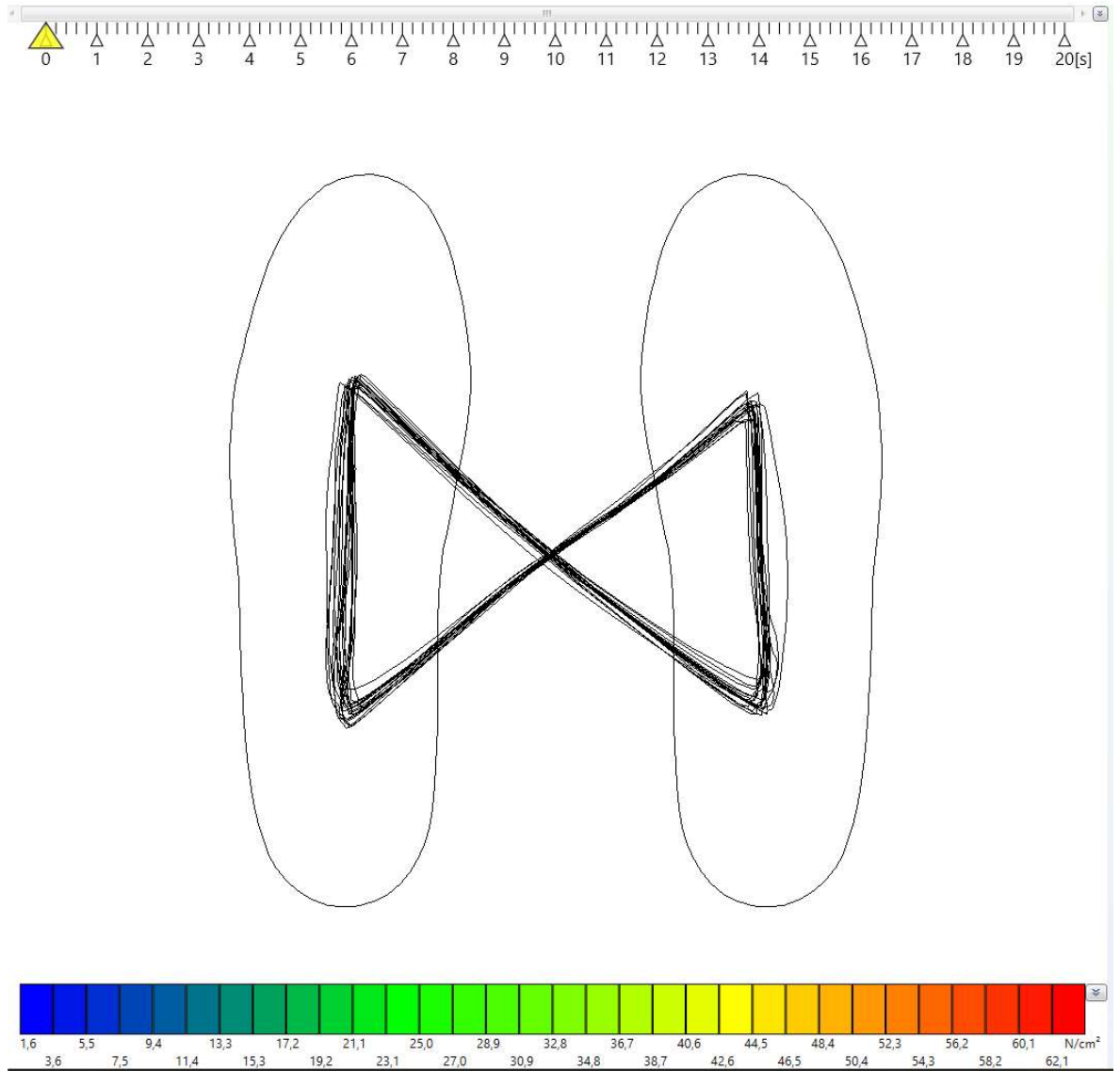
Kuva 50. Maksimipaine lenkkikengillä käveltyessä



Kuva 51. lenkkikengillä käveltäessä



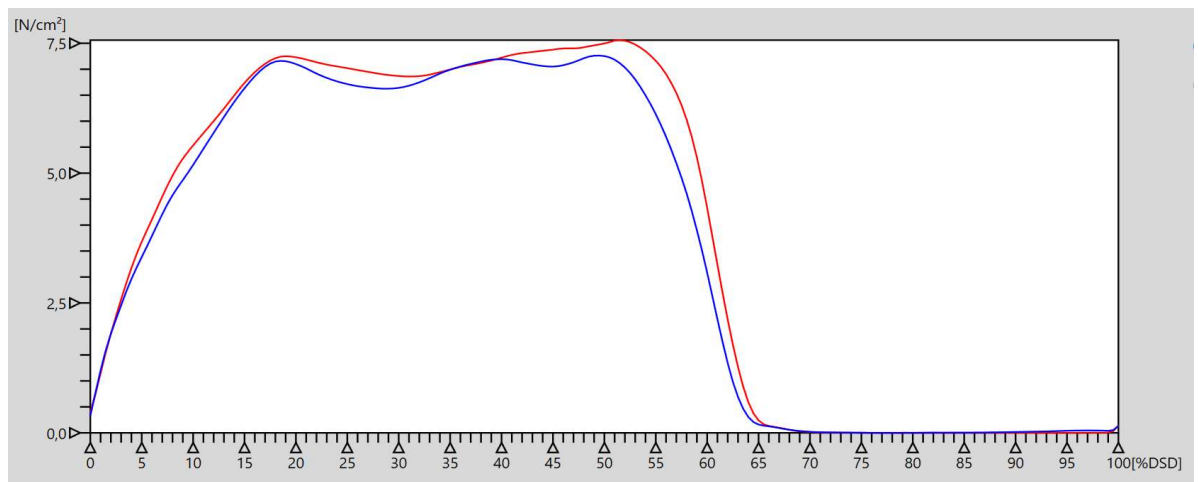
Kuva 52. lenkkikengillä käveltäessä



Kuva 53. Perhoskuvio lenkkikengillä käveltäessä



Kuva 54. lenkkikengillä käveltäessä



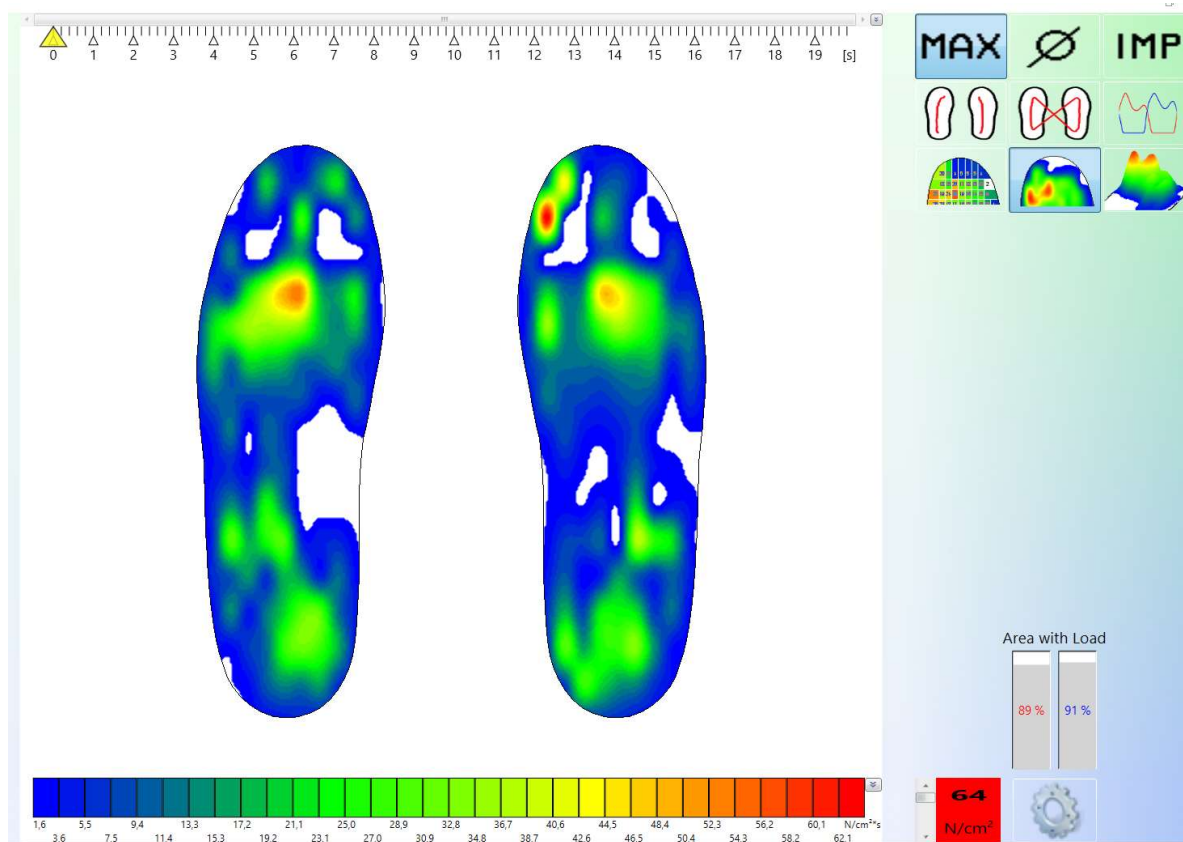
Kuva 55. lenkkikengillä käveltäessä

Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	105,5	1/min
Strides/s	0,88	1/s
L gait cycle time	1,14	s
R gait cycle time	1,14	s
L step time	0,57	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,76	s
R stance time	0,76	s
L single support	49,3	%
R single support	48,8	%
L double support	50,7	%
R double support	51,2	%

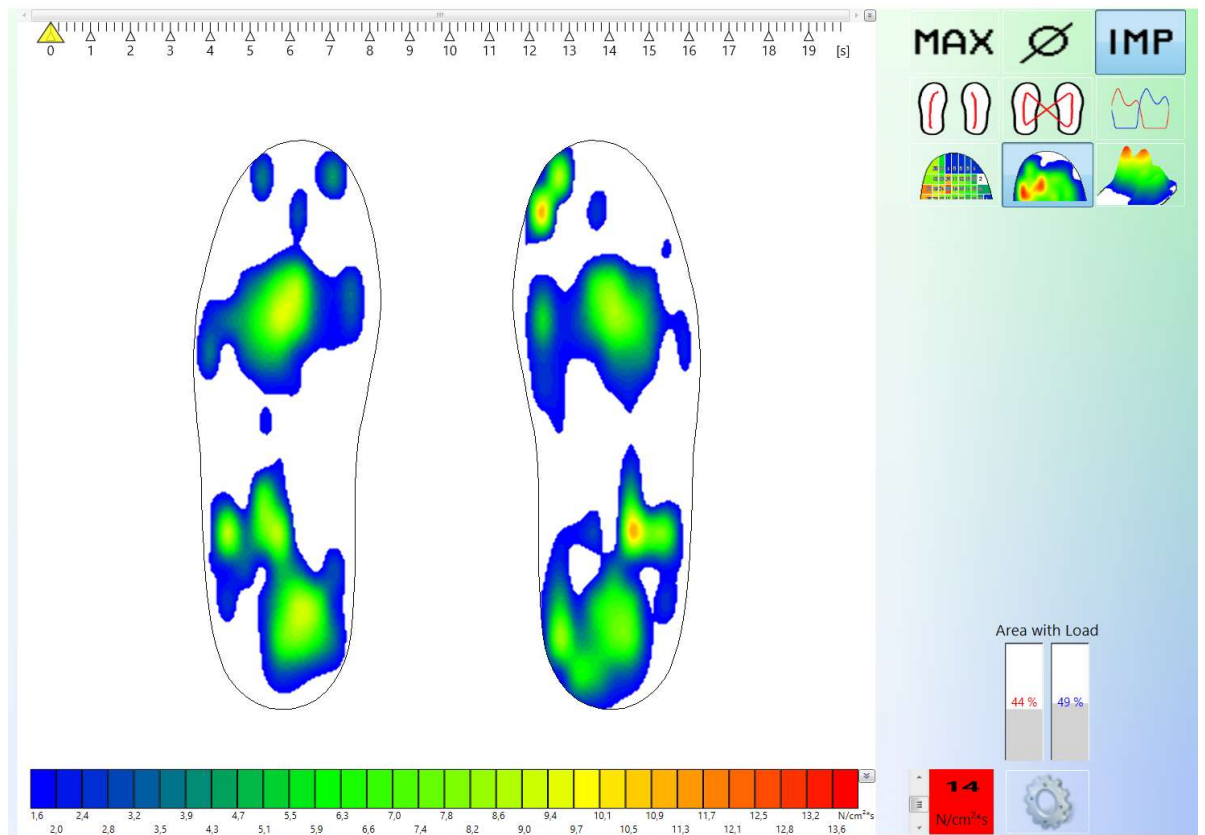
Kuva 56. Contemplas Templo lenkkikengillä käveltäessä



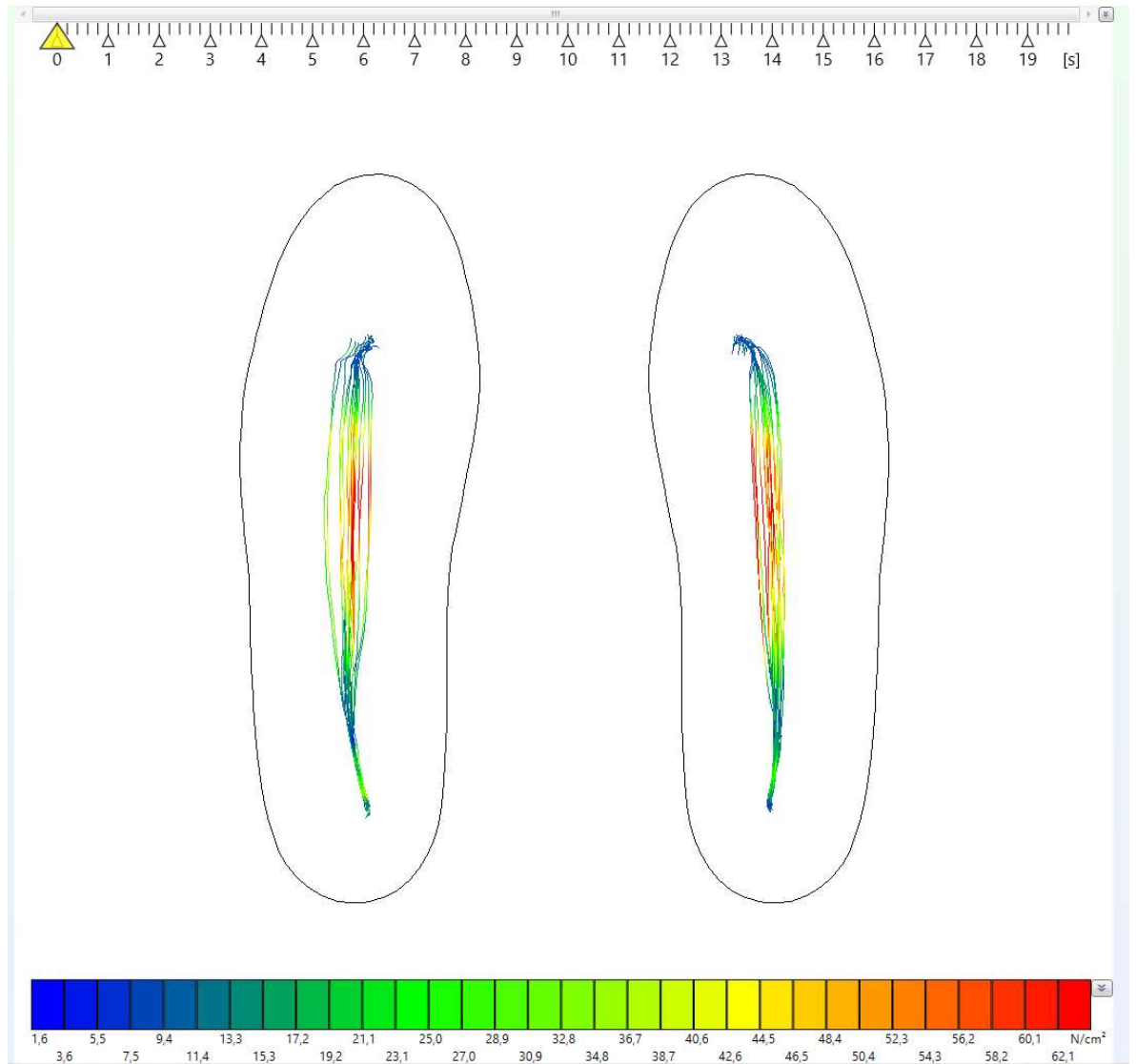
## Liite 6. Birckenstock kapea lesti 1 cm pohja MediLogic &amp; OptoGait tulokset



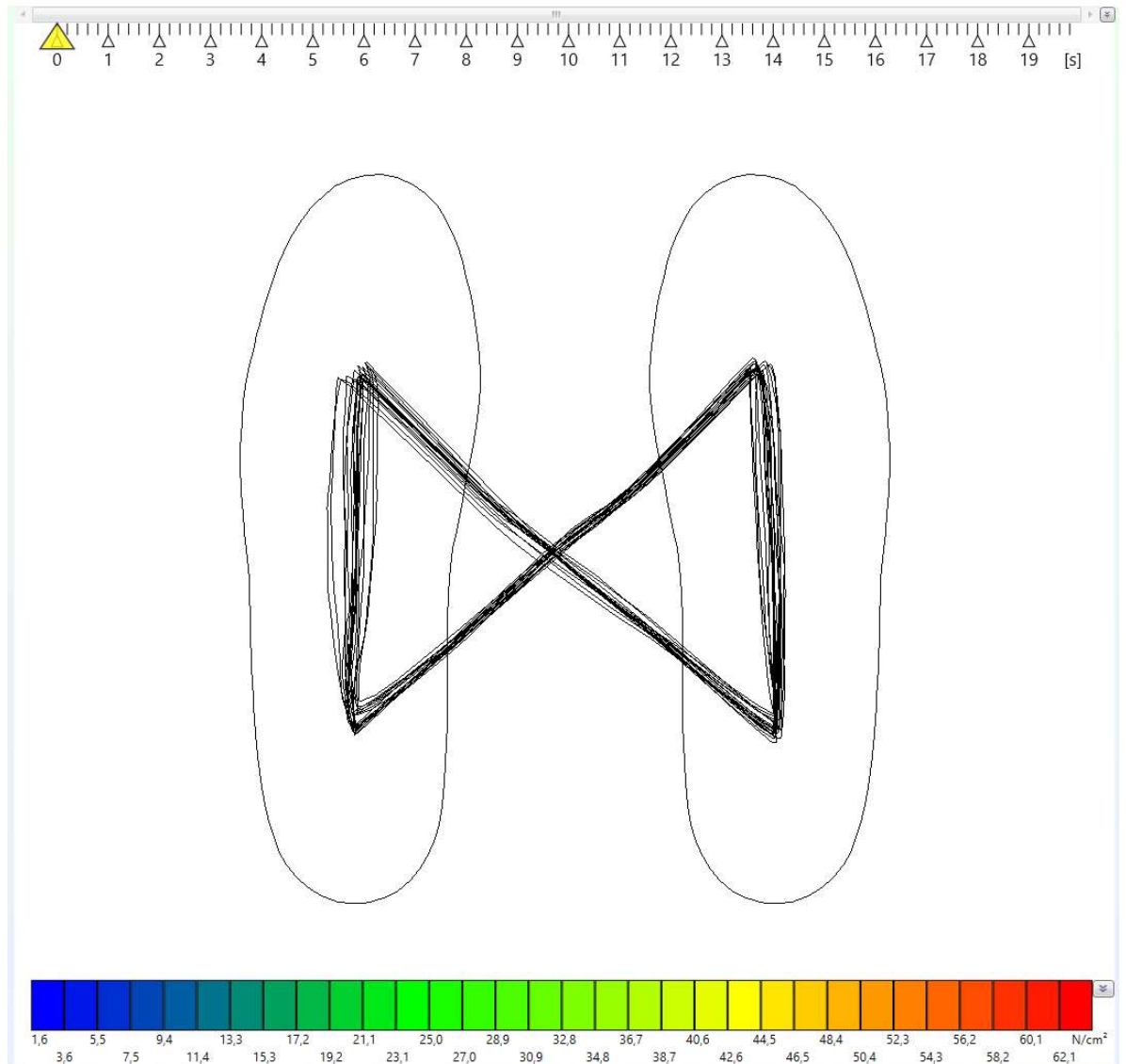
Kuva 57. Maksimipaine kapealestisillä Birckenstockeilla käveltäessä



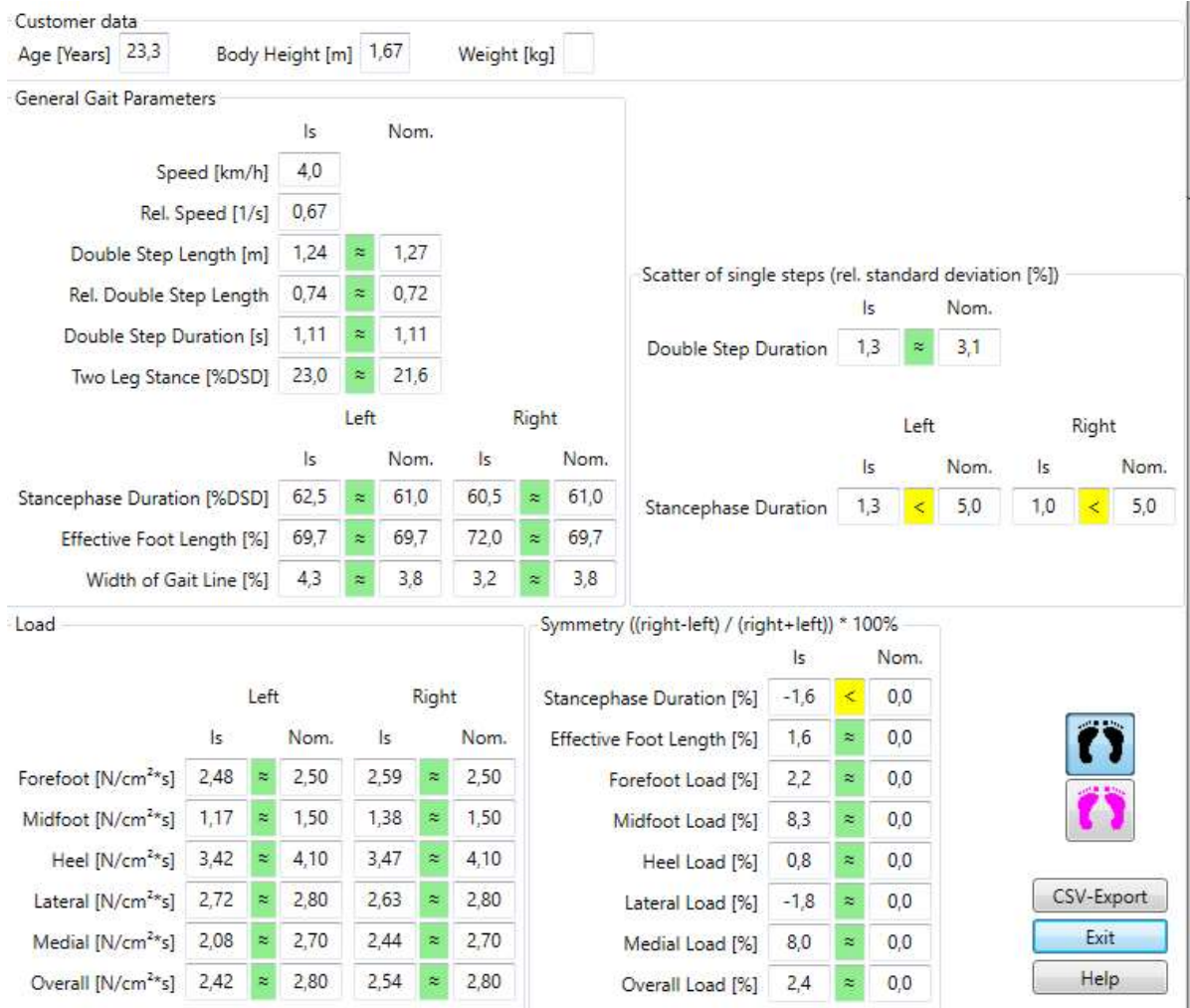
Kuva 58. kapealestisillä Birckenstockeilla käveltyessä



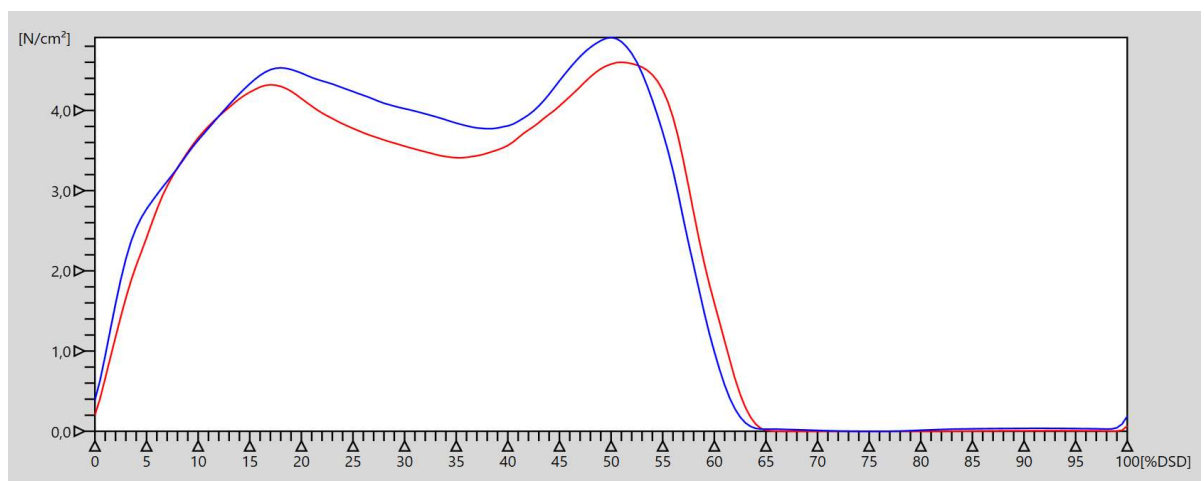
Kuva 59. kapealestisillä Birckenstockeilla käveltäessä



Kuva 60. Perhoskuvio kapealestisillä Birckenstockeilla käveltäessä



Kuva 61. kapealestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

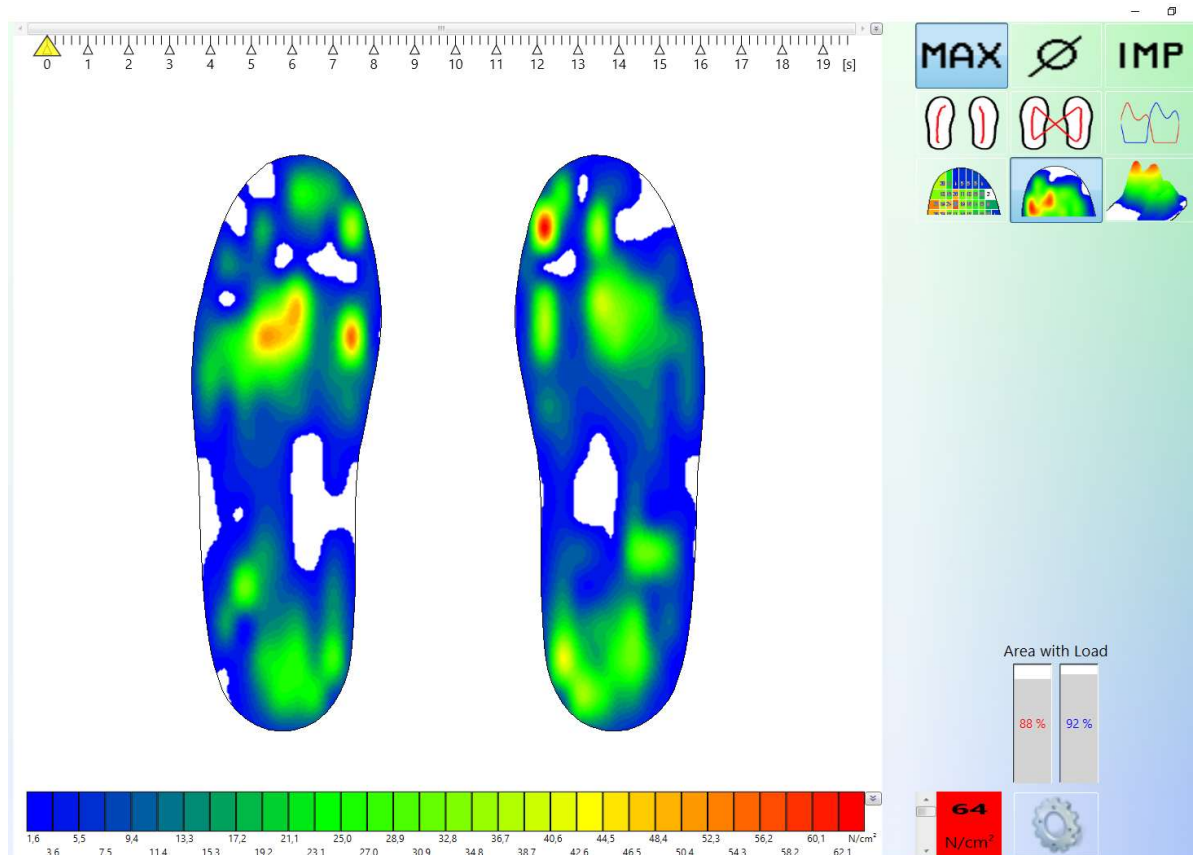


Kuva 62. kapealestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

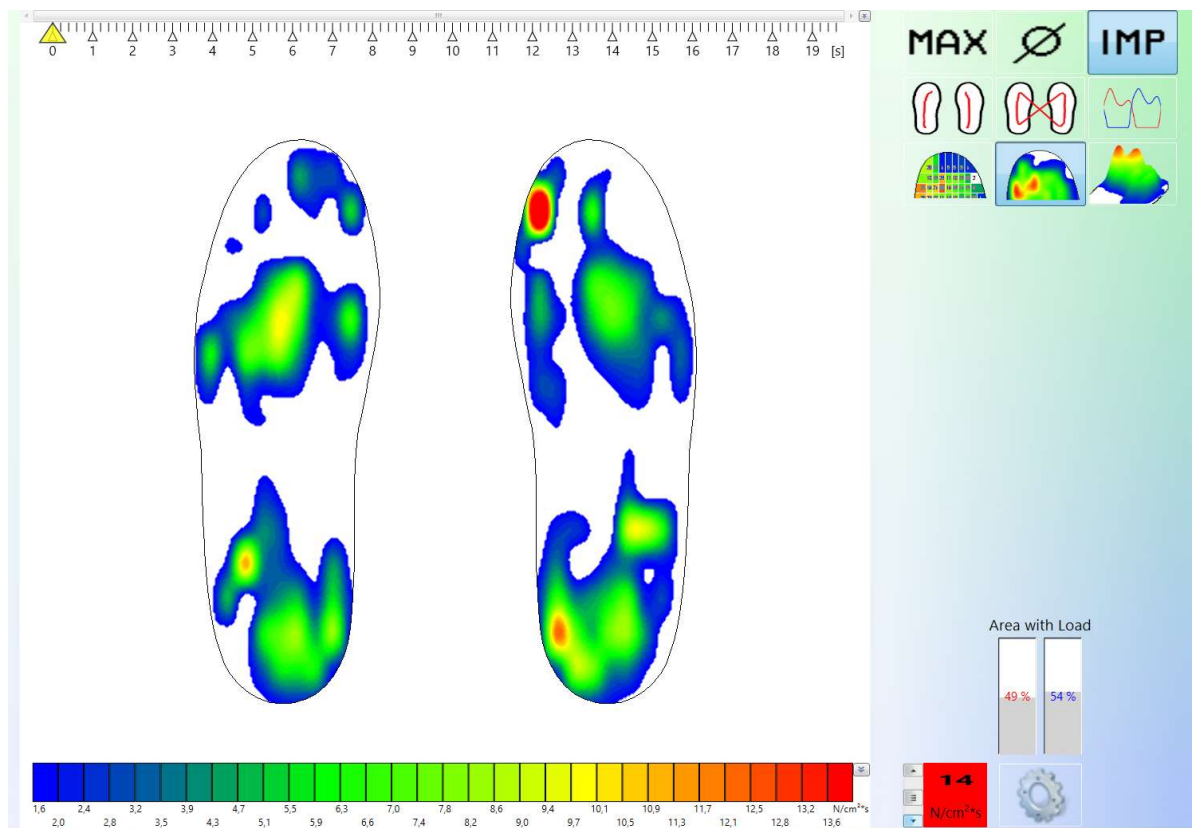
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	105,5	1/min
Strides/s	0,88	1/s
L gait cycle time	1,14	s
R gait cycle time	1,14	s
L step time	0,58	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,76	s
R stance time	0,75	s
L single support	51,6	%
R single support	51,3	%
L double support	48,4	%
R double support	48,7	%

Kuva 63. Contemplas Templo kapealestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

## Liite 7. Birkenstock paksu pohja MediLogic &amp; OptoGait tulokset

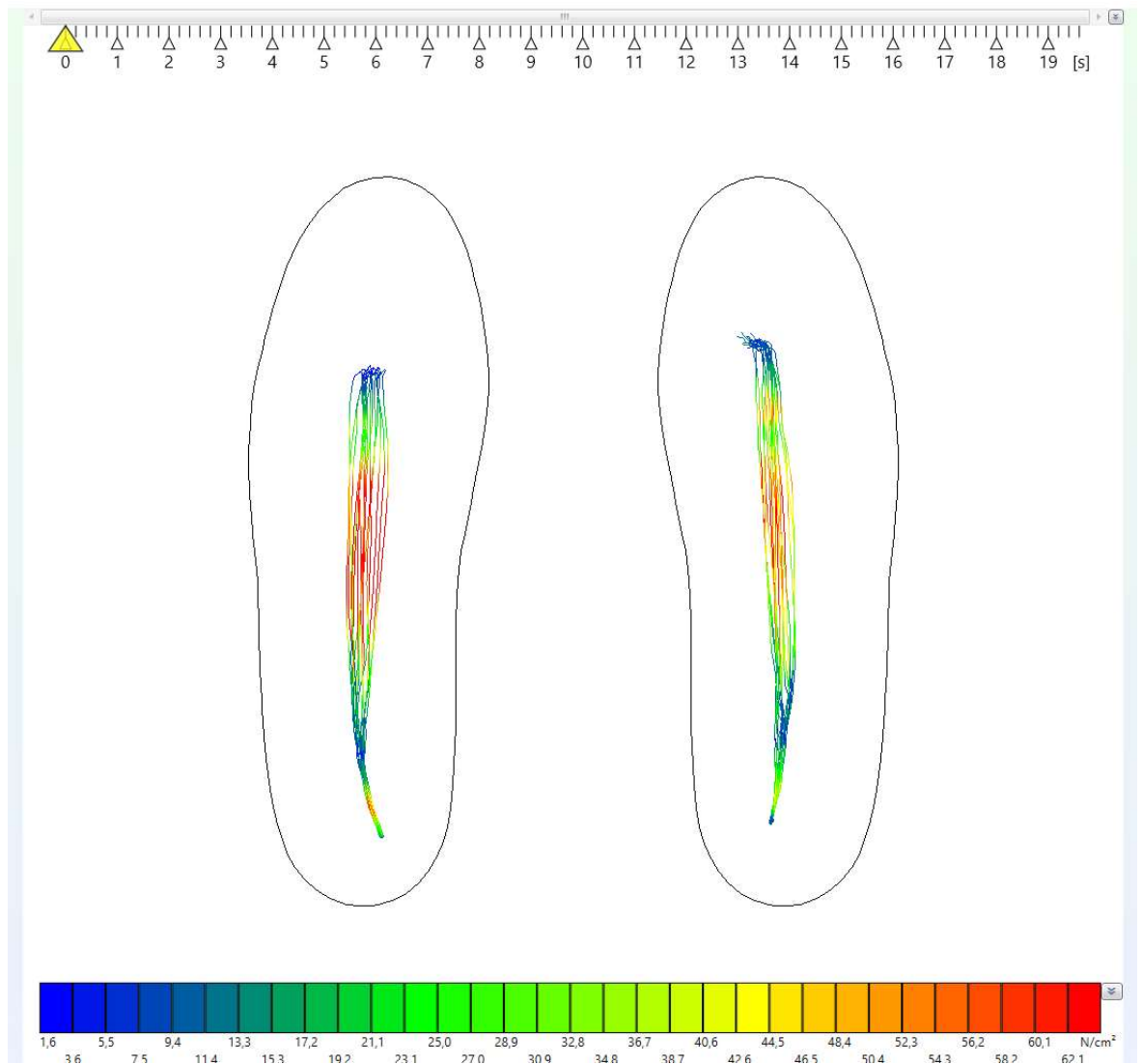


Kuva 64. Maksimipaine paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä

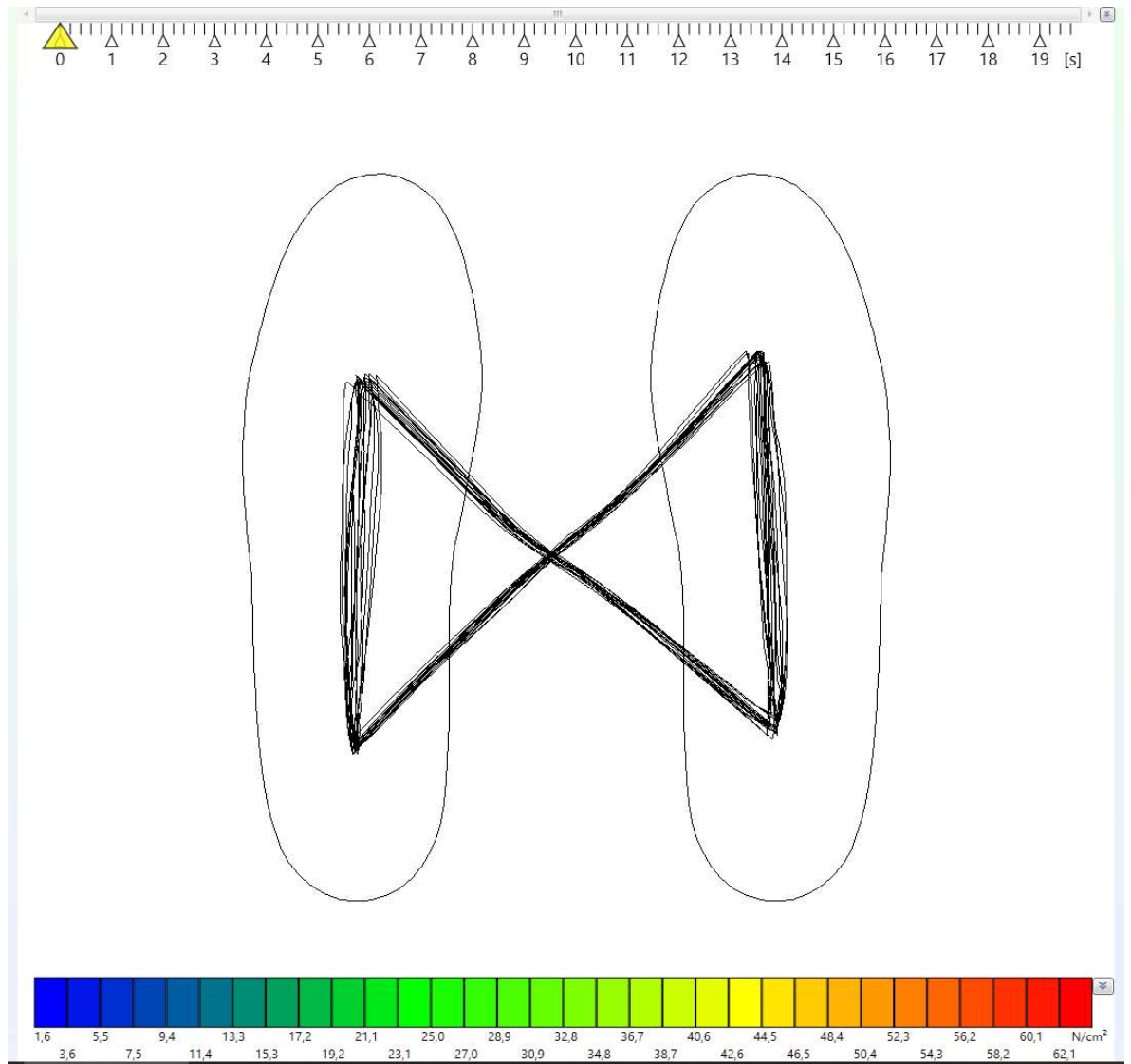


Kuva 65. Paineenkesto paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä





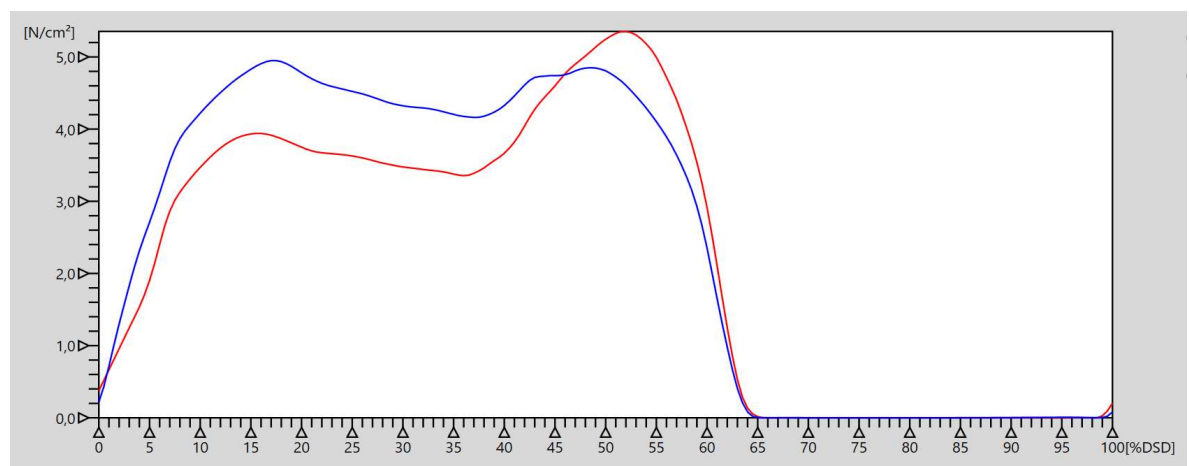
Kuva 66. Painekeskipisteen siirtymä paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä



Kuva 67. Perhoskuvio paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä



Kuva 68. paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä

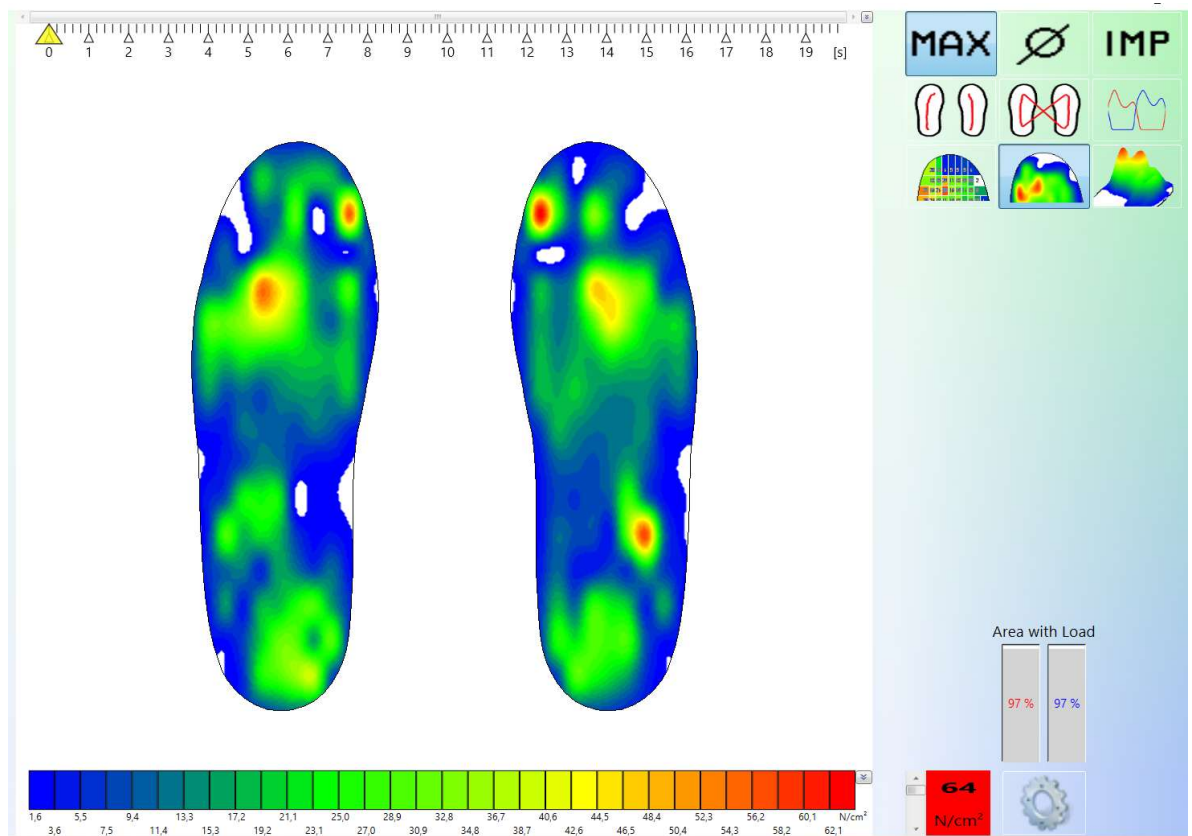


Kuva 69. paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä

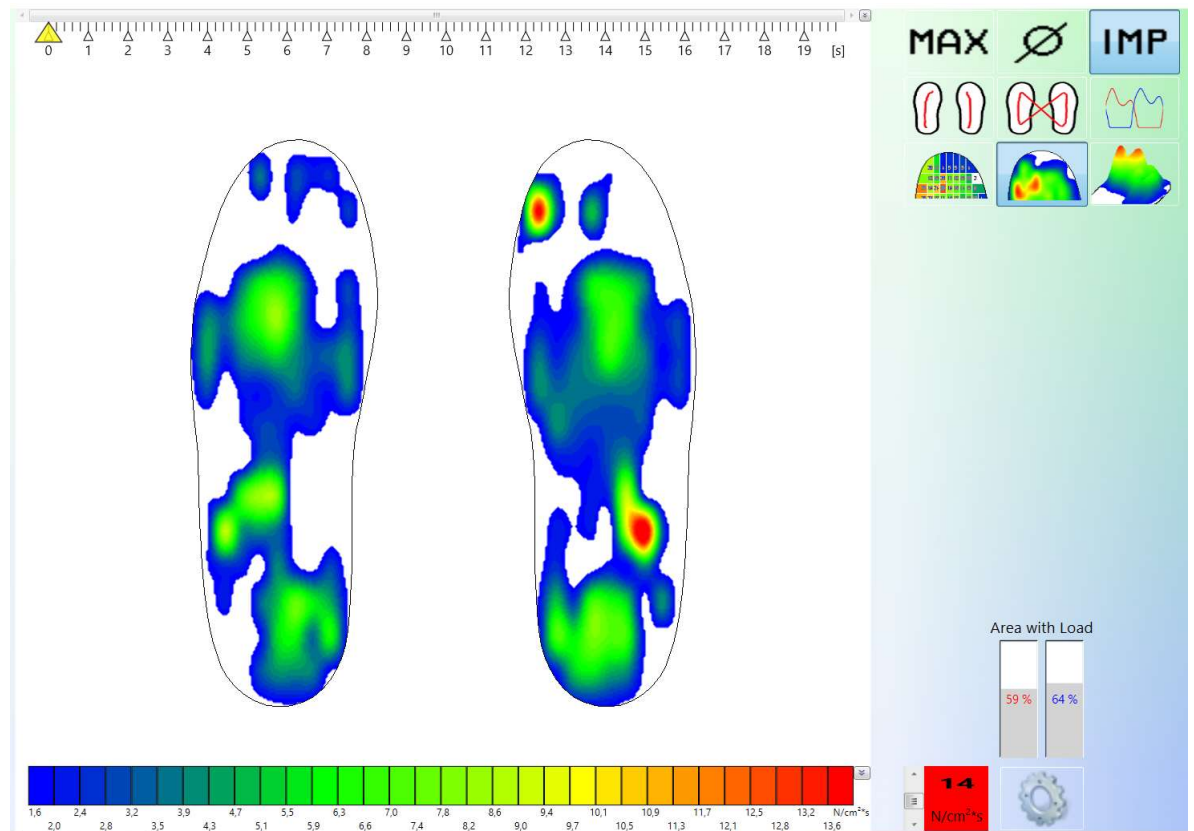
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	103,7	1/min
Strides/s	0,86	1/s
L gait cycle time	1,16	s
R gait cycle time	1,16	s
L step time	0,59	s
R step time	0,57	s
L stance time	0,77	s
R stance time	0,76	s
L single support	51,8	%
R single support	50,7	%
L double support	48,2	%
R double support	49,3	%

Kuva 70. Contemplas Templo paksupohjaisilla Birkenstockeilla käveltäessä

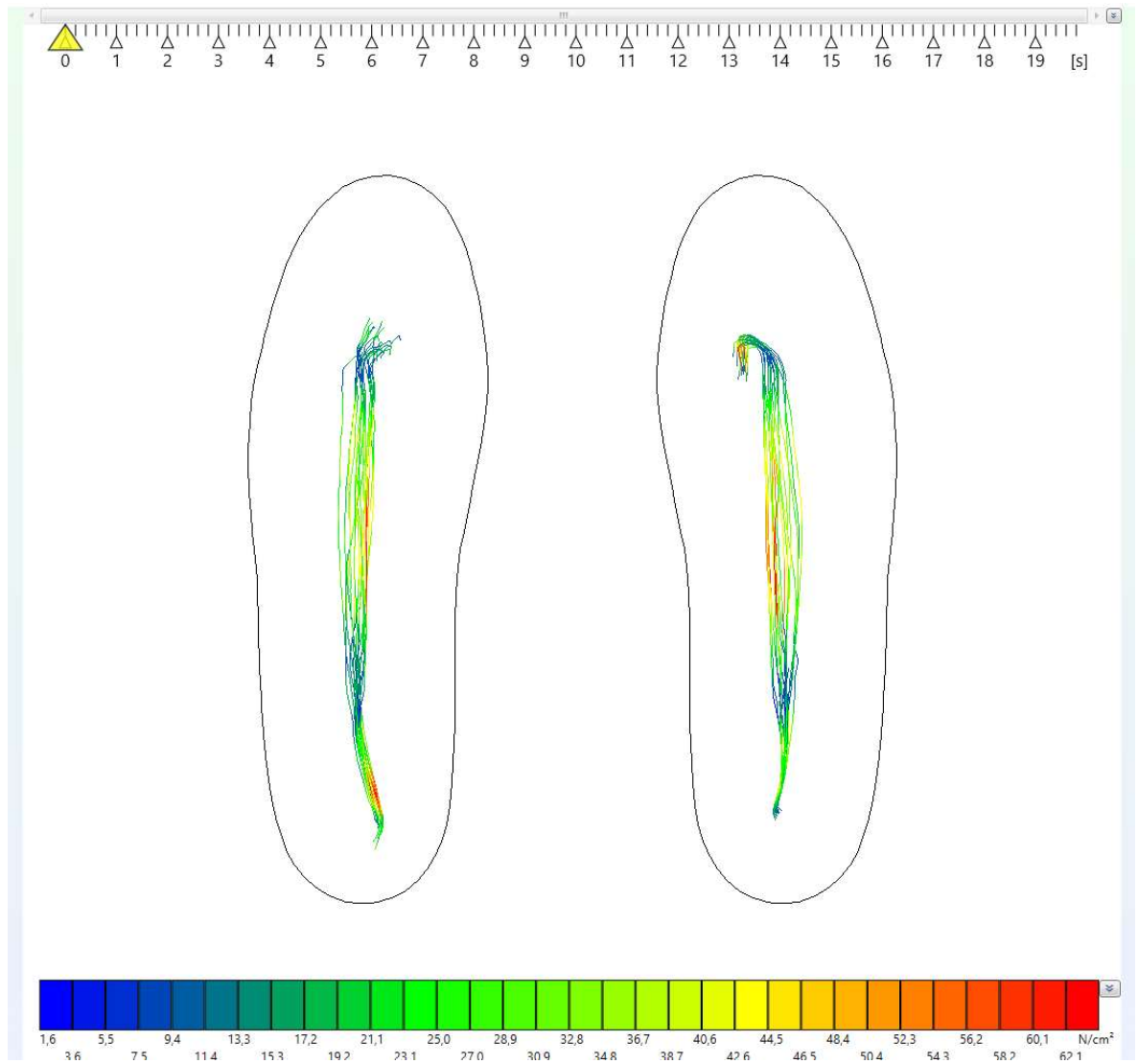
## Liite 8. Birckenstock leveä lesti MediLogic &amp; OptoGait tulokset



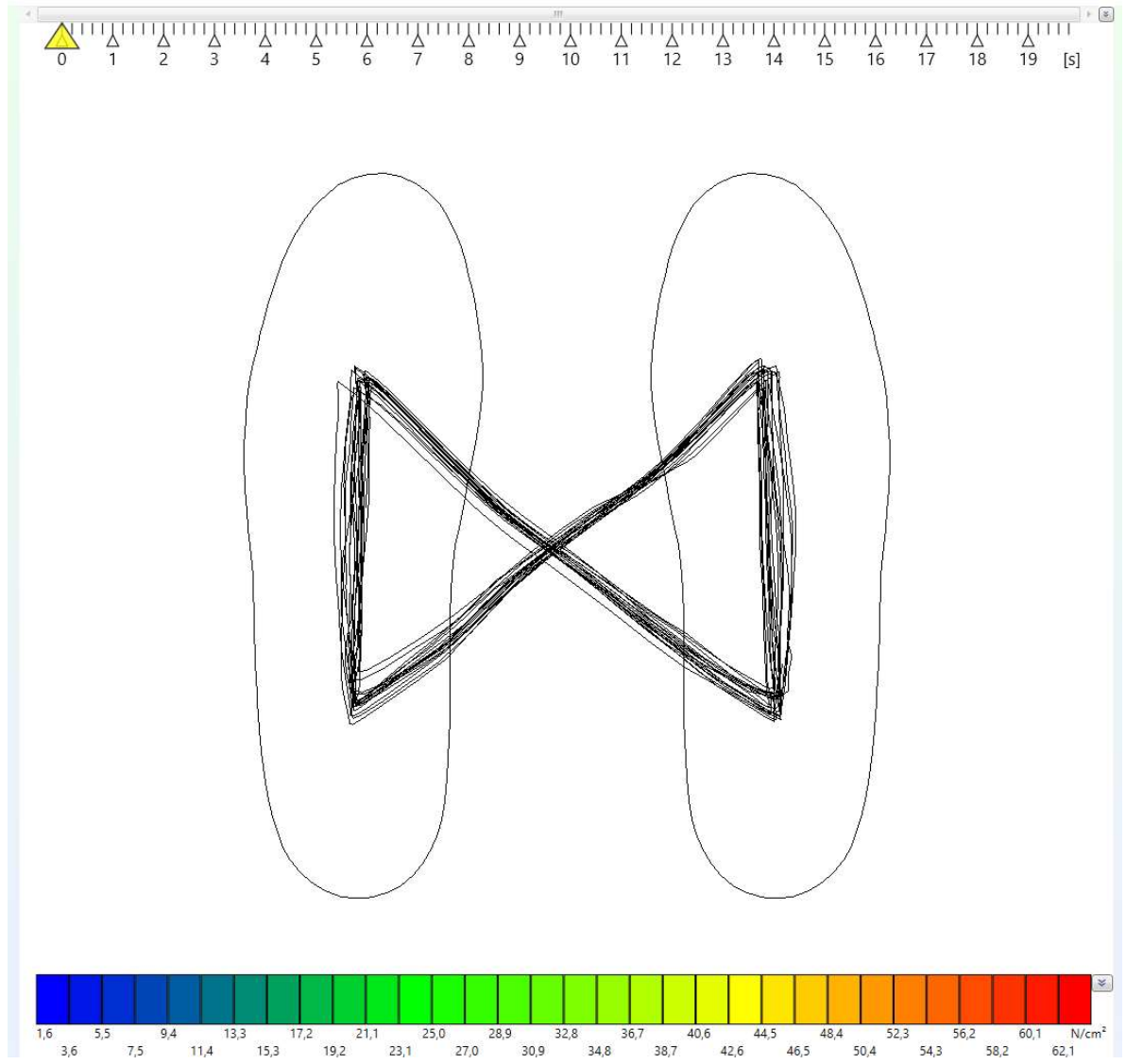
Kuva 71. Maksimipaine leveälestisillä Birkenstockeilla käveläessä



Kuva 72. Paineenkesto leveälestisillä Birckenstockeilla käveltäessä



Kuva 73. Painekeskipisteen siirtymä leveälestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

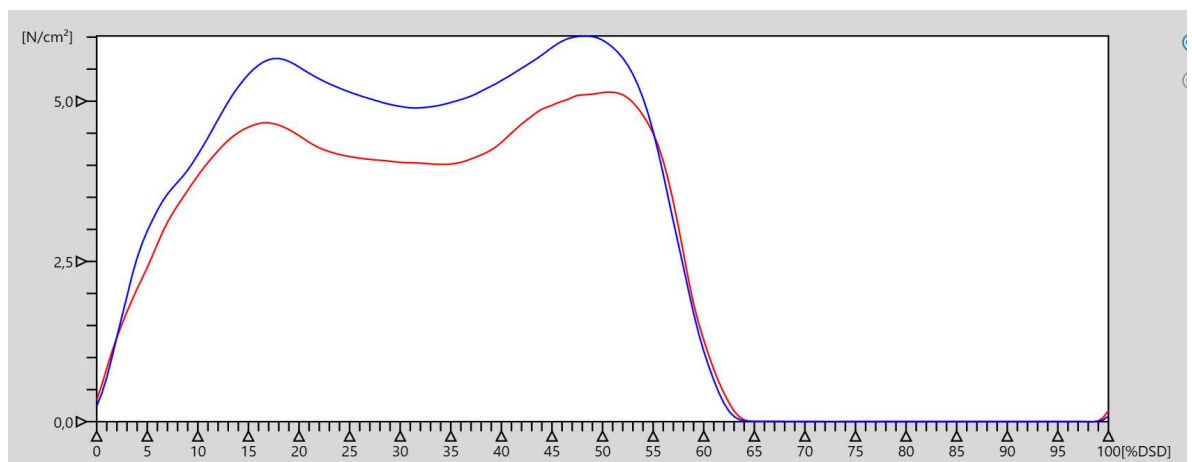


Kuva 74. Perhoskuvio leveälestisillä Birckenstockeilla käveltäessä





Kuva 75. leveälestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

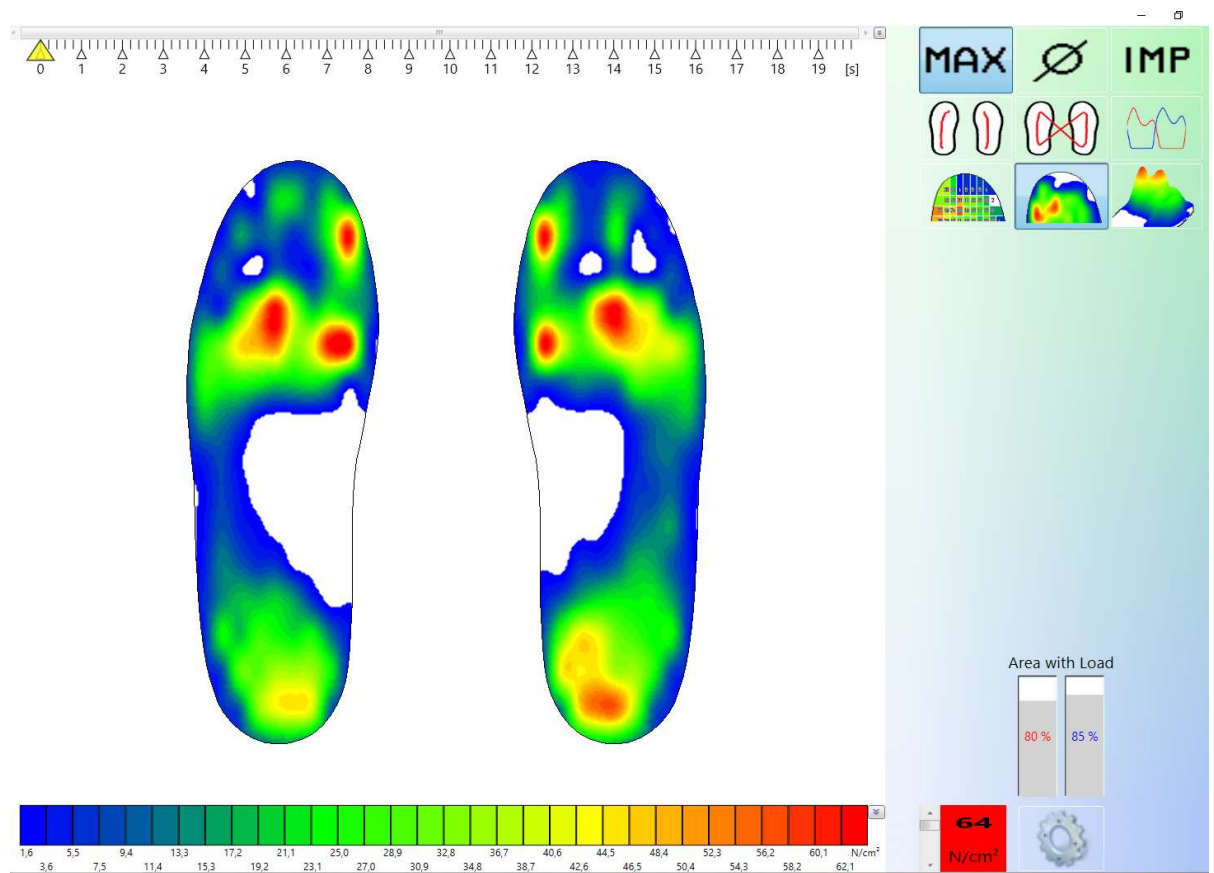


Kuva 76. leveälestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

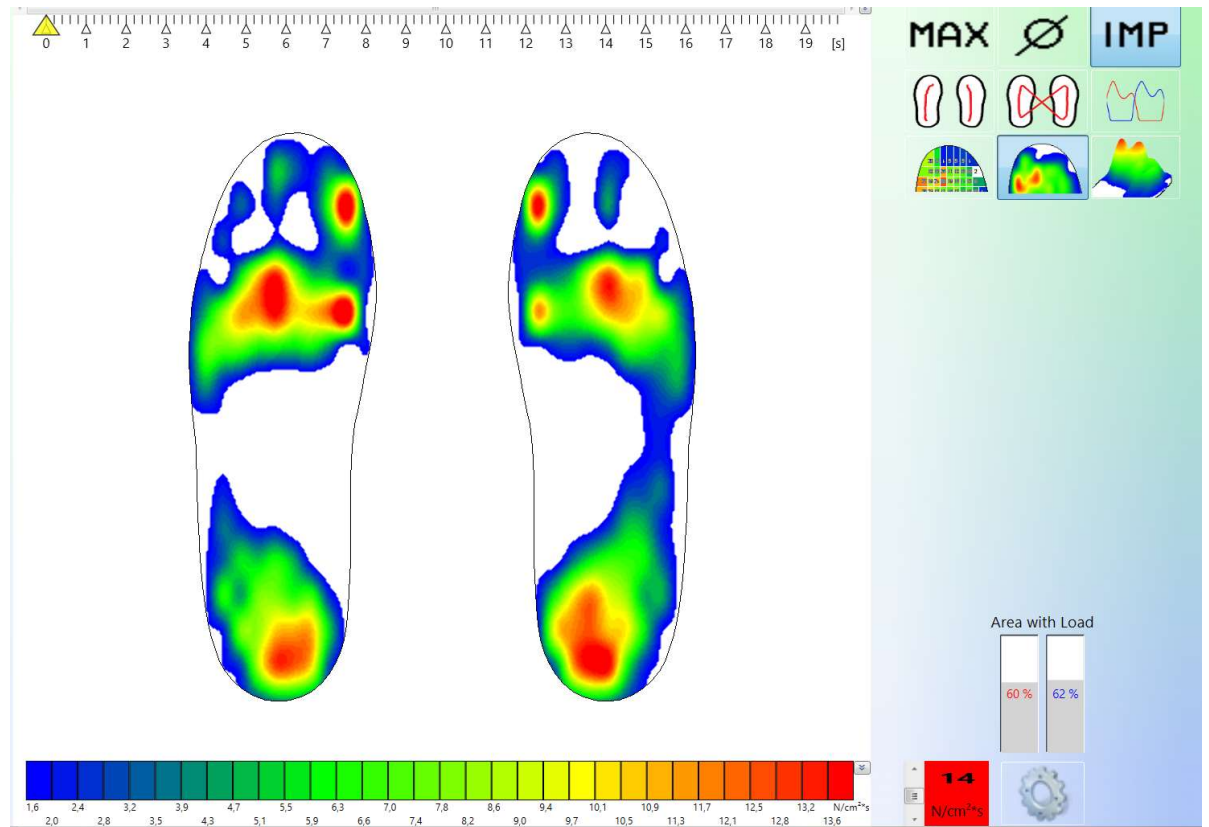
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	106,0	1/min
Strides/s	0,88	1/s
L gait cycle time	1,13	s
R gait cycle time	1,13	s
L step time	0,57	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,76	s
R stance time	0,74	s
L single support	51,1	%
R single support	50,4	%
L double support	48,9	%
R double support	49,6	%

Kuva 77. Contemplas Templo leveälestisillä Birkenstockeilla käveltäessä

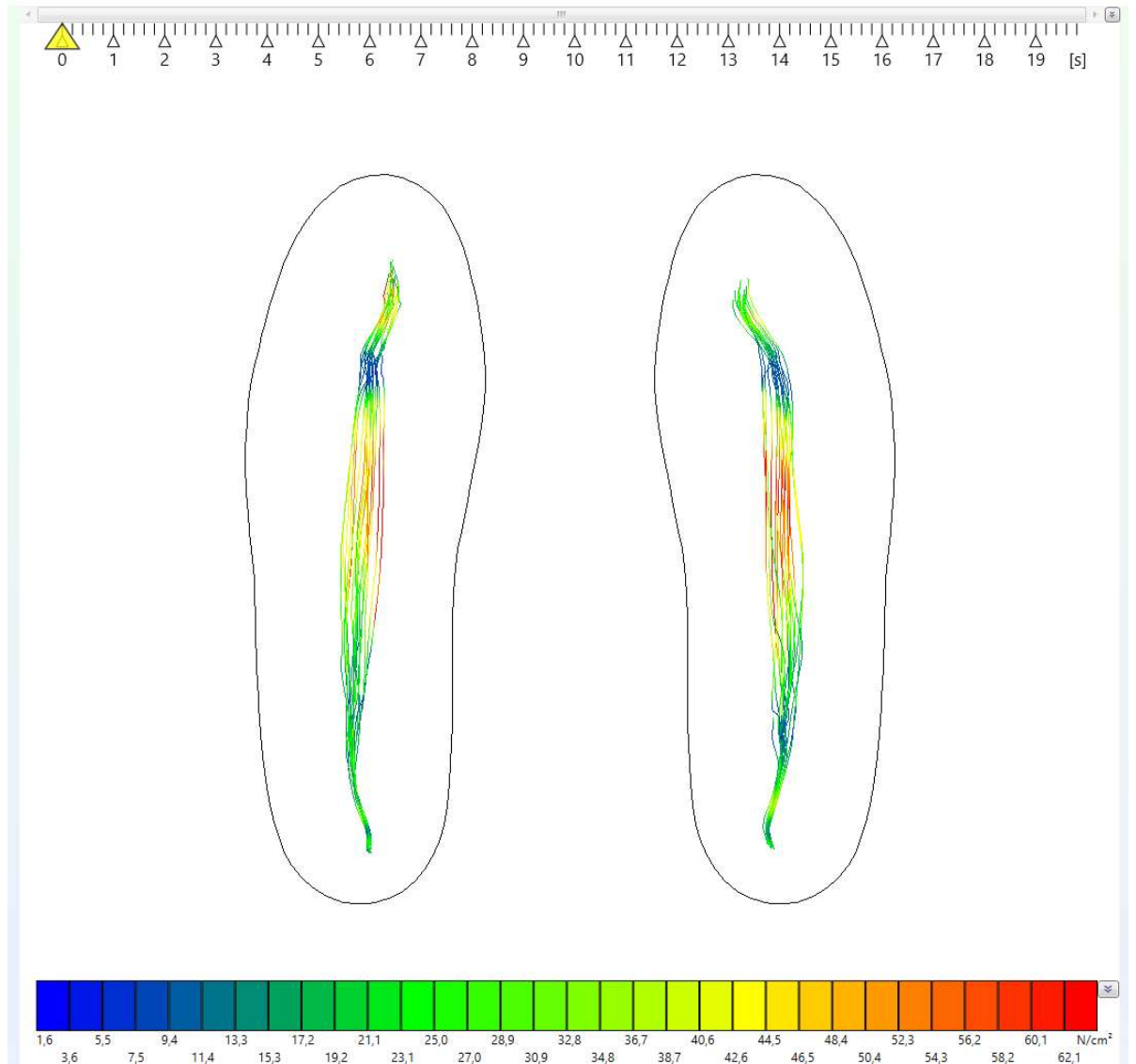
## Liite 9. Ohut kesäsandaali MediLogic &amp; OptoGait tulokset



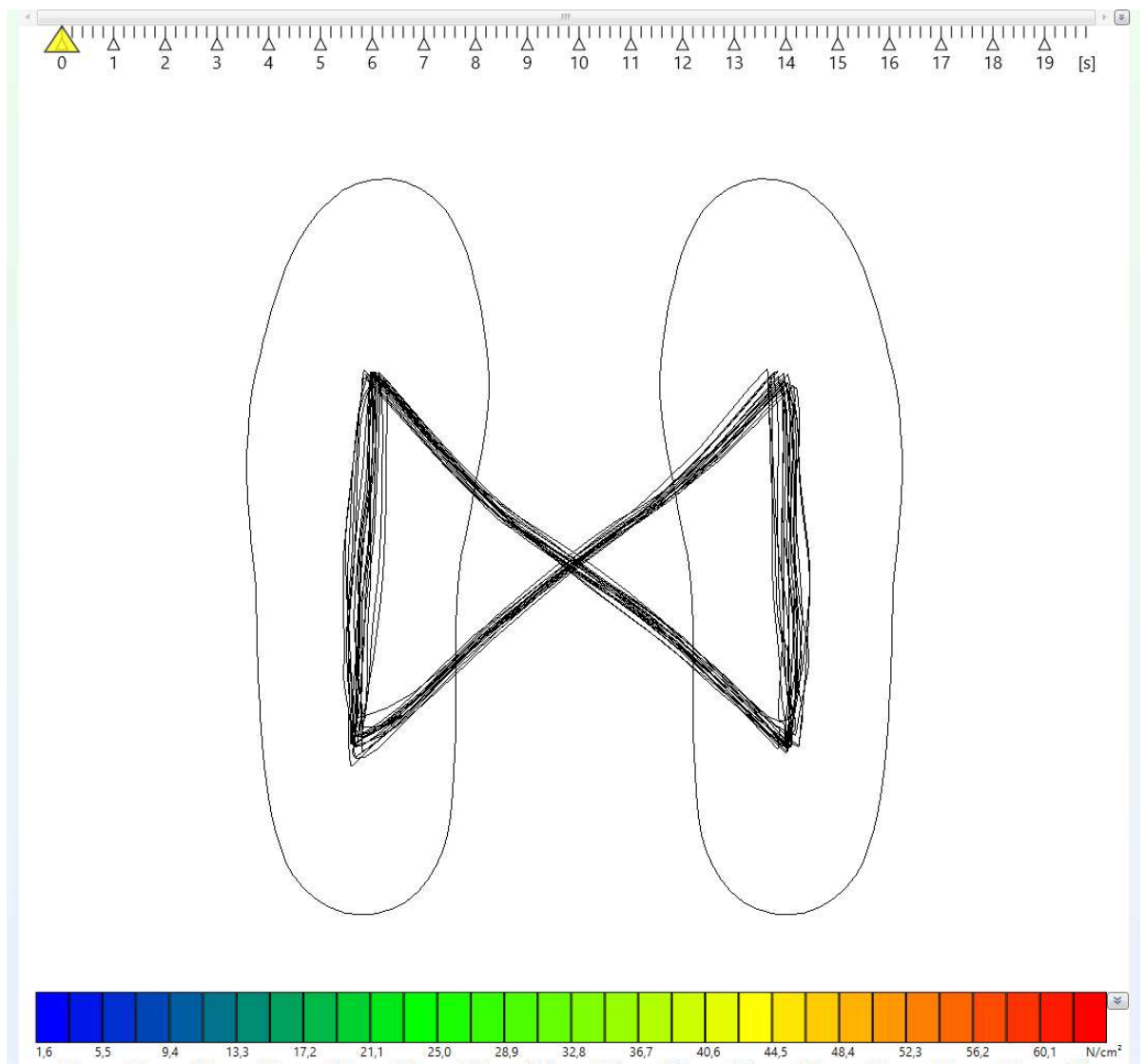
Kuva 78. Maksimipaine ohuilla sandaaleilla kävelteässä



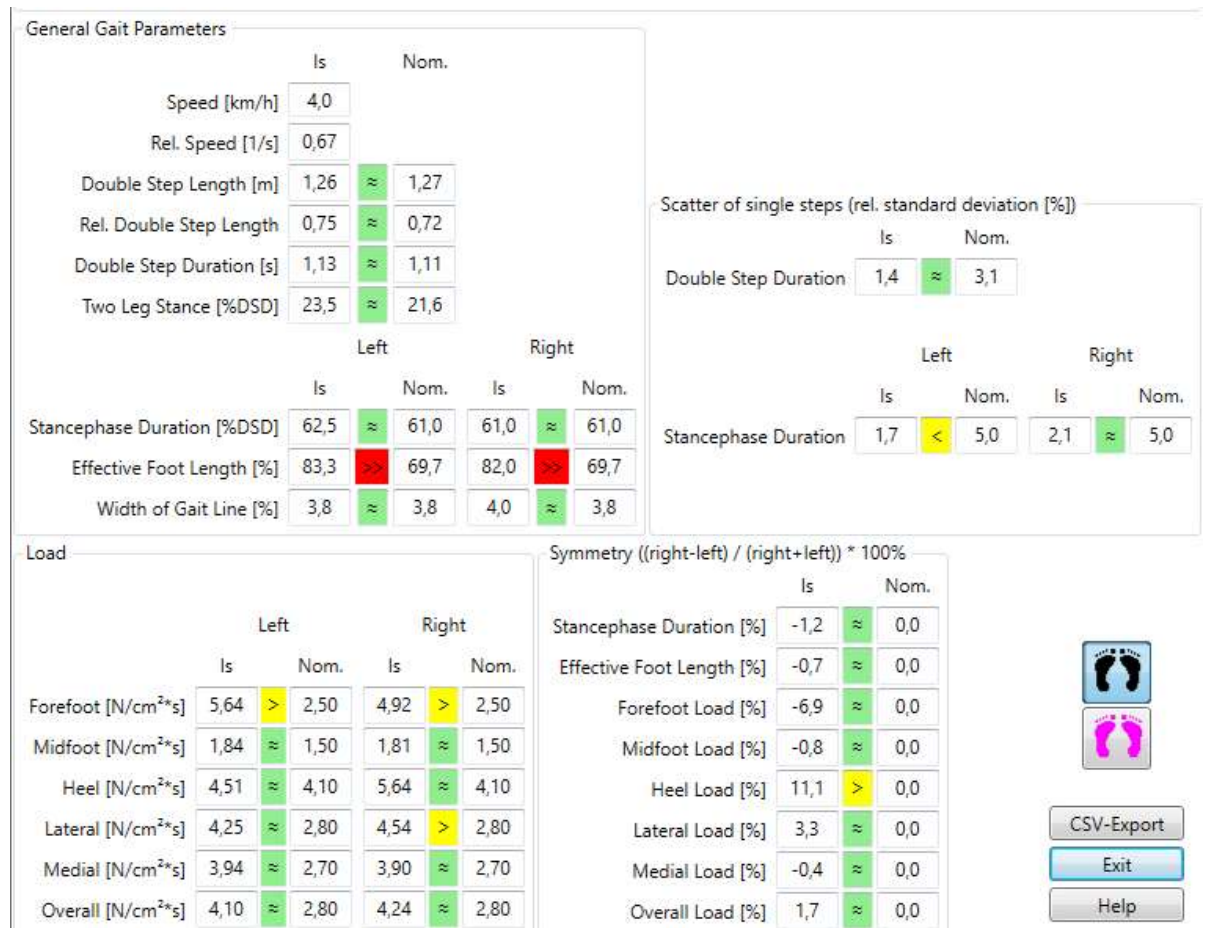
Kuva 79. Paineenkesto ohuilla sandaaleilla kävelteässä



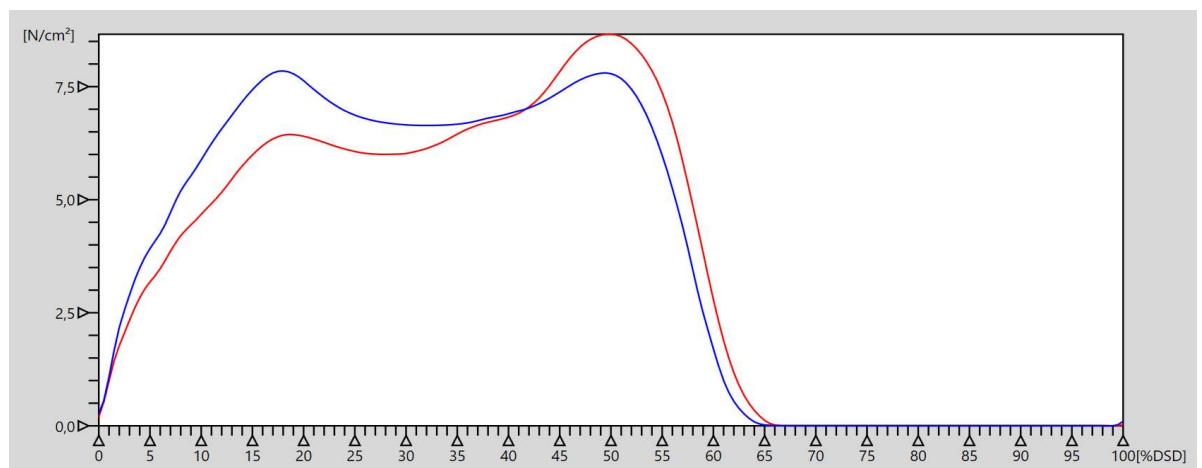
Kuva 80. Painekekipisteen siirtymä ohuilla sandaaleilla kävelteässä



Kuva 81. Perhoskuvio ohuilla sandaaleilla kävelteässä



Kuva 82. ohuilla sandaaleilla kävelteässä



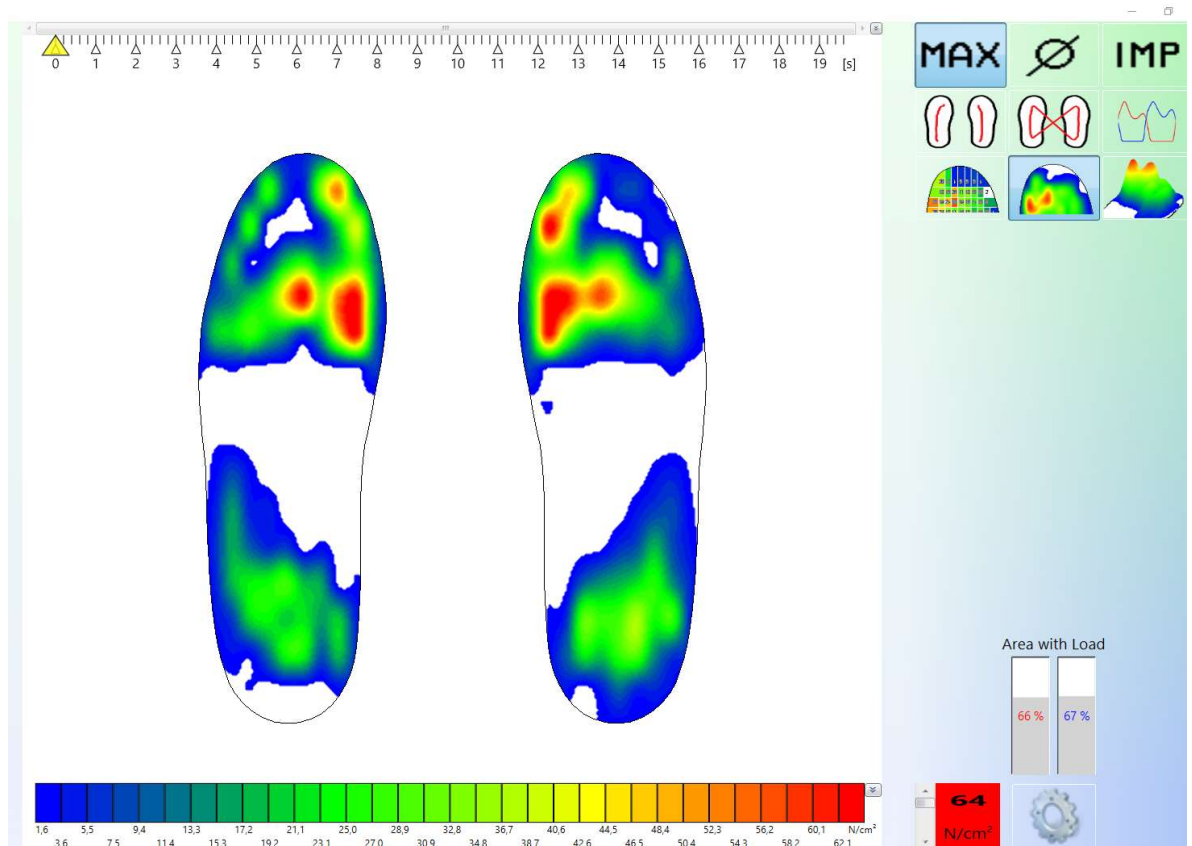
Kuva 83. ohuilla sandaaleilla kävelteässä

Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	105,2	1/min
Strides/s	0,88	1/s
L gait cycle time	1,14	s
R gait cycle time	1,14	s
L step time	0,58	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,77	s
R stance time	0,76	s
L single support	50,3	%
R single support	49,6	%
L double support	49,7	%
R double support	50,4	%

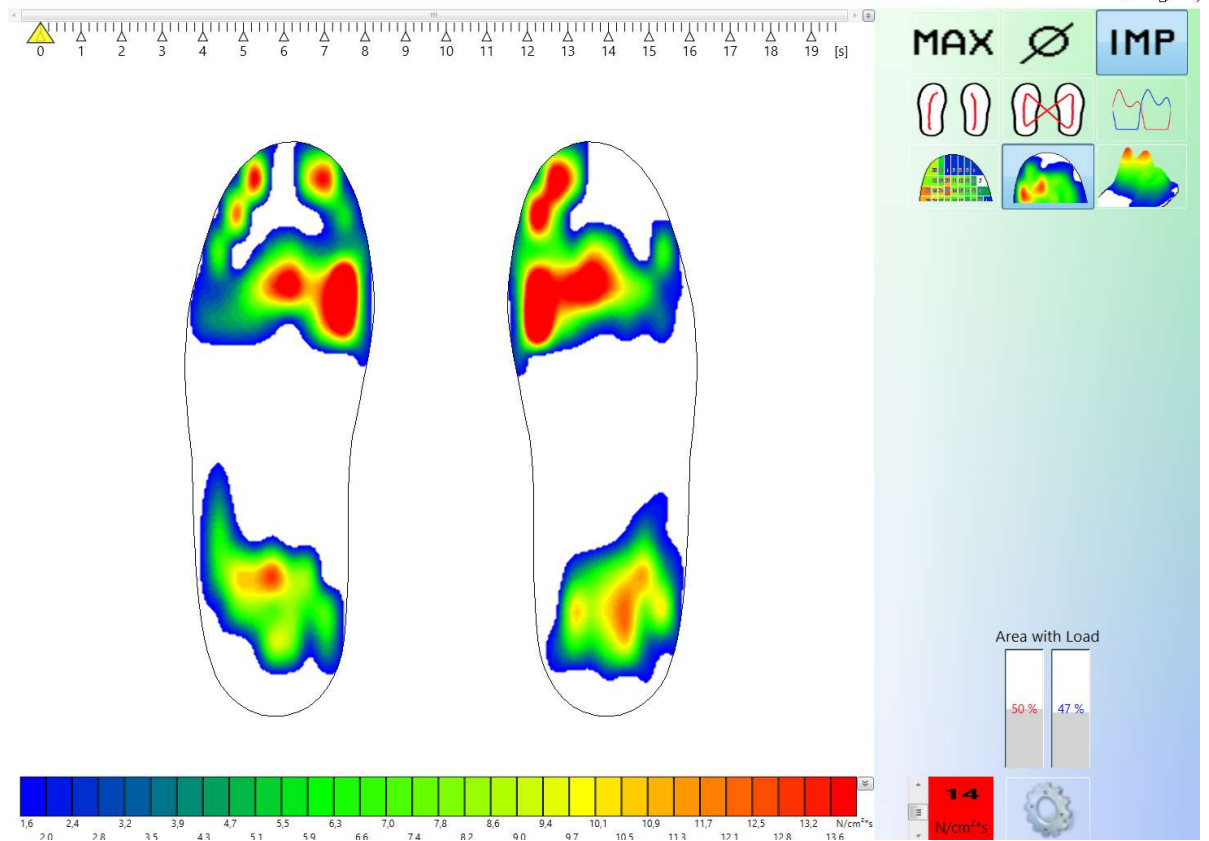
Kuva 84. Contemplas Templo ohuilla sandaaleilla kävelteässä



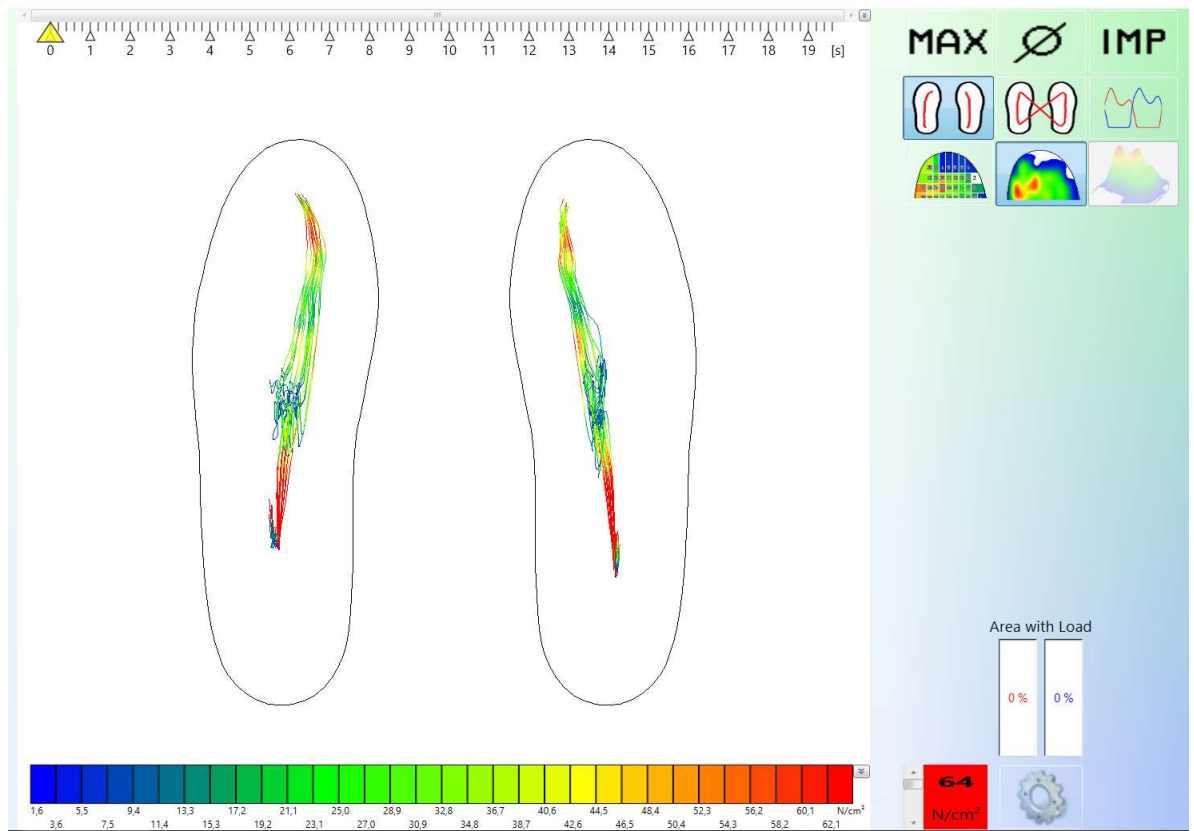
## Liite 10. Niittikorkokenkä MediLogic &amp; OptoGait tulokset



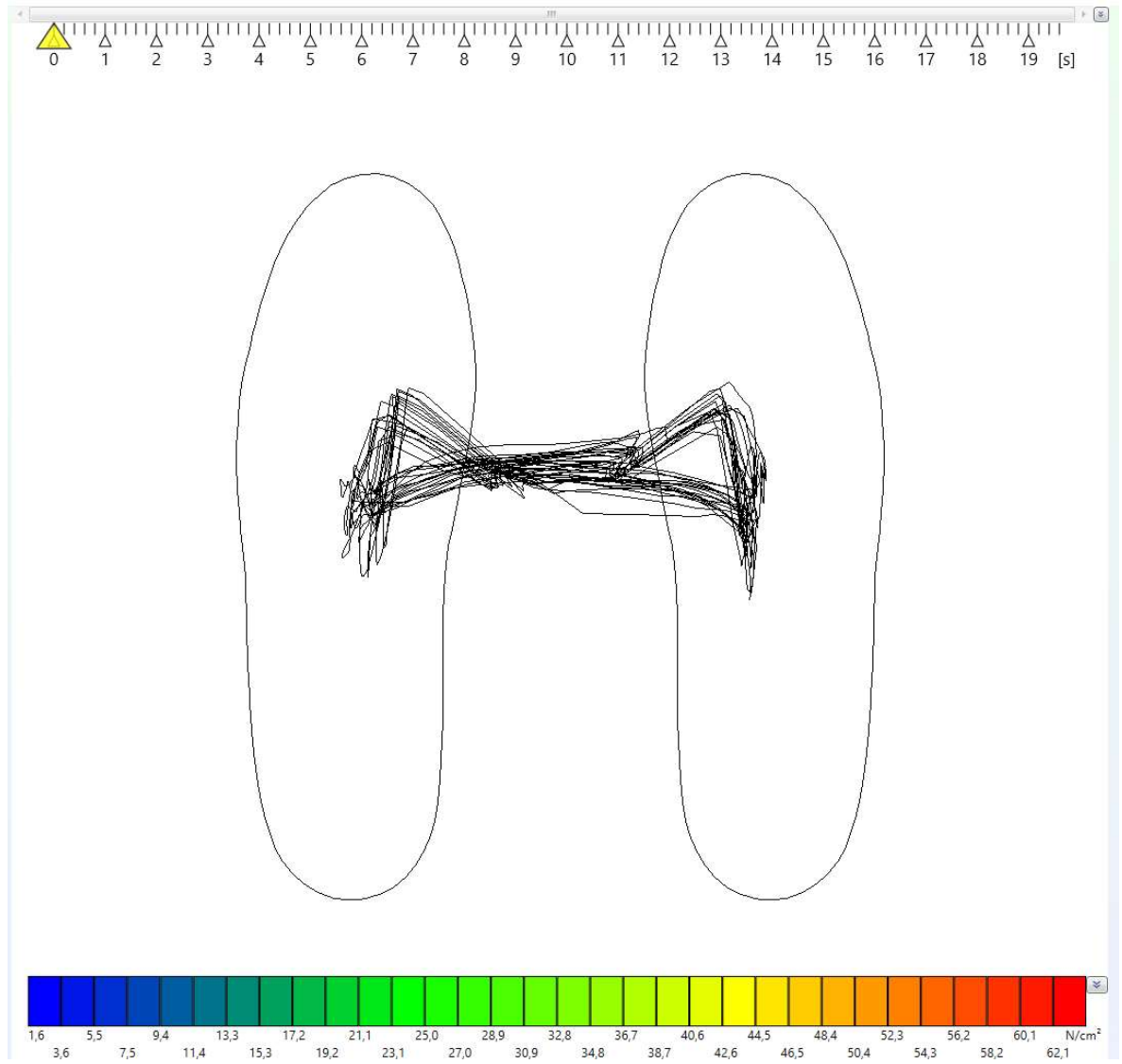
Kuva 85. Maksimipaine niittikorkokengillä käveltäessä



Kuva 86. Paineenkesto niittikorkokengillä käveltäessä



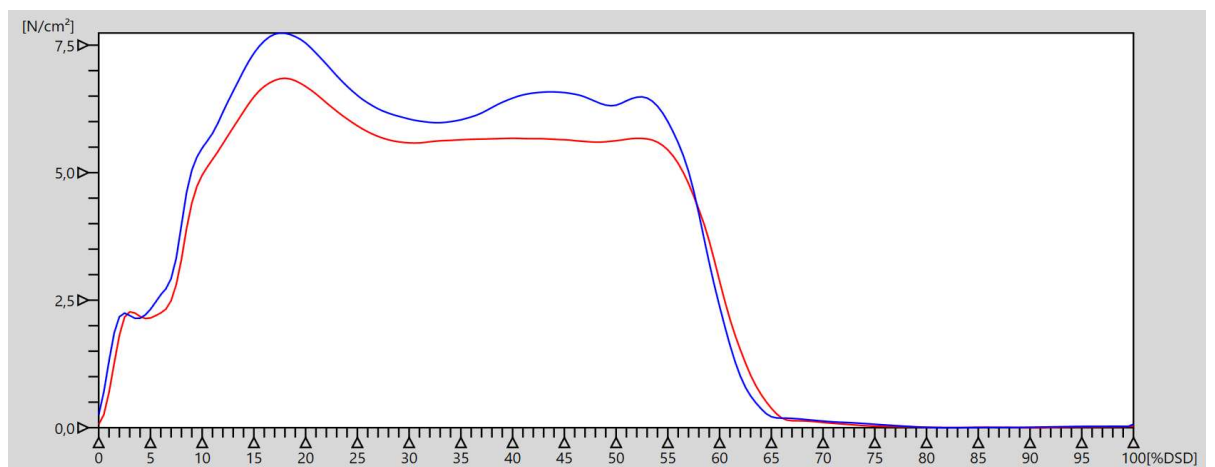
Kuva 87. Painekeskipisteen siirtymä niittikorkokengillä käveltäessä



Kuva 88. Perhoskuvio niittikorkokengillä käveltäessä



Kuva 89. niittikorkokengillä käveltäessä

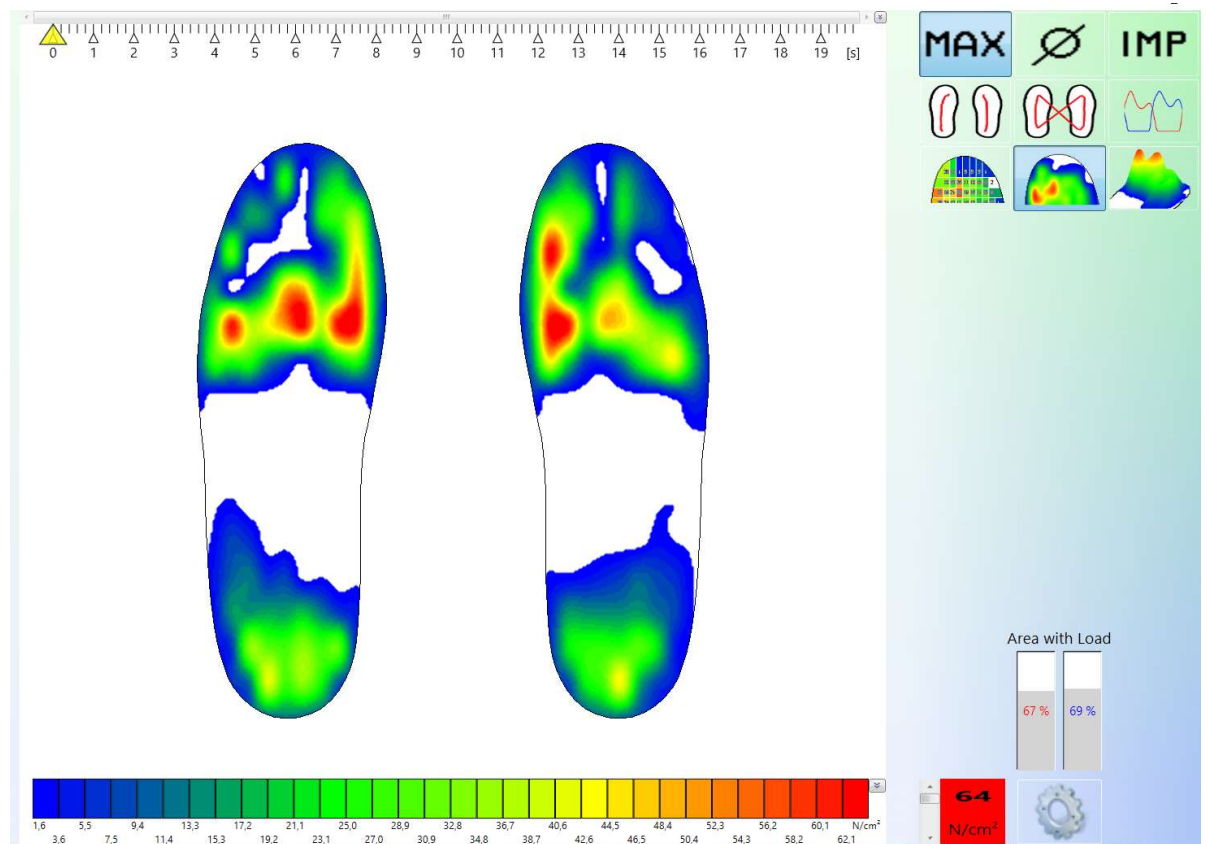


Kuva 90. niittikorkokengillä käveltäessä

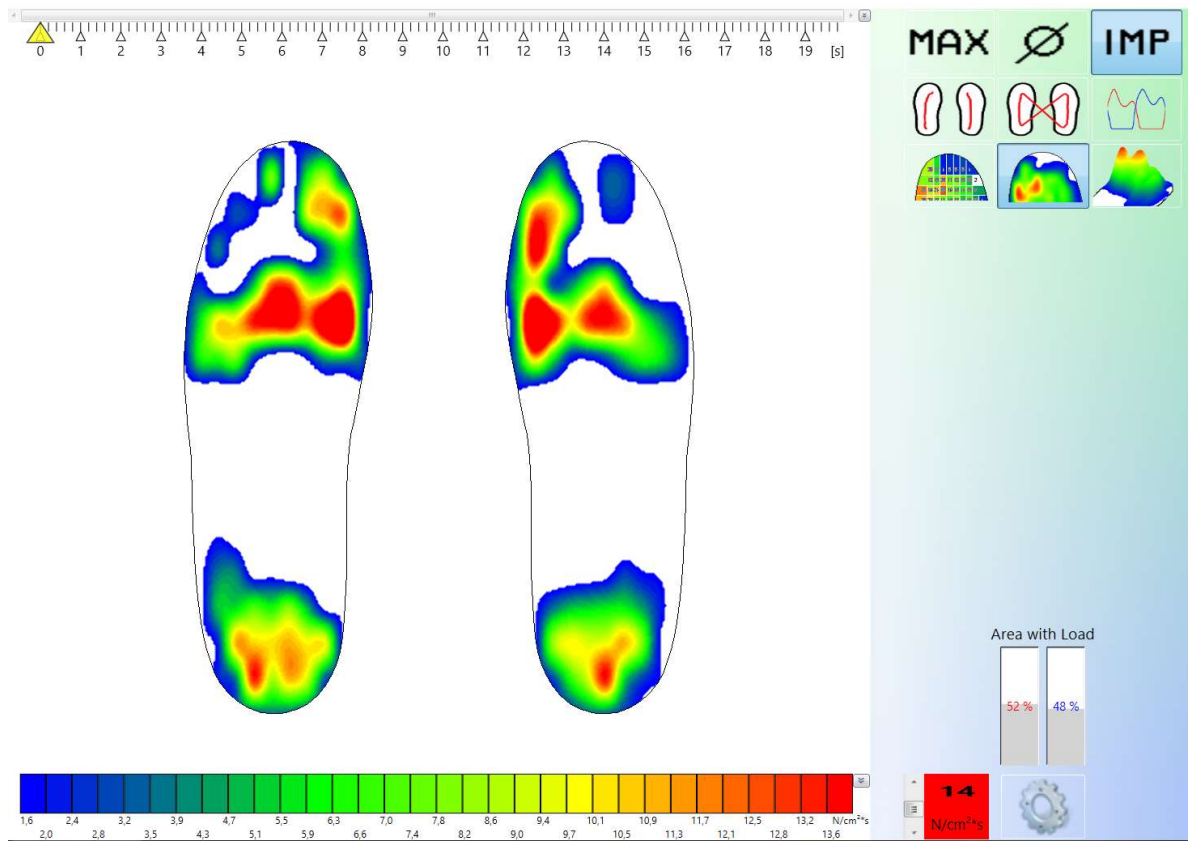
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	111,8	1/min
Strides/s	0,93	1/s
L gait cycle time	1,07	s
R gait cycle time	1,07	s
L step time	0,54	s
R step time	0,53	s
L stance time	0,55	s
R stance time	0,54	s
L single support	97,9	%
R single support	97,9	%
L double support	2,1	%
R double support	2,1	%

Kuva 91. Contemplas Templo niittikorkokengillä käveltäessä

## Liite 11. Käärme-korkokengä MediLogic &amp; OptoGait tulokset

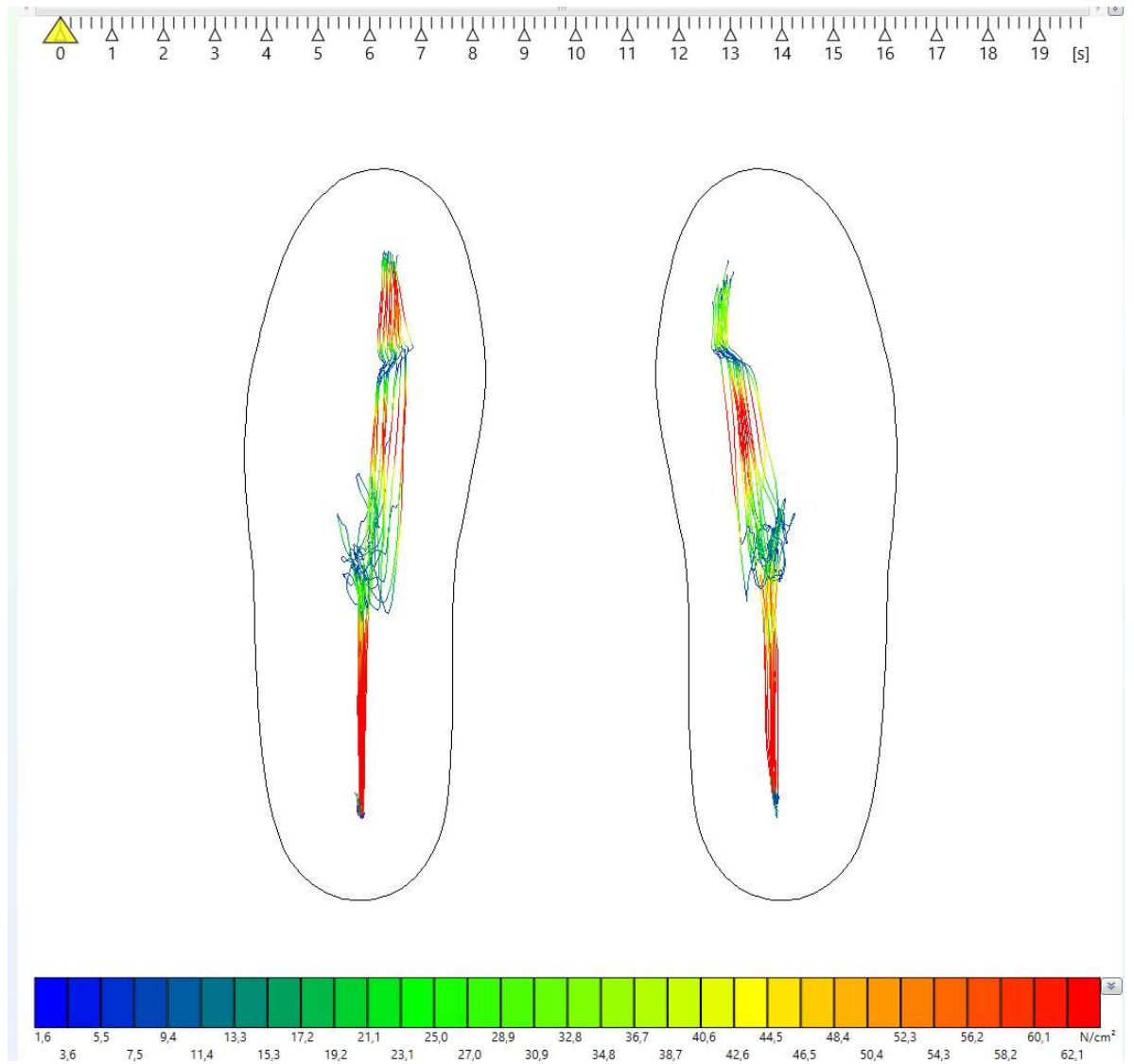


Kuva 92. Maksimipaine käärme-korkokengillä käveltyessä

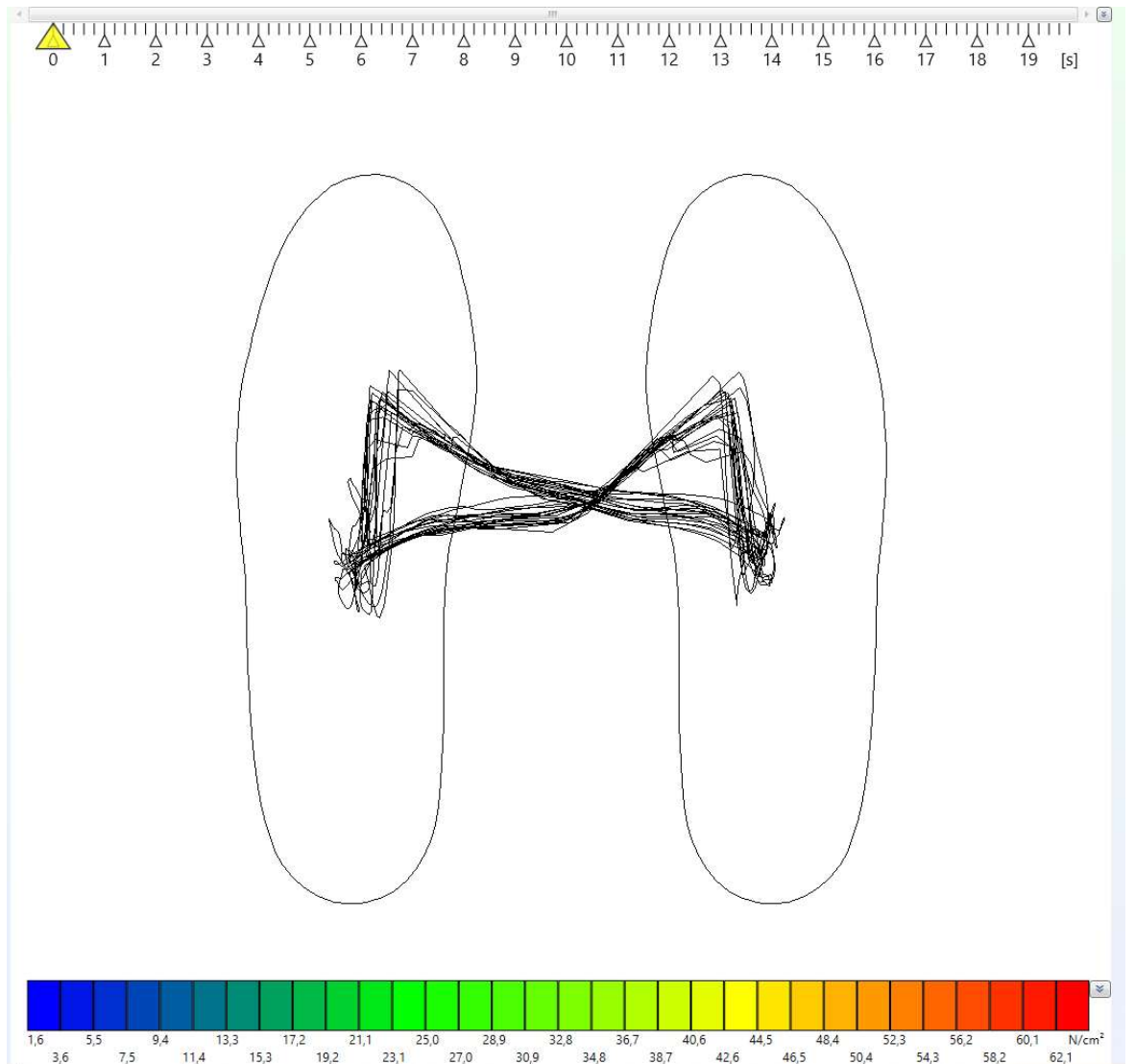


Kuva 93. Paineenkesto käärmekorkokengillä käveltäessä





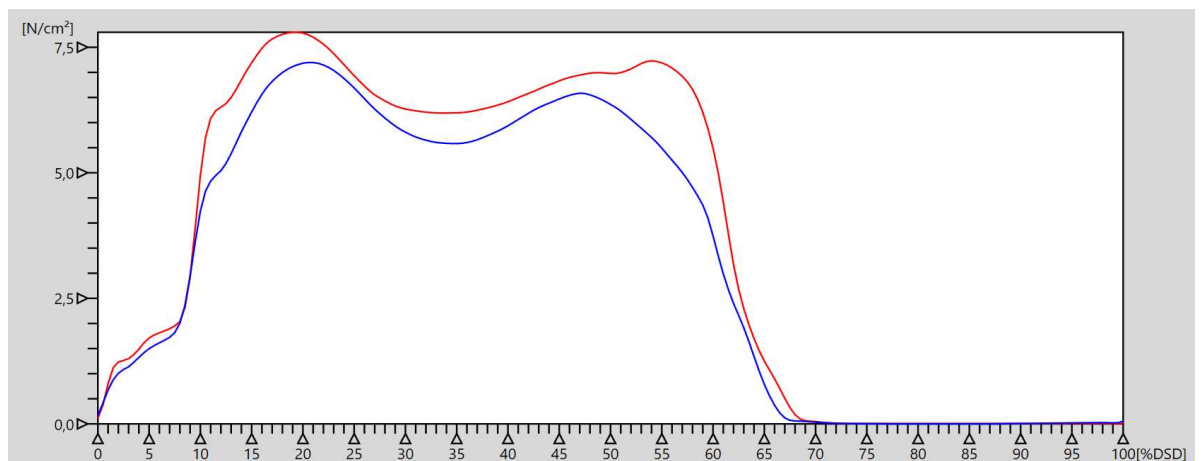
Kuva 94. Painekeskipisteen siirtymä käärmekorkokengillä käveltäessä



Kuva 95. Perhoskuvio käärme-korkokengillä käveltäessä



Kuva 96. käärmekorkokengillä käveltäessä

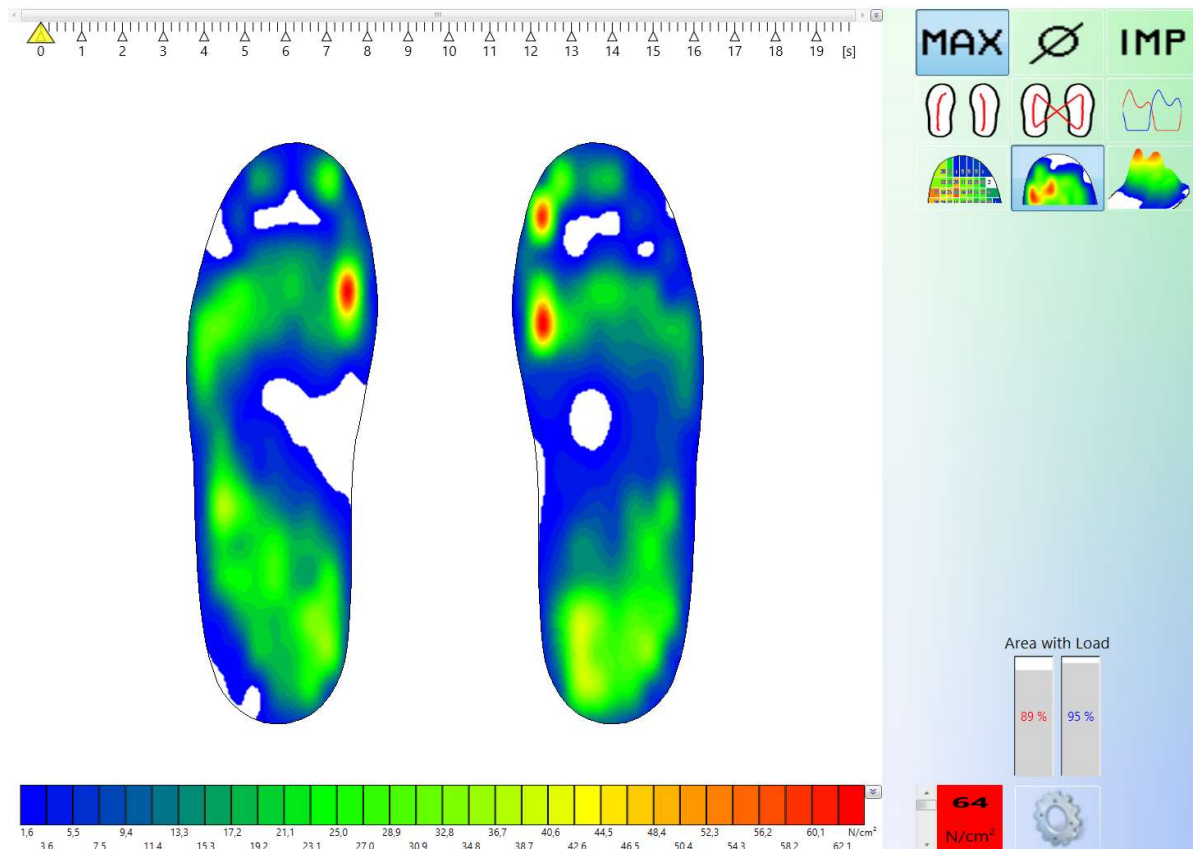


Kuva 97. käärmekorkokengillä käveltäessä

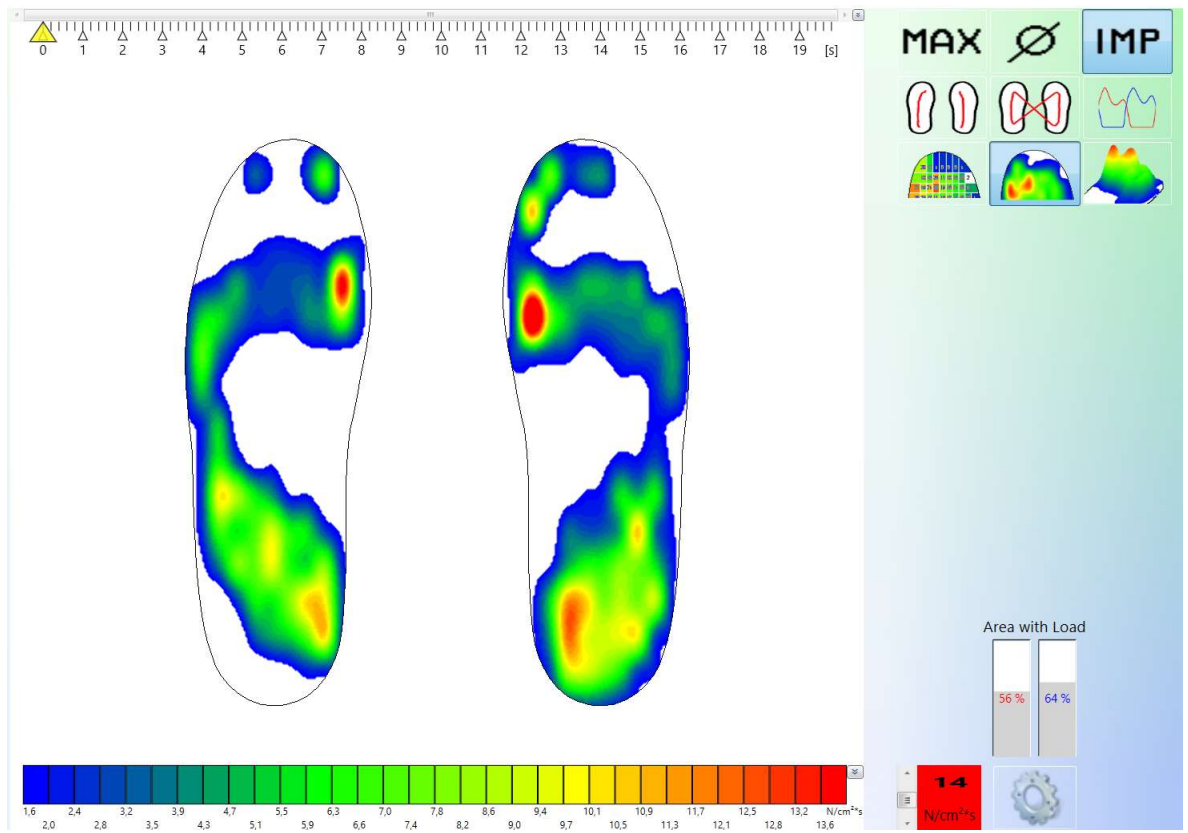
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	108,4	1/min
Strides/s	0,90	1/s
L gait cycle time	1,12	s
R gait cycle time	1,10	s
L step time	0,54	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,70	s
R stance time	0,70	s
L single support	58,5	%
R single support	60,2	%
L double support	41,5	%
R double support	39,8	%

Kuva 98. Contemplas Templo käärmekekorkokengillä käveltäessä

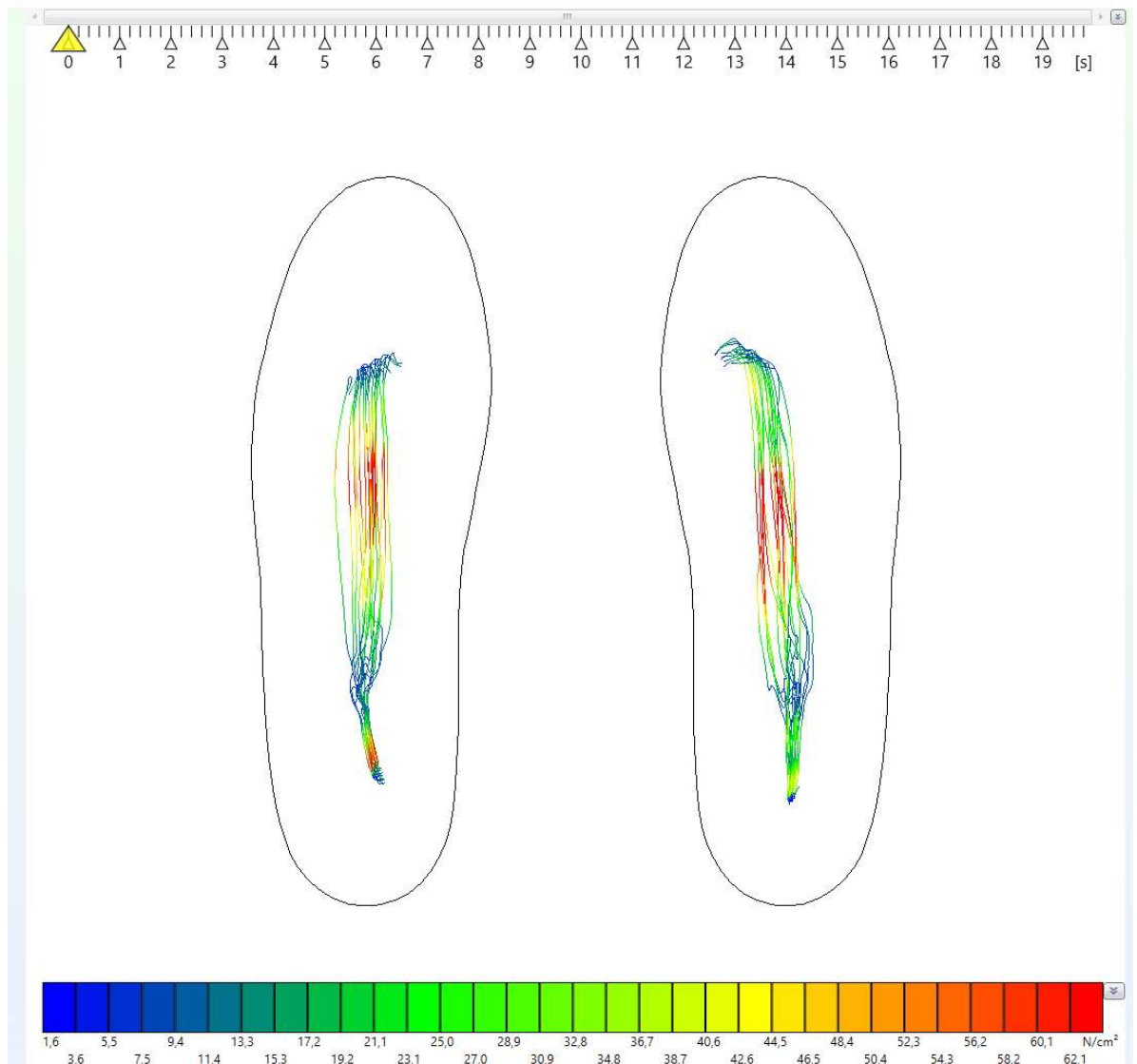
Liite 12. Korkosandaali MediLogic & OptoGait tulokset



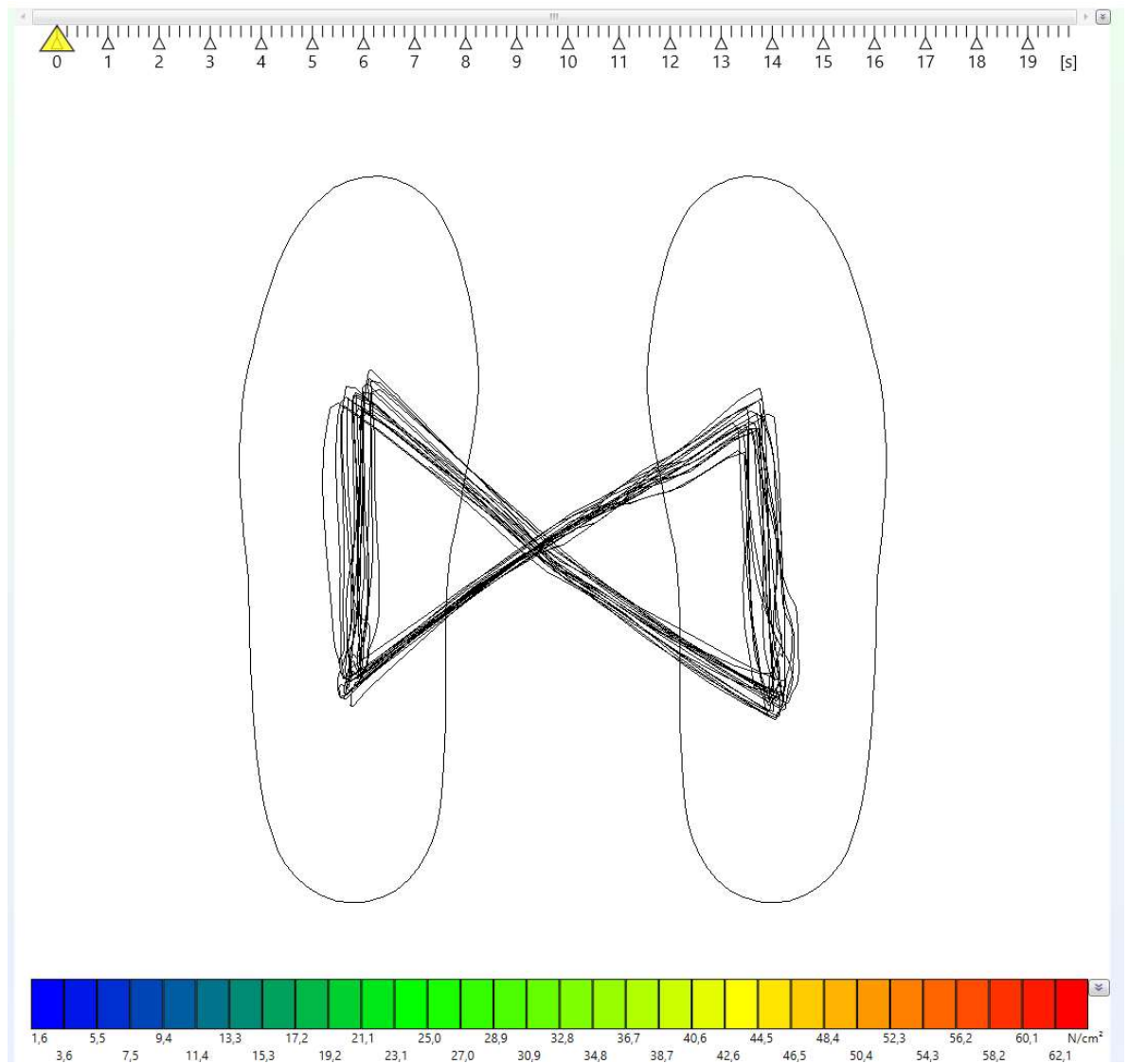
Kuva 99. Maksimipaine korkosandaaleilla käveltäessä



Kuva 100. Paineenkesto korkosandaaleilla käveltäessä

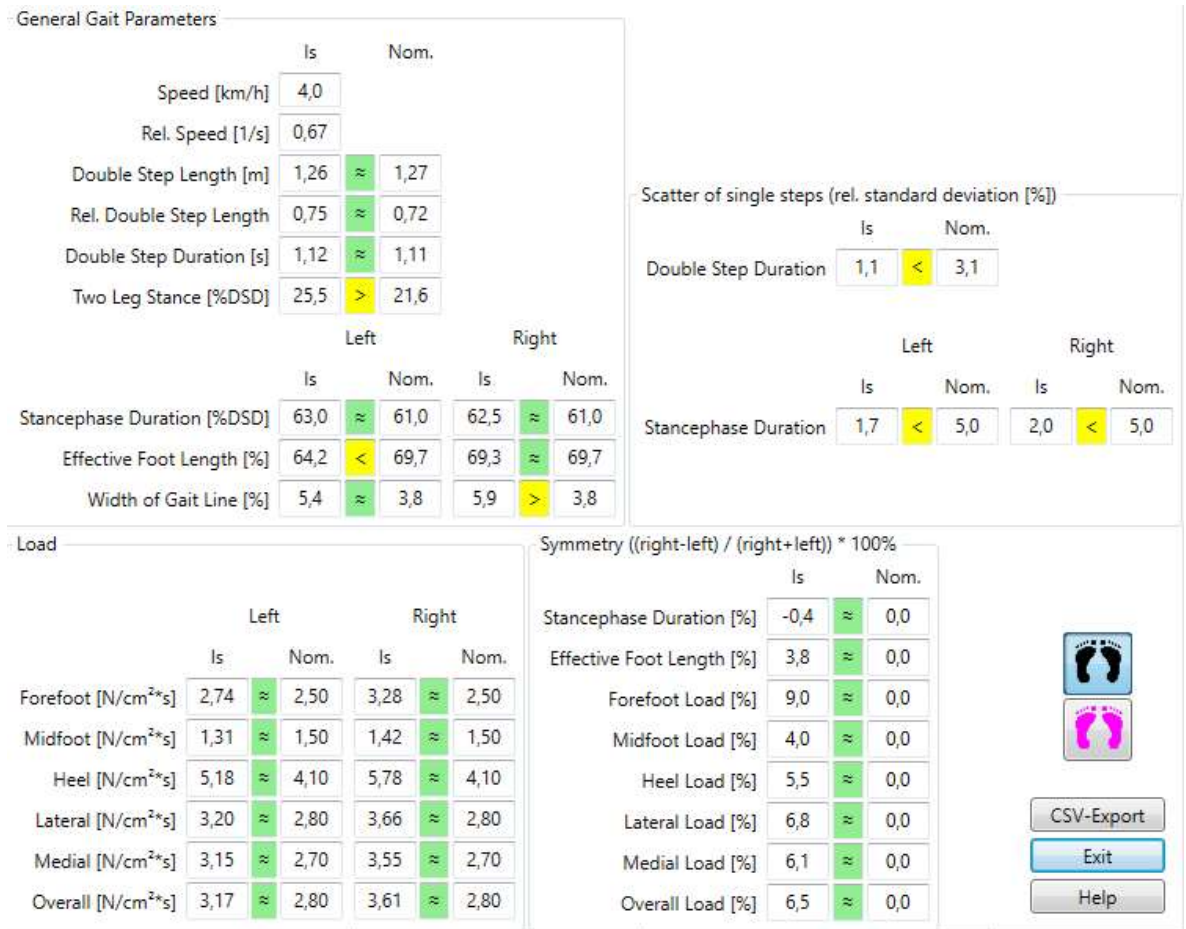


Kuva 101. Painekeskipisteen siirtymä korkosandaaleilla käveltäessä

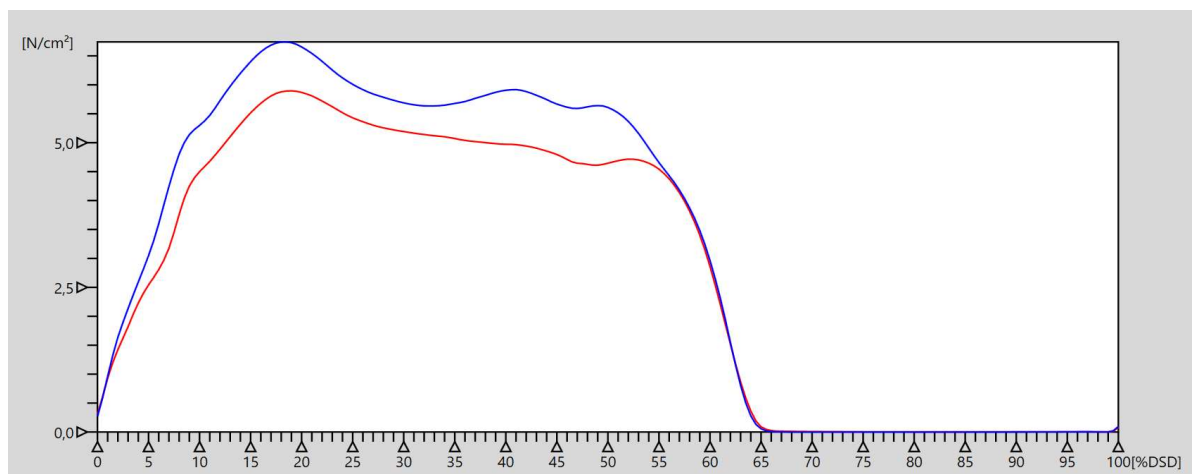


Kuva 102. Perhoskuvio korkosandaaleilla käveltäessä





Kuva 103. korkosandaaleilla käveltäessä

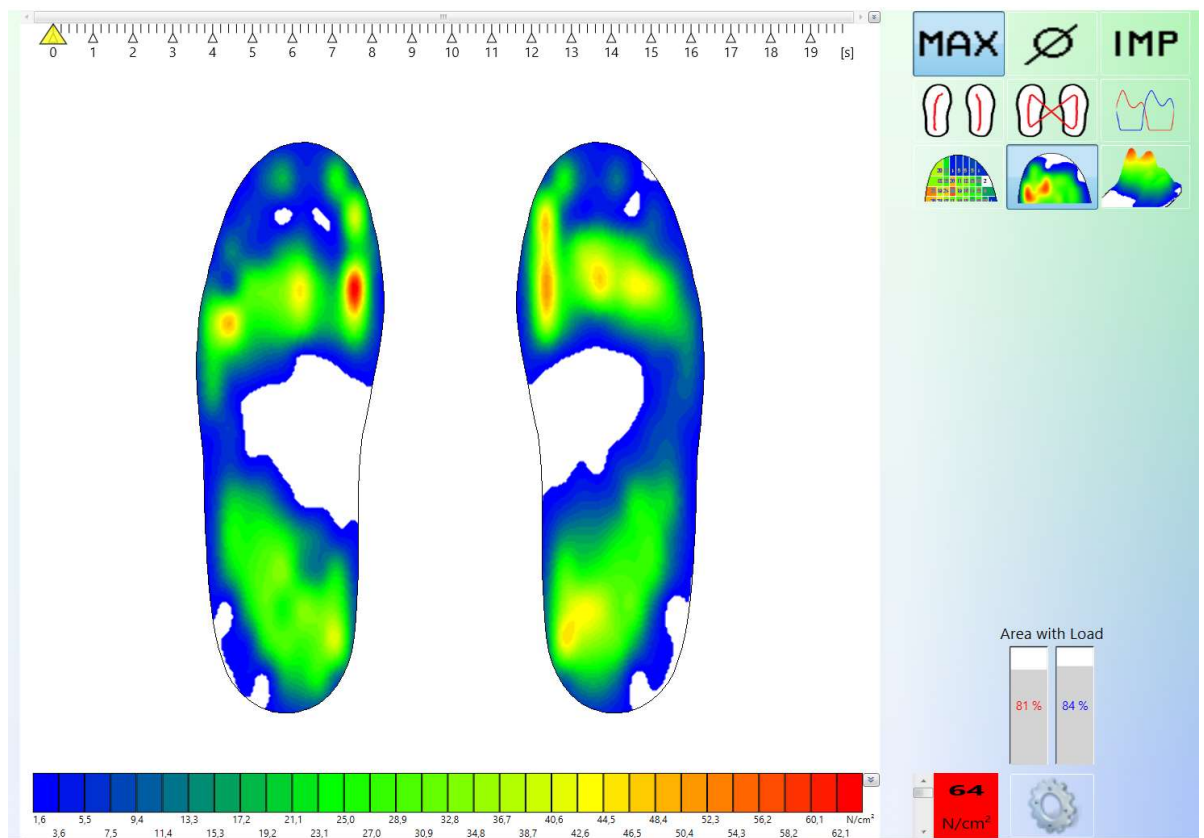


Kuva 104. korkosandaaleilla käveltäessä

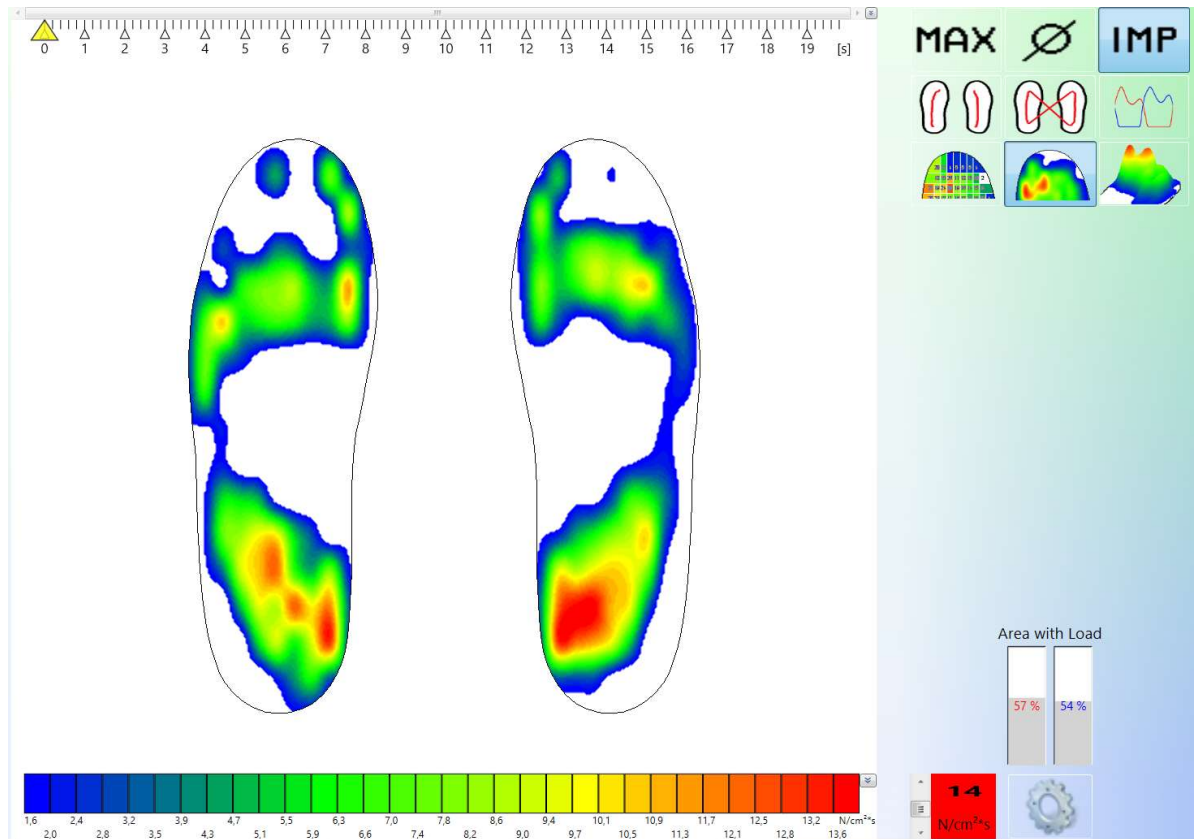
Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	105,6	1/min
Strides/s	0,88	1/s
L gait cycle time	1,14	s
R gait cycle time	1,14	s
L step time	0,57	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,75	s
R stance time	0,74	s
L single support	52,7	%
R single support	52,5	%
L double support	47,3	%
R double support	47,5	%

Kuva 105. Contemplas Templo korkosandaaleilla käveltäessä

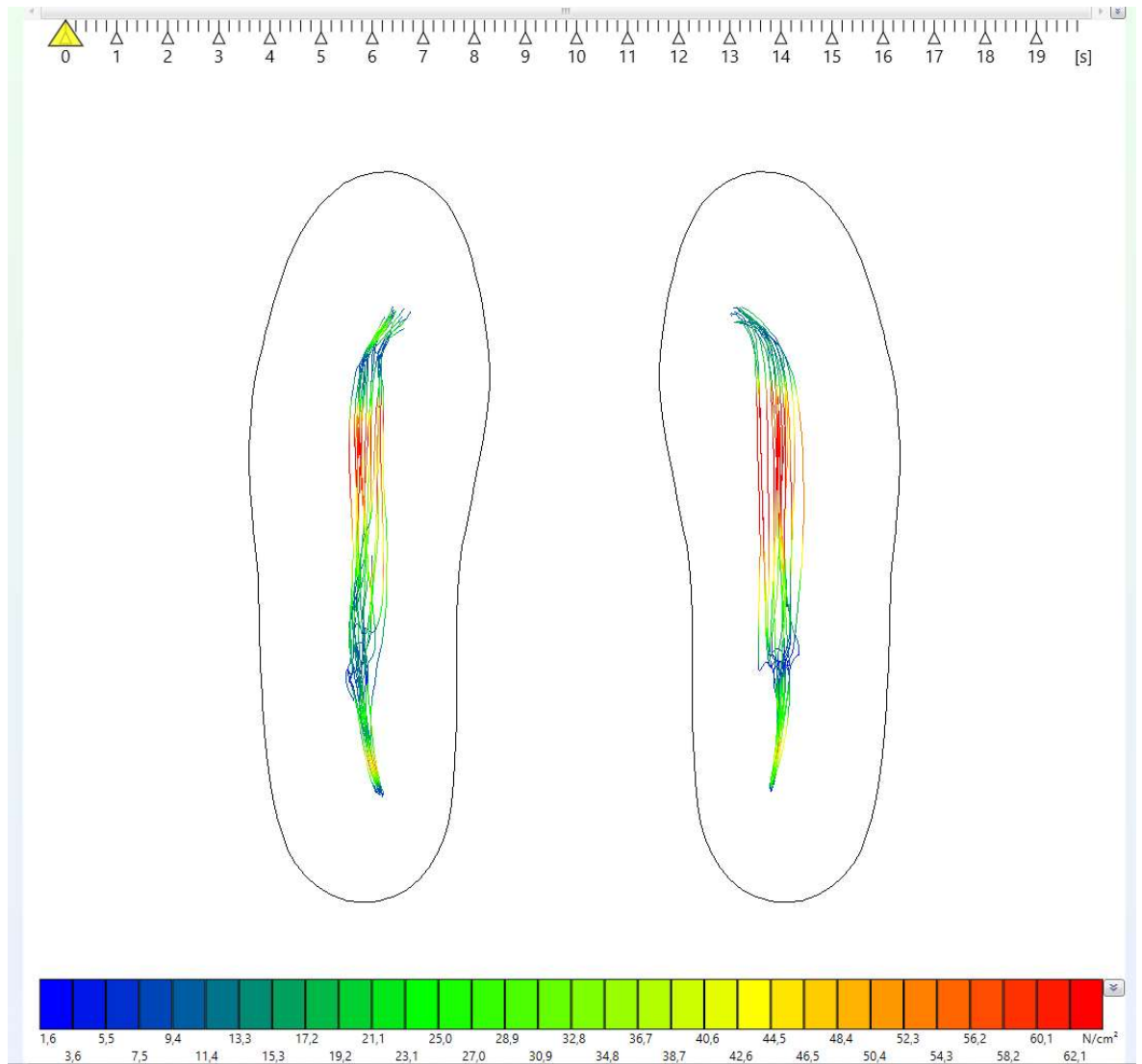
## Liite 13. Nilkkuri MediLogic &amp; OptoGait tulokset



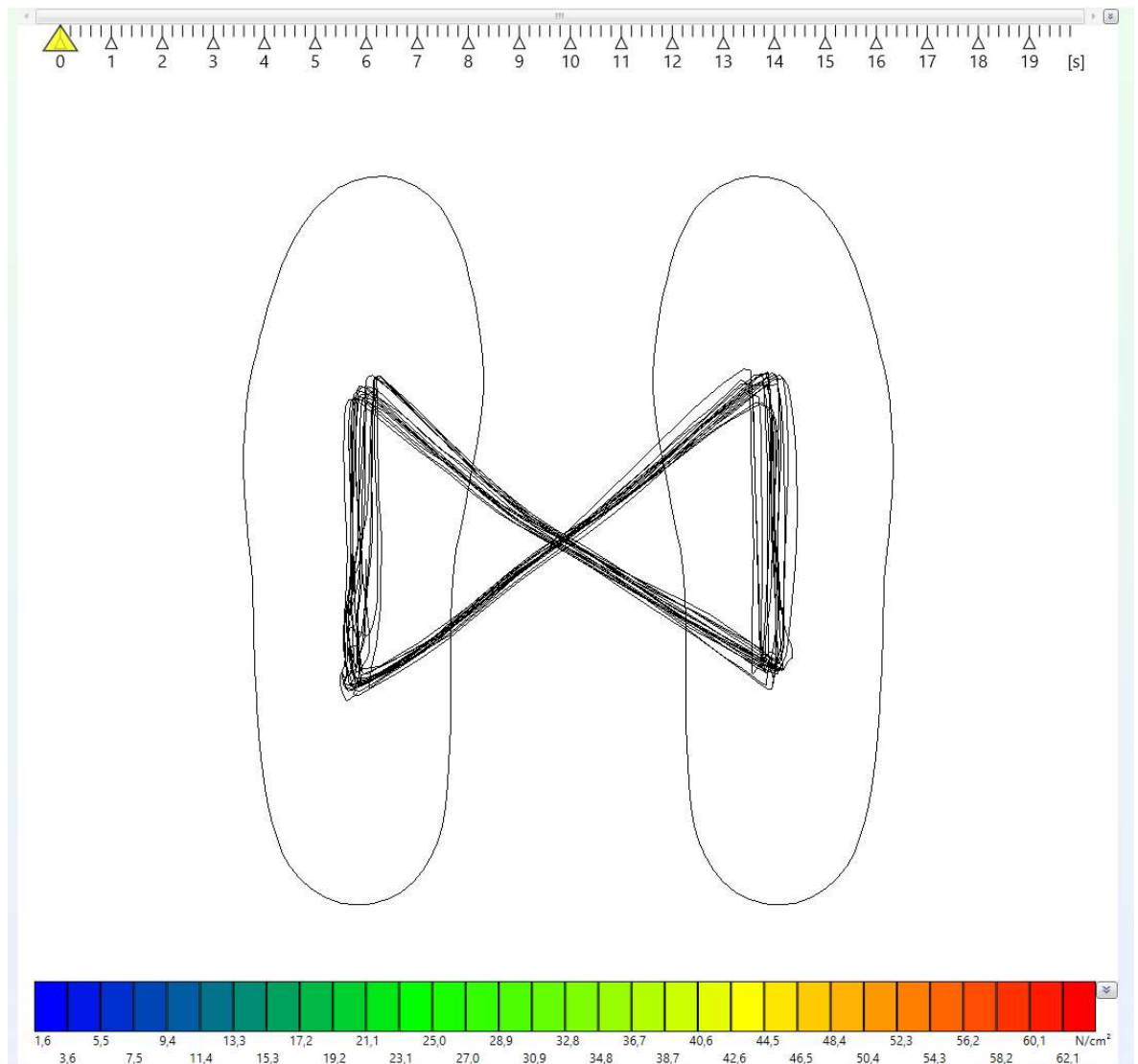
Kuva 106. Maksimipaine nilkkureilla käveltäessä



Kuva 107. Paineenkesto nilkkureilla käveltäessä



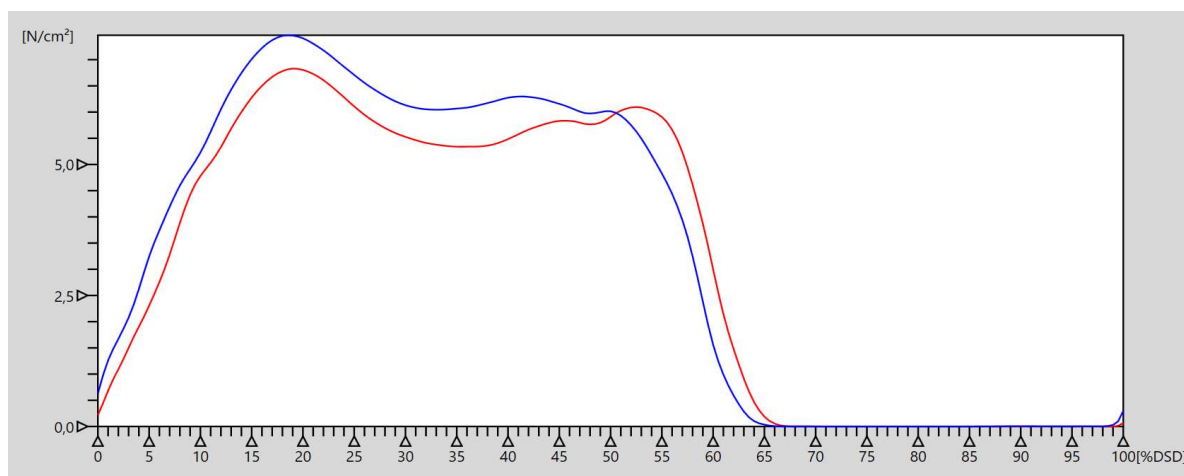
Kuva 108. Painekeskipisteen siirtymä nilkkureilla käveltäessä



Kuva 109. Perhoskuvio nilkkureilla käveltäessä



Kuva 110. nilkkureilla käveltäessä



Kuva 111. nilkkureilla käveltäessä

Timing parameters		
	Value	Unit
Cadence	103,9	1/min
Strides/s	0,87	1/s
L gait cycle time	1,16	s
R gait cycle time	1,15	s
L step time	0,59	s
R step time	0,56	s
L stance time	0,80	s
R stance time	0,78	s
L single support	46,6	%
R single support	46,1	%
L double support	53,4	%
R double support	53,9	%

Kuva 112. Contemplas Templo nilkkureilla käveltäessä