

Pajunen Esa  
Svensk Roope  
Vääränen Janne

# Yksilöidyn selkäosan mitanotto-prosessi 3D- skannerilla

Nopeampi ja kustannustehokkaampi ratkaisu

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Apuvälineteknikko (AMK)  
Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma  
Opinnäytetyö  
27.10.2017

Tekijät Otsikko  Sivumäärä Aika	Esa Pajunen, Roope Svensk, Janne Vääränen Yksilöidyn selkäosan mitanotto-prosessi 3D-skannerilla, nopeampi ja kustannustehokkaampi ratkaisu  27 sivua + 2 liitettä 27.10.2017.
Tutkinto	Apuvälineteknikko (AMK)
Koulutusohjelma	Apuvälinetekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Apuvälinetekniikka
Ohjaajat	Lehtori Tomi Nurminen Yliopettaja Merja Reijonen
<p>Yksilöllisellä selkäosalla tarkoitetaan asiakkaan mittojen mukaan valmistettua pyörätuolin selkäosaa. Yksilöllinen selkäosa valmistetaan, mikäli valmisapuvälineillä ei saada pyörätuolin käyttäjälle riittävää tai asentoa ylläpitävää tuentaa. Yksilöllisen selkäosan valmistukseen kuuluva mitanotto-prosessi on mahdollista suorittaa eri tavoin riippuen käytössä olevista laitteista ja työvälineistä. Mitanotto on vaiheena yksi tärkeimmistä, koska sillä taataan selkäosan oikeanlainen sopivuus asiakkaalle.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli osoittaa yhteistyökumppani Movetta Oy:lle, että 3D-skannauslaitteistoa hyödyntämällä voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä ajallisesti ja rahallisesti entiseen toimintaan nähden. Movetta Oy on yksilöllisiä selkäosia valmistava yritys. Opinnäytetyön tarkoituksena oli osoittaa yritykselle investoinnin kannattavuus oman 3D-skannerin hankintaan. Tutkimustietoa aiheesta on tiettävästi hyvin vähän, joten opinnäytetyön aihetta voidaan pitää merkittävänä etenkin yhteistyökumppanin toiminnan kannalta.</p> <p>Työssä vertailtiin kahta eri mitanottomenetelmää. Opinnäytetyön aineisto kerättiin suorittamalla mitanotto-tilanteet itsenäisesti Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa. Molemmat mitanottomenetelmät suoritettiin kolmesti. Tulokset kerättiin ennalta laadittuihin mitanotto-lomakkeisiin, jonka jälkeen niistä laskettiin keskiarvot.</p> <p>Tuloksia vertailtiin käyttäen mittareina kulunutta työaikaa ja materiaalikustannuksia. Mitanottomenetelmien työajallinen ero oli keskiarvolla 155 minuuttia. Mitanottomenetelmistä ainoastaan toinen aiheutti materiaalikustannuksia. Materiaalikustannuksia kertyi selkäosaa kohden yhteensä 26,70 euroa.</p> <p>Pienestä otannasta huolimatta tuloksia voidaan pitää merkittävänä yhteistyökumppanille. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että oman 3D-skannerin hankinta on kannattavaa. 3D-skannerin avulla yksilöllisen selkäosan valmistusprosessi nopeutuu ja materiaalikustannukset vähenevät. 3D-skannauksen tuottamaa dataa voidaan muokata erilaisilla ohjelmistoilla, joten jatkotutkimusta tarvitaan etenkin ohjelmistojen käyttökokemuksista ja niihin liittyvien lisenssimaksujen suuruudesta.</p>	
Avainsanat	Mitanotto-prosessi, yksilöity selkäosa, 3D-skannaus

Authors Title	Esa Pajunen, Roope Svensk, Janne Vääränen Measuring Process of a Custom-Made Backrest Using a 3D Scanner -a Faster and More Cost-Efficient Solution
Number of Pages Date	27 pages + 2 appendices October 2017
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Prosthetics and Orthotics
Specialisation option	Prosthetics and Orthotics
Instructors	Tomi Nurminen, Senior Lecturer Merja Reijonen, Principal Lecturer
<p>A custom-made backrest refers to a wheelchair backrest made according to the customer's measurements. A custom-made backrest is manufactured if ready-made assistive tools cannot provide the user of the wheelchair with sufficient support or support maintaining their posture. The measuring process, which is a part of the production process of the individual backrest, can be performed in various ways, depending on the equipment and tools used. Measuring is one of the most important stages of the process because it is used to guarantee the right fit of the backrest for the customer.</p> <p>The aim of the thesis was to show our partner Movetta that by utilizing 3D scanning equipment, significant savings in time and money can be achieved when compared to their old methods. Movetta is a company that produces custom-made backrests. The purpose of the thesis was to show the company that purchasing their own 3D scanner would be a profitable investment. There is little scientific information on the subject, so the subject of the thesis can be considered significant, especially for the partner's operations.</p> <p>In the thesis, we compared two different measurement methods. We collected the material for the thesis by performing the measuring processes independently at the Metropolia University of Applied Sciences. We performed both measurement methods three times. We collected the results into pre-formatted measurement forms and calculated the averages from them afterwards.</p> <p>We compared the results by using working time and material costs as indicators. The difference in working time between the two measurement methods was 155 minutes on average. Only one of the measurement methods incurred material costs. The total material costs for a single backrest were 26.70€.</p> <p>Despite the small sample size, the results can be regarded as significant for the partner. As a conclusion, acquiring a 3D scanner for the company is a profitable investment. A 3D scanner accelerates the production process of a custom-made backrest and reduces the material costs. The data generated by 3D scanning can be edited with various pieces of software, so further research is needed especially regarding software user experiences and the number of license fees associated with them.</p>	
Keywords	Measuring process, custom-made backrest, 3D scanning

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yksilöllinen istuinjärjestelmä	3
2.1	Istuinkokonaisuudet	4
2.2	Mitanottoprosessi	4
3	Tyypillisimmät vammat ja sairaudet yksilöllisen istuimen käyttäjillä	6
3.1	CP-vamma	6
3.2	Kehitysvamma	7
3.3	MS-tauti	7
4	3D-skannaus	8
4.1	3D-skannerin toiminta ja ohjelmistot	8
4.2	3D-skannaus apuvälinealalla	9
5	Opinnäytetyön toteutus	10
5.1	Yhteistyökumppani	10
5.2	Mitanottovälineet	10
5.3	Mitanottoprosessivaiheet	15
5.4	Tulokset	21
5.5	Tulosten yhteenveto	24
6	Johtopäätökset ja pohdinta	25
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. Uusi mitanottolomake	
	Liite 2. Perinteinen mitanottolomake	

## 1 Johdanto

Yksilöllisesti valmistettu istuinjärjestelmä on liikkumisen apuvälineisiin asennettava tuote, joka koostuu istuin- ja/tai selkäosasta. Yksilöllisellä tarkoitetaan asiakkaan mittojen mukaan valmistettua tuotetta. Pyörätuolissa olevat valmisistuimet voidaan korvata kokonaan tai osittaisesti yksilöllisellä tuotteella. Korvaamisen tarve arvioidaan pyörätuolin käyttäjän tarpeiden mukaan.

Istumisesta ja siihen liittyvästä ergonomiasta on olemassa runsaasti tutkimuksia sekä oppaita, mutta opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan yksilöllisen istuimen mitanotto-prosessiin ja sen kehittämiseen. Työssä ei käsitellä yksilöllisesti valmistettujen istuinten sopivuutta asiakkaille, vaikka työssä kuvataan yleisimmät yksilöllisten istuinten käyttäjät sekä heillä tyypillisesti esiintyvät sairaudet ja vammat. 3D-skannauksen hyödyntämisestä yksilöityjen istuinjärjestelmien mitanotossa ei löydy juurikaan tutkimuksia, mikä lisää opinnäytetyön tarpeellisuutta entisestään. Skannausteknologian tuominen apuvälinealalle ei ole uusi asia. Sen käyttö on kuitenkin edelleen vähäistä, vaikka mahdollisuudet hyödyntämiselle olisi suuremmat. Teknologian kehittyminen on lisännyt 3D-skannauksen käyttömahdollisuuksia yksilöllisten istuinten valmistuksessa ja etenkin yksilöllisen istuimen mitanotossa.

Yksilöllisiä istuimia valmistava apuvälinealan yritys Movetta Oy on kiinnostunut 3D-skannauksen mahdollisuuksista nopeuttaa heidän toimintaansa. He haluavat tarjota asiakkailleen laadukkaita tuotteita edulliseen hintaan. Tällä hetkellä Movetta Oy käyttää 3D-skannauksessa sekä istuinten valmistuksessa tarvittavassa jrsinnässä yrityksen ulkopuolista toimijaa, koska heillä ei ole käytössään omaa 3D-skanneria. Opinnäytetyön tavoitteena on osoittaa Movetta Oy:lle investoinnin kannattavuus oman 3D-skannerin hankintaan. Tarkoituksena on saada yritykselle tietoa, kuinka paljon 3D-skannerin käyttö vähentää työtunteja ja materiaalikustannuksia yksilöllisen istuimen mitanotto-prosessista yhtä istuimen selkäosaa kohden. Olennainen kysymys on, kuinka suuria säästöt tulisivat olemaan yritykselle ajallisesti ja rahallisesti. Toinen tärkeä kysymys on, olisivatko säästöt niin suuria, että yrityksen kannattaisi investoida omaan 3D-skanneriin.

Pohdimme, miten saisimme yksilöllisen istuinjärjestelmän mitanotto-prosessista entistä sujuvampaa yrityksen sekä heidän yhteistyökumppaneiden ja asiakkaiden näkökul-

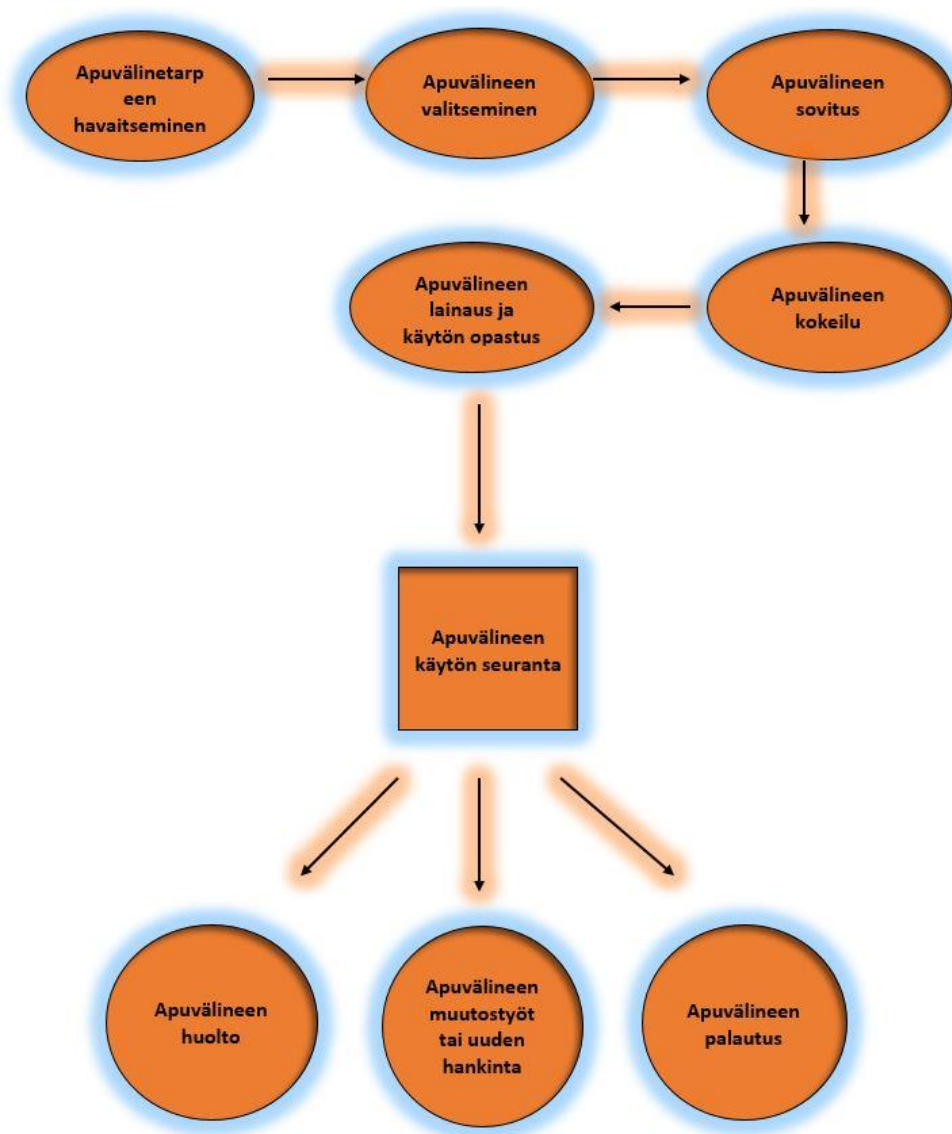
masta. Uskomme, että mitanotto-prosessin työvaiheita on mahdollista vähentää 3D-tekniologiaa hyödyntämällä ja siten nopeuttaa yksilöllisen istuimen valmistamista. Prosessin kulun nopeuttamisella on myös vaikutusta asiakastytyvyyteen sekä yrityksen kilpailukykyyn.

Opinnäytetyössä verrataan keskenään kahta erilaista mitanottomenetelmää. Ymmärrettävyyden helpottamiseksi käytetyt mitanottomenetelmät on nimetty perinteiseksi ja uudeksi menetelmäksi. Mittareita ovat käytetty työaika sekä istuimen valmistukseen liittyvät kustannukset. Mitanotto-prosessin oletetaan nopeutuvan työvaiheiden vähentyessä seitsemästä (7) vaiheesta viiteen (5) vaiheeseen. Movetta Oy käyttää omassa toiminnassaan perinteistä menetelmää. Opinnäytetyö kohdentui vertaamaan edellä mainittujen menetelmien kustannuksia sekä uuden menetelmän kustannustehokkuutta perinteiseen menetelmään nähden. Kustannustehokkuuden kehittymisellä tarkoitetaan työajan, materiaalikustannusten sekä logistiikkakustannusten vähenemistä.

Opinnäytetyön aluksi kuvaamme kappaleessa 2 istuinjärjestelmän, sekä mitanotto-prosessin. Kappaleessa 3 käymme läpi yksilöllisen istuinjärjestelmän käyttäjien yleisimmät vammat ja sairaudet. 4. kappaleessa avaamme 3D-skannauksen käyttöä yleisesti, sekä erityisesti apuvälinealalla Suomessa. Lopuksi esittelemme opinnäytetyön toteutuksen, sekä saamamme tulokset.

## 2 Yksilöllinen istuinjärjestelmä

Yksilöllisellä istuinjärjestelmällä tarkoitamme asiakkaan tarpeiden ja mittojen mukaan valmistettua istuin- ja selkäosaa. Yksilöllinen istuinjärjestelmä voi koostua erilaisista istuin kokonaisuuksista, jotka kuvataan luvussa 2.1. Yksilölliset istuinjärjestelmät luokitellaan apuvälineiksi, joiden hankinta koostuu aina apuvälineprosessin mukaisesti. Apuvälinepalveluprosessin vaiheet ovat tarpeen havaitseminen, apuväline tarpeen arviointi, apuvälineen valinta, apuväline päätös, apuvälineen luovutus ja käyttöönotto, apuvälineen seuranta, apuvälineen huolto ja korjaus sekä apuvälineen palautus (Apuvälinekirja 2010: 38).



Kuvio 1. Apuvälinepalveluprosessikaavio

Yksilöllisen istuinjärjestelmien käyttäjillä on usein havaittavissa virheasentoja ja asentomuutoksia tukirangassa. Mikäli valmisapuvälineillä ei saada riittävää asentomuutosta tai tuentaa asiakkaalle, on tuote valmistettava yksilöllisesti. Yksilöllisesti valmistettu istuin myötäilee ja tukee asiakkaan istumista virheasennot ja tuennan tarpeen huomioiden. Yksilöllisesti valmistettu apuväline on aina henkilökohtainen ja se soveltuu, ainoastaan henkilölle kenelle se on valmistettu. Apuvälineellä edistetään tai ylläpidetään toimintakykyä, mikäli se on heikentynyt. Apuväline auttaa käyttäjäänsä suoriutumaan tehtävistä ja osallistumaan elämän eri tilanteisiin. (Apuvälinekirja 2010: 16–17; THL 2014.)

## 2.1 Istuinkokonaisuudet

Yksilölliset istuinjärjestelmät voidaan jakaa erilaisiin istuinkokonaisuuksiin. Puhuttaessa istuinjärjestelmästä, tarkoitetaan sillä pyörätuolissa olevaa istuinosaa ja selkäosaa. Selkäosaa valittaessa on huomioitava, pystyykö asiakas muuttamaan asentoon itsenäisesti ja kuinka pitkiä aikoja istutaan kerrallaan. Myös sairaudet ja vamman laatu vaikuttavat merkittävästi istuin- ja selkäosan valintaan. (Aarnikka ym. 2010: 120.)

Apuväline markkinoilta löytyy valmiita ja puolivalmiita istuinkokonaisuuksia. Valmiilla tarkoitetaan tuotetta, joka on käyttövalmis tullessaan tehtaalta, kun taas puolivalmiiseen tuotteeseen joudutaan usein tekemään muutoksia ennen luovutusta asiakkaalle. Muutostöitä voivat olla esimerkiksi pehmusteiden lisääminen tai poistaminen asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Istuinjärjestelmiä pystytään muokkaamaan esimerkiksi niin, että selkäosa valmistetaan yksilöllisesti, kun taas istuinosa on valmistuote tai toisin päin. Tuotteen valintaan osallistuu yleensä käyttäjä itse, hänen avustajansa sekä moniammatillinen ryhmä eri terveydenhuollon ammattilaisia. (Aarnikka ym. 2010: 39.) Päämääränä on, että asiakas saa parhaan mahdollisen hyödyn tuotteesta oli se valmistettu yksilöllisesti kokonaan tai osittaisesti.

## 2.2 Mitanottoprosessi

Yksilöllisen istuimen valmistaminen alkaa apuvälineen hankintaprosessista. Tarpeen havaitsemisen sekä arvioinnin jälkeen asiakkaalle valmistetaan istuin mitanottoprosessin vaiheiden mukaisesti sovituvaiheeseen asti. Sovituvaiheessa istuintyyny ovat kevyesti verhoiltuja ja niiden kiinnitykset sekä taustalevyt puuttuvat. Sovituvaiheessa tarkistetaan istuintyynyjen sopivuus ja mahdollisten korjaavien virheasentojen oikeanlainen



istuvuus. Hyväksi havaittujen tyynyjen jälkeen maksusitoumushakemus asetetaan viireille. Söderströmin (2017) mukaan vasta hyväksytyt maksusitoumuksen saatua valmistetaan asiakkaan yksilöllinen istuin loppuun asti. Hankintaprosessi on pitkä ja aikaa vievä, mutta se on tarpeellinen yksilöllisen istuimen saamiseksi sitä käyttävälle asiakkaalle. (Hurnasti – Töytäri 2015).

Työelämässä mittaustilanteet suoritetaan yleensä asiakkaan luona ja asiakkaan tarpeet huomioiden. Opinnäytetyön yhteistyökumppanilla ei ole käytössään 3D-skanneria vaan he ostavat skannaus- ja jyräpalvelut ulkopuoliselta toimijalta. Tästä syystä mittauksissa käytettävästä tyhjiökististä on perinteisesti jouduttu ottamaan polyuretaanikopio, joka on toimitettu lähettipalvelujen kautta skannattavaksi ja jyrätyksi. Polyuretaanikopion postitus aiheuttaa kuluja lähettävälle yritykselle ja usein paketin postitus vie aikaa lähettipalveluista riippuen 1-3 päivää. Polyuretaanivahto ja muut polyuretaanikopion ottamiseen tarvittavat työvälineet lisäävät yksilöllisen istuinjärjestelmän materiaalikustannuksia. Polyuretaanivaahdon kuivuminen on verrattain hidasta ja sen työstäminen vaatii esimerkiksi lattian suojaamisen. Uudella menetelmällä suoraan tyhjiökististä skannattu tiedosto voidaan lähettää sähköpostilla nopeasti ja ilman kuluja esimerkiksi jyrätyksen suorittavalle taholle.

### 3 Tyypillisimmät vammat ja sairaudet yksilöllisen istuimen käyttäjillä

Merkittävä osa yhteistyökumppanin asiakaskaskunnasta koostuu CP- ja kehitysvammaisista sekä MS-tautia sairastavista asiakkaista, joilla voi olla myös toimintakykyä rajoittavia tukirangan virheasentoja. Virheasennot tarvitsevat tuentaa tai mahdollisuuksien mukaan korjausta. Asiakkaat voivat viettää suuren osan hereilläolo ajastaan pyörätuolissa istuen, joten hyvä istuma-asento on toimintakyvyn sekä hengityksen kannalta tärkeää. Tasapainoisesti tuetulla istuma-asennolla pyritään estämään myös skolioosin syntyminen. (Aarnikka ym. 2010: 121.)

#### 3.1 CP-vamma

CP-kirjainyhdistelmä tulee englanninkielisistä sanoista Cerebral Palsy, joka tarkoittaa aivoperäistä halvausta. CP-oireyhtymään ei aina liity älyllistä kehitysvammaisuutta vaan lähtökohtaisesti kyse on aivovaurion aiheuttamasta liikesuoritusten häiriöstä. Oireyhtymään liittyy usein liitännäisoireita joita voivat olla, kehitysvamma, puhevamma, kuulo- ja näkövamma tai hahmotukseen liittyvät häiriöt. CP-oireyhtymät luokitellaan moneen eri ryhmään riippuen siitä mitä oireita esiintyy. Oireita voivat olla esimerkiksi pakkoliikkeet ja jäykkähalvaukset. (Rinnekoti-Säätiö 2016.) Toimintavaikeuksien ja avuntarpeen perusteella CP-vammat voidaan jakaa neljään eri vaikeusasteeseen. Vaikeusasteet ovat minimaalinen, lievä, keskivaikea ja vaikea CP. (Malm – Matero – Repo – Talvela 2004: 280.)

CP-oireyhtymällä tarkoitetaan kehittyvissä aivoissa tapahtunutta kertavauriota liikettä säätelevillä alueilla poissulkien etenevät aivosairaudet. Vaurion ajankohta voi olla sikiöaikana, vastasyntyysvaiheessa tai varhaislapsuudessa kuitenkin ennen kolmatta ikävuotta. Cp-vammaan liittyy useita liitännäisoireita, joita voivat olla näön ja kuulon ongelmat, motoriset ongelmat sekä ongelmat tukielimissä. (Rosenbaum – Paneth – Leviton – Goldstein – Bax 2007.)

CP-vammaista voidaan kuntouttaa fysioterapian ja apuvälineiden avulla. Kuntoutuksen tavoitteiden tulisi olla mahdollisimman realistisia ja toiminnan aktiivista, jotta se tuottaisi tulosta. Yksi tärkein kuntoutusmuoto on fysioterapia. muita kuntoutusmuotoja voivat olla toimintaterapia ja puheterapia. (Autti-Rämö 2006.) Apuvälineitä on saatavilla erilaisia.

Ortooseilla voidaan esimerkiksi tukea liikeratojen harjoittelua ja istuinjärjestelmillä saadaan korjattua istuma-asentoa.

### 3.2 Kehitysvamma

Kehitysvammasta voidaan puhua, kun ihmisen kehitys tai henkinen toiminta on häiriintynyt synnynnäisen tai myöhemmin saadun sairauden tai vamman vuoksi. Kromosomi- tai geenipoikkeavuudet, keskushermoston epämuodostumat, raskauden aikana tapahtuneet infektiot, äidin päihteiden käyttö, sekä synnytykseen liittynyt happivaje voivat aiheuttaa älyllistä kehitysvammaisuutta. (Jalanko 2016.)

Älyllinen kehitysvammaisuus voidaan jaotella lievään älylliseen kehitysvammaan, keskivaikeaan kehitysvammaan, vaikeaan kehitysvammaan ja syvään älylliseen kehitysvammaan (Huttunen 2016). Kehitysvammaisilla ihmisillä voi ilmetä myös lisävammoja, jotka vaikeuttavat liikkumista, puhetta ja vuorovaikutustaitoja.

Suomessa arvioidaan olevan noin 40 000 kehitysvammaista (Kehitysvammaisten tukiliitto ry n.d.). Vamman tasosta riippuen kehitysvammaisen henkilö tarvitsee tukea, ohjausta, palveluita sekä tarvittaessa apuvälineitä. Nämä voivat liittyä kommunikaatioon, omatoimisuuteen, kodinhoitoon, sosiaalisiin taitoihin, ympäristössä liikkumiseen, terveyteen, turvallisuuteen, kirjallisiin taitoihin, vapaa-aikaan ja työhön. Yksilöllinen, tarpeenmukainen tuki auttaa kehitysvammaista ihmistä elämään hyvää, hänelle luontaista itsenäistä elämää. (Kehitysvammaisten tukiliitto ry n.d.)

### 3.3 MS-tauti

Pyörätuolin käyttäjillä on usein neurologisia eli hermostollisia oireita. Yksi tunnetuimmista hermostosairauksista on multippeliskleroosi eli MS-tauti. Suomessa MS-tauti on yleinen nuorten aikuisten keskushermoston sairaus. Sairastavia on yhteensä noin 9000 henkeä, joista lähes kaksi kolmasosaa on naisia. Multippeliskleroosi kuuluu autoimmuunisairauksiin, jossa immuunijärjestelmä hyökkää omaa hermostoa vastaan. (Malm 2004: 244; Neuroliitto 2017.)

MS-taudissa immuunijärjestelmä vaurioittaa keskushermoston myeliiniä. Myeliini on hermoaippa, joka parantaa sähköistä tiedonkulkua hermojen välissä. Taudin oireet johtuvat hermoaipan vaurioitumisesta mikä hidastaa tai estää kokonaan tiedonkulun selkäytimestä tai aivoista muuhun kehoon. Hermosolut uusiutuvat heikommin kuin kehon muut solut, joten vauriot ovat usein pysyviä. Sairauden kulkua on mahdollista hidastaa sekä useimpia oireita voidaan helpottaa lääkehoidoilla. (Neuroliito 2017.) Suurimmalla osalla MS-potilaista tauti kuitenkin etenee tasaisesti aiheuttaen jatkuvia oireita, kuten liikkumiskyvyn heikkeneminen, tuntuu puutokset, voimattomuutta sekä väsymystä. MS-tauti voi edetessään aiheuttaa vaikeaa liikuntavammaisuutta. (Malm 2004: 245.) Usein liikkumiskyvyn heikentyessä tai sen kokonaan loppuessa ainoana liikkumisen apuvälineenä pidetään pyörätuolia.

## 4 3D-skannaus

3D-tekniikan hyödyntäminen on yleistynyt monilla eri aloilla. Nykypäivänä voidaan tuottaa kolmiulotteisia kappaleita 3D-tulostimella tai skannata kappaleita kolmiulotteisesti. 3D-tekniikkaa käytetään esimerkiksi tuotesuunnittelussa, arkkitehtuurissa, elokuva- ja peliteollisuudessa sekä useilla muilla eri teollisuuden aloilla. Tekniikka on ollut käytössä jo noin kolmekymmentä vuotta, mutta vasta viime vuosikymmenen aikana se on yleistynyt kaupallisissa yrityksissä sekä harrastajien keskuudessa.

### 4.1 3D-skannerin toiminta ja ohjelmistot

3D-skannerit ovat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia kuin tavalliset digitaalikamerat. Digitaalikameran ja 3D-skannerin ero on tallennetun datan muodossa. Tavallinen kamera tallentaa dataa ainoastaan kaksiulotteisesti, kun taas 3D-skanneri tallentaa myös syvyystietoja. Skannerin tallentama data koostuu tuhansista tai jopa miljoonista pisteistä, joilla kaikilla on x-, y ja z-koordinaatit. (Santaluoto 2012.)

3D-skannaus on nopea ja tarkka menetelmä siirtää kappaleen tai esineen tarkat mitat tiedostona tietokoneelle. Pituuden, leveyden ja korkeuden lisäksi 3D-skannauksella saadaan selville myös esineen tarkka tilavuus tai pinta-ala. 3D-skannausta voidaan tarkastella kolmiulotteisesti mistä tahansa kulmasta tietokoneeseen asennettujen mallinnusohjelmistojen avulla.

Ohjelmistojen työkaluilla 3D-skannattua tiedostoa voidaan muokata lukemattomilla eri tavoilla. 3D-skannattua kappaletta tai sen osia voidaan suurentaa tai pienentää erittäin tarkasti. Kappaleesta voidaan tehdä esimerkiksi täydellinen peilikuva tai siihen voidaan joko lisätä tai poistaa osia. 3D-skannatun tiedoston koko voi olla valtava skannauksen jälkeen. Ohjelmistoilla tiedostojen koon saa kuitenkin muutettua pienemmäksi, joka mahdollistaa niiden lähettämisen sähköpostilla. Mallinnusohjelmistoilla tehtyjen muokkauksien jälkeen tiedosto voidaan tulostaa 3D-printterillä tai jyrsiä 3D-jyrsimellä.

#### 4.2 3D-skannaus apuvälinealalla

Apuvälinealalle suunnattuja 3D-ohjelmistoja sekä laitteistoja on nykyään saatavilla runsaasti. Ohjelmistoja löytyy eri käyttötarkoituksiin, kuten proteesien tai tukipohjallisten valmistukseen. Suomessa 3D-teknologiaa hyödynnetään apuvälinealalla kuitenkin vielä vähän, vaikka ohjelmistot ja skannerit eivät tarvitse nykyään suuria investointeja.

Perinteiset työmenetelmät ovat edelleen merkittävästi yleisempiä. Esimerkiksi Suomen suurimman apuvälineyrityksen verkkosivuilla mainitaan ainoastaan, että 3D-skannausta käytetään mittojen ja muodon tallentamiseen. Muiden isoimpien suomalaisten apuvälinealan yritysten verkkosivuilla ei ole mainintaa 3D-skannauksen hyödyntämisestä.

## 5 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö toteutettiin Metropolian toimitiloissa. Movetta Oy lainasi pyörätuolin opinnäytetyön toiminnallisen vaiheen ajaksi. Muut tarvittavat materiaalit saimme käyttöön Metropolian apuvälinetekniikan työtiloista. Toteutuksessa emme ottaneet mittoja oikeilta asiakkailta, vaan malliasiakkaina käytettiin opinnäytetyön tekijöitä.

### 5.1 Yhteistyökumppani

Opinnäytetyön yhteistyökumppanina toimi suomalainen yksilöllisiin liikkumisen apuvälineisiin erikoistunut Movetta Oy. Yritys maahantuo, huoltaa, korjaa ja valmistaa yksilöllisiä apuvälineitä esimerkiksi istuinjärjestelmiä, vöitä, liivejä ja tyynejä asiakkaan mittojen ja tarpeiden mukaan. Yritys toimii maanlaajuisesti ja sen toimipiste sijaitsee Jyväskylässä. Movetta Oy:n tavoitteena on tarjota laadukkaita tuotteita ja palveluita edulliseen hintaan liikkumisen ja arjen sujumiseksi (Movetta Oy 2017). Yritys tulee mahdollisesti hankkimaan tulevaisuudessa oman 3D-skannerin, joten opinnäytetyöllä pystyimme perustelemaan sen tuoman hyödyn yritykselle. Opinnäytetyön yhteishenkilönä Movetta Oy:ltä toimi Tommy Söderström, joka vastaa Etelä- ja Länsi-Suomen myynnistä ja toiminnasta. Söderström myös opasti ja tarjosi ammatillista näkemystä opinnäytetyön tavoitteiden saavuttamiseksi.

### 5.2 Mitanottovälineet

Yksilöidyn istuimen valmistusprosessissa, mittaaminen suoritetaan usein asiakkaan luona, riippumatta siitä asuuko asiakas omassa kodissaan tai hoitolaitoksessa. Mitanottotilanteessa tarvitaan erilaisia työkaluja ja mittaamista helpottamaan kannattaa varata riittävästi tilaa. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, jolloin ammattilaisetkin joutuvat soveltamaan ja sopeutumaan olosuhteisiin mitanottotilanteen edetessä. Tässä kappaleessa on kuvattuna työkalut, joita yleisimmin tarvitaan yksilöidyn istuimen mitanotossa. Kuvatut työkalut olivat käytössä opinnäytetyön toiminnallisen vaiheen toteutuksessa. Mittaustapa vaikuttaa tarvittaviin työvälineisiin.



Kuvio 2. Tyhjiösäkki ja alipainepumppu

Tyhjiösäkin avulla pystytään kopioimaan anatomiset muodot asiakkaasta. Tyhjiösäkki on toiminnaltaan hyvin yksinkertainen. Kumipäälysteinen säkki sisältää raemaista materiaalia. Haluttu muoto saadaan pysymään säkissä imemällä alipainepumpun avulla ylimääräinen ilma säkistä pois.



Kuvio 3. Polyuretaanivaaho ja maalarinteippi

Polyuretaanivaahdolla kopioidaan asiakkaan muodot tyhjiösäkistä. Vaahto on helposti tarttuvaa, joten ympäristö ja tyhjiösäkki suojataan jätesäkin avulla. Polyuretaanin reagoinnin nopeuttamiseksi vaahtokerroksien väliin sumutetaan vettä sumutepullon avulla. Maalarinteippiä tarvitaan, mikäli asiakkaan muodoista joudutaan ottamaan polyuretaanimuotti. Polyuretaanimuotin pinnat on siistittävä teipillä tasaisiksi, jotta muotin skannaaminen pystytään toteuttamaan.





Kuvio 4. 3D-skanneri

3D-skannerilla skannataan asiakkaan anatomiset muodot, suoraan tyhjiösäkistä tai tyhjiösäkistä otetusta polyuretaanimuotista. Markkinoilla on useita erilaisia 3D-skannereita ja niiden ominaisuuksissa on eroja, esimerkiksi skannattavissa materiaaleissa.

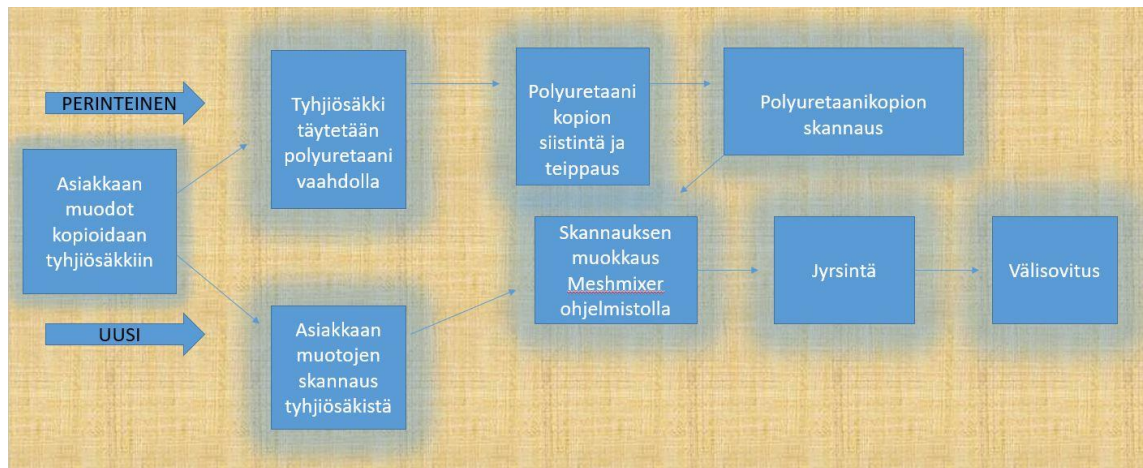


Kuvio 5. Pyörätuoli

Asiakkaan mittaaminen tapahtuu pääsääntöisesti pyörätuolissa istuen. Pyörätuolista poistetaan ylimääräiset valmisistimet ja niiden tilalle asetetaan tyhjösäkit. Asiakkaan istuessa pyörätuolissa nähdään, kuinka paljon asiakkaan istumista voidaan ohjata tai korjata.

### 5.3 Mitanottoprosessivaiheet

Perinteisessä ja yhteistyökumppanin nykyisellään käytössä olevassa mitanottotavassa on yhteensä seitsemän (7) työvaihetta. Uusi mitanottotapa vähentää työvaiheet viiteen (5). Mitanottoprosessikaaviossa on kuvattu perinteinen ja uusi mitanottomenetelmä työvaiheineen.



Kuvio 6. Mitanottoprosessikaavio

Perinteisen mitanottotavan työvaiheet ovat seuraavat; vaihe 1. Asiakas siirretään pyörätuolissa olevaan tyhjiösäkkiin ja hänelle haetaan säkin avulla tuettu tai korjaava asento. Halutun asennon saatua tyhjiösäkistä poistetaan ylimääräinen ilma alipainepumpun avulla jolloin asiakkaan muodot kopioituvat tyhjiösäkkiin. Asiakas siirretään pois tuolista.

Vaihe 2. Tyhjiösäkki poistetaan tuolista ja sen pinta suojataan jätessäkillä. Jätessäkin pinta kostutetaan vedellä ja päälle ruiskutetaan polyuretaanivaahtoa. Kuivuneesta polyuretaanivaahdosta saatu muotti poistetaan tyhjiösäkistä.



Kuvio 7. Perinteisen mitanottotavan vaihe 2.

Vaihe 3. Polyuretaanimuotin reunoilta poistetaan epätasaisuuksia veitsen avulla. Valmis muotti teipataan tyhjiösäkkiä vasten olevalta pinnalta maalarinteipillä.



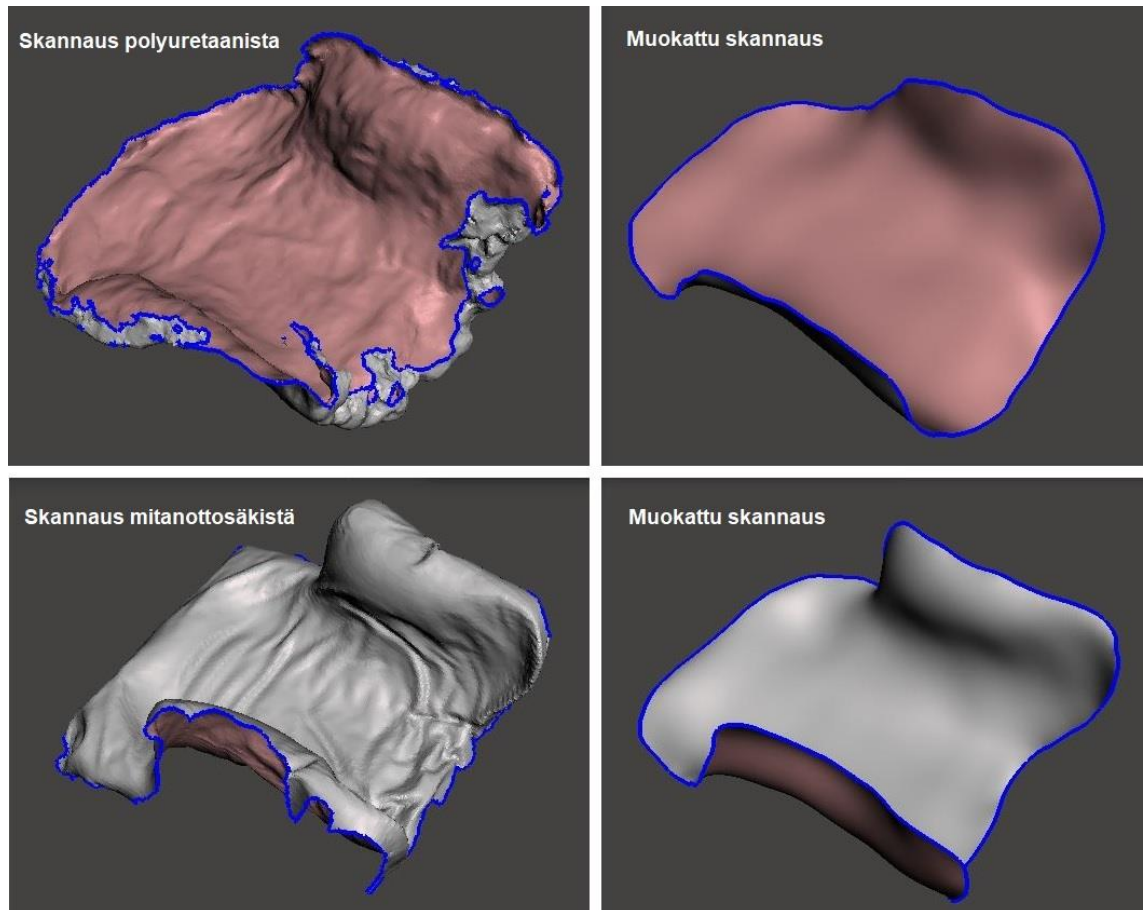
Kuvio 8. Perinteisen mitanottotavan vaihe 3.

Vaihe 4. Polyuretaanimuotin teipattu pinta skannataan 3D-skannerilla. Skannaustiedosto tallennetaan tulevaa muokkausta varten.



Kuvio 9. Perinteisen mitanottotavan vaihe 4.

Vaihe 5. Skannattuun tiedostoon tehdään tarvittavat muokkaukset ja viimeistely Meshmixer-ohjelmistolla. Muokkauksessa kappaleesta poistetaan ylimääräiset reunat ja sen pinta tasoitetaan ohjelmiston työkaluja apuna käyttäen. Viimeistelty tiedosto tallennetaan ja lähetetään jrsinnän suorittavalle taholle.



Kuvio 10. Perinteisen mitanottotavan vaihe 5 sekä uuden mitanottotavan vaihe 3.

Vaihe 6. Tiedosto avataan jyrsimen ohjelmistolla. CNC-jyrsimestä vastaava henkilö suorittaa kappaleen jrsinnän.



Kuvio 11. Istuinosan työstäminen CNC-jyrsimellä sekä jysitty selkäosa.

Vaihe 7. Jysitty istuin päällystetään kevyesti ja välisovitetaan asiakkaalle.

Uusi mitanottotapa vähentää työvaiheet viiteen (5). Uuden mitanottotavan työvaiheet ovat seuraavanlaisia; vaihe 1. Asiakas siirretään pyörätuolissa olevaan tyhjiösäkkiin ja hänelle haetaan säkin avulla tuettu tai korjaava asento. Halutun asennon saatua tyhjiösäkistä poistetaan ylimääräinen ilma alipainepumpun avulla, jolloin asiakkaan muodot kopioituvat tyhjiösäkkiin. Asiakas siirretään pois tuolista. Vaihe 2. Tyhjiösäkki poistetaan tuolista ja sen pinta skannataan.





Kuvio 12. Uuden mitanottotavan vaihe 2.

Vaihe 3. Skannattuun tiedostoon tehdään tarvittavat muokkaukset ja viimeistely 3D-ohjelmistolla. Vaihe 4. Viimeistely tiedosto siirretään jyrsimen ohjelmistolle ja istuin jyrsitään. Vaihe 5. Jyrsitty istuin päällystetään kevyesti ja välisovitetaan asiakkaalle.

#### 5.4 Tulokset

Aineisto kerättiin suorittamalla mitanotot kolme kertaa perinteisellä sekä uudella menetelmällä. Mittaustulokset kerättiin mitanottolomakkeisiin (liite1,2). Mitanottolomakkeista

saadut vaiheittaiset työajat taulukoitiin omiin taulukoihin. Pylväsdiagrammi auttaa kuvaamaan perinteisen ja uuden mitanottotapaan kuluneen työajan eroa. Materiaalikustannukset kuvataan kappaleessa euromääräisenä yhtä valmistettua selkäosaa kohden.

Kaikki mittaukset suoritettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa identtisten olosuhteiden ja tulosten vertailukelpoisuuden takaamiseksi. Opinnäytetyössä emme vertailleet lähettipalveluita tarjoamien yritysten hintoja, vaan katsoimme paketin lähettämiseen esimerkkihinnan Suomen Postin hinnastosta.

Taulukko 1. Perinteisen mitanoton ajat vaiheittain.

Mittaaja	Roope	Janne	Esa
1. Tyhjiösäkkiin istuminen	V	V	V
2. Polyuretaanin ruiskutus ja kuivuminen	141min	142min	69min
3. Polyuretaanimuotin muokaus	20min	29min	47min
4. Polyuretaanimuotin skannaus	3min	2,5min	8min
5. Skannatun tiedoston muokaus	11min	8,5min	14,5min
6. Jyrsintä	V	V	V
7. Istuimen päällystäminen ja välisovitus	V	V	V
Yhteensä	175min	182min	138,5min
<b>Keskiarvo</b>	<b>165min</b>		

(V = ei mitattu/aika vakio)

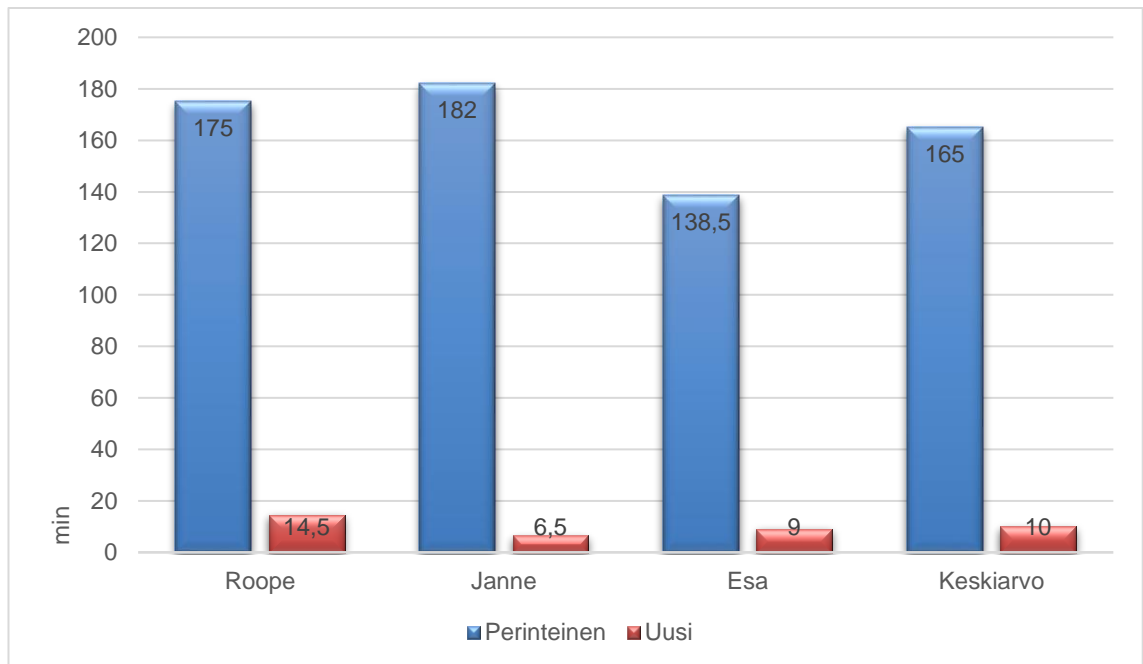
Perinteisessä mitanotossa ajanotto suoritettiin vaiheista 2-5. Jokaisen mittajaan kokonaisajoista laskettiin keskiarvo.

Taulukko 2. Uuden mitanoton ajat vaiheittain

Mittaaja	Roope	Janne	Esa
1. Tyhjiösäkkiin istuminen	V	V	V
2. Tyhjiösäkin skannaus	6,5min	1min	1,5min
3. Skannatun tiedoston muokaus	8min	5,5min	7,5min
4. Jyrsintä	V	V	V
5. Istuimen päällystäminen ja välisovitus	V	V	V
Yhteensä	14,5min	6,5min	9min
<b>Keskiarvo</b>	<b>10min</b>		

(V = ei mitattu/aika vakio)

Uudessa mitanotossa ajanotto suoritettiin vaiheista 2-3. Jokaisen mittajaan kokonaisajoista laskettiin keskiarvo.



Kuvio 13. Kokonaisajat mitanotto prosessista.

Pylväsdiagrammi kuvaa perinteisen ja uuden mitanottotavan ajallisia eroja mittajaan kohtaisesti ja keskiarvona.

Taulukko 3. Perinteisellä menetelmällä valmistetun selkäosan materiaalikustannukset

Materiaali	Hinta (€)	Jälleenmyyjä
Maalarinteippi (Tesa 50mm)	5,55	K-Rauta
Polyuretaanivaaho (Sika Boom 750ml/2prk)	17,90	Bauhaus
Jätesäkkirulla (Saima 200l/10kpl)	3,25	K-Rauta
<b>Yhteensä</b>	<b>26,70</b>	

Opinnäytetyön perinteisen mitanottotavan suorittamiseen tarvittavien oheismateriaalien kustannukset. Materiaalikustannuksissa ei huomioitu tyhjiösäkin sekä 3D-skannerin hankintahintoja.

## 5.5 Tulosten yhteenveto

Perinteiseen mitanottomenetelmään käytetty työaika oli keskiarvollisesti 165 minuuttia. Uuteen mitanottomenetelmään käytettiin aikaa 10 minuuttia. Keskiarvollisesti voidaan todeta uuden mitanottomenetelmän olevan 155 minuuttia nopeampi. Työtunneiksi muutettuna säästetty aika vastaa noin 2,5 työtuntia. Apuvälinealalla työn tekemisestä veloitettu keskituntihinta on noin 70 euroa tunnissa. Apuvälinealan yleisen keskituntihinnan mukaan säästöä syntyy noin 175 euroa yhtä selkäosaa kohden. Tämä 175 euron säästö ei välttämättä näy lopullisen tuotteen hinnassa mutta sen oletetaan lisäävän yrityksen kustannustehokkuutta huomattavasti. Suurin osa ajasta kului perinteisessä menetelmässä polyuretaanimuotin kuivumiseen ja muokkaukseen ennen sen skannausta. Perinteisen menetelmän työvaiheet 2 ja 3 aiheuttivat eniten työajallista hajontaa mittaajien välillä. Työvaiheessa 2 nopeimman ja hitaimman suorituksen ero oli 73 minuuttia. Skannaamiseen ja skannatun tiedoston muokkaamisessa ei syntynyt suuria eroja uuden ja perinteisen menetelmän välillä. Tulosten perusteella voidaan osoittaa uuden mittaamenetelmän olevan nopeampi, koska työvaiheet suoritetaan ilman odottamista. Perinteisen menetelmän työvaiheita 1, 6 ja 7 sekä uuden menetelmän työvaiheita 1, 4 ja 5 ei mitattu, koska niihin kuluva työajan katsottiin olevan vakio tai siihen ei pystytty vaikuttamaan. Edellä mainitut työvaiheet ovat kummassakin menetelmässä samanlaiset.

Perinteisellä mitanottomenetelmällä valmistettu selkäosa aiheutti materiaalikustannuksia 26,7€. Materiaalikustannukset koostuivat polyuretaanin, maalarinteipin ja jätesäkkien hinnoista. Uusi mitanotto menetelmä ei aiheuttanut materiaalikustannuksia, koska kaikki tarvittava laitteisto löytyi koululta.

Opinnäytetyöstä saatujen tulosten perusteella yhden selkäosan mitanotto prosessi voidaan suorittaa 26,7€ edullisemmin ja 155 minuuttia nopeammin uudella menetelmällä perinteiseen verrattuna.

## 6 Johtopäätökset ja pohdinta

Yhteenvedona voidaan todeta, että investoinnin kannattavuus 3D-skannerin hankintaan on perusteltua työstä saatujen tulosten perusteella. Hypoteesista poiketen työajalliset säästöt olivat huomattavasti merkittävämpiä, kuin kustannukselliset säästöt. Keskiarvoisesti yli 2,5 tunnin säästö mitanotossa on suuri yhteistyökumppanin kokoiselle yritykselle. Mittauksia tehtäessä kaikki työvaiheet pystyttiin suorittamaan ilman suuria odotusaikoja, joten opinnäytetyön tuloksia analysoitaessa on otettava ihanteelliset mittaolosuhteet huomioon. Uuden menetelmän voidaan todeta nopeuttavan mitanottoa, antaen yritykselle mahdollisuuden tehdä huomattavia säästöjä kustannustehokkuuden parantamiseksi etenkin pitkällä aikavälillä. Pienen otannan vuoksi tuloksiin tulee kuitenkin suhtautua varauksellisesti.

Kustannuserot mitanottotapojen välillä jäivät ennako-odotuksia vähäisemmiksi. Osittain tämä johtuu siitä, että työstä ei syntynyt logistiikkakustannuksia. Logistisia kustannuksia syntyy, mikäli perinteisen menetelmän polyuretaanikopio joudutaan lähettämään skannattavaksi toiselle yritykselle. Esimerkiksi Suomen Posti hinnoittelee lähetykset paketin suuruuden mukaan. Opinnäytetyössä valmistettujen polyuretaanikopioiden postituksen hinta olisi ollut Postin laskurin mukaan noin 20€ + lisäpalvelut noin 10€. Lisäpalveluilla tarkoitetaan toimitusta haluttuun osoitteeseen. Logistiikkahintoja tarkistaessa ei otettu huomioon yrityksille suunnattuja sopimushintoja. Postin laskurin mukaan polyuretaanikopion edestakainen lähetys aiheuttaisi noin 60 euroa lisäkustannuksia.

Perinteisellä tavalla suoritettu mitanotto aiheutti materiaalikustannuksia noin 25€:n edestä. Materiaali hinnat kerättiin yleisimpien jälleenmyyjien verkkokauppojen hinnastoista, joita olivat esimerkiksi K-Rauta ja Bauhaus. Materiaalihintojen vaihtelu eri jälleenmyyjien välillä oli pientä, joten sen ei katsottu aiheuttavan merkittäviä muutoksia kokonaiskustannuksiin. Yhden selkäosaan sisältyvien materiaalien kustannukset ovat uuden skannerin hankintahintaan nähden vähäisiä, mutta pitkällä aikavälillä voidaan todeta skannerin olevan taloudellisempi ratkaisu.

Perinteisessä mitanottotavassa suurin osa ajasta kului esivalmisteluihin esimerkiksi lattian suojaamiseen ja polyuretaanivaahdon kovettumisen odottamiseen. Hitaimmillaan polyuretanimuotti kovettui 142 minuutissa ja nopeimmillaan 69 minuutissa. Osittain eroa voidaan selittää pienemmällä ruiskutusmäärällä. Pienemmän ruiskutusmäärän ris-

kinä on muotin hajoaminen sitä irrotettaessa tyhjiösäkistä. Polyuretaanivaahdon kovettumisaika vaihtelee hyvin paljon olosuhteista esimerkiksi, ilmankosteudesta ja lämmöstä riippuen. Olosuhteisiin vaikuttaminen on hankalaa ja tästä syystä kovettumisaikaa on vaikea arvioida etukäteen.

Merkittävin ero uuden ja perinteisen mitanottomenetelmän välillä on polyuretaani ja sen työstöön liittyvien vaiheiden poistaminen. Uudessa mitanottomenetelmässä vaiheiden väliset aikaerot olivat huomattavasti pienempiä verrattuna perinteiseen menetelmään. Uutta menetelmää voidaan myös pitää ekologisempänä ratkaisuna, koska siitä ei synny jätettä. Uuden menetelmän ekologisuutta lisää myös logistiikkapalveluiden korvaaminen sähköisellä lähettämällä.

3D-skannereiden ja muokkausohjelmistojen opettelu vaatii aikaa. Uuden teknologian oppiminen ja sen hallitseminen ovat aina yksilöllistä. Laitteiston toimimattomuus ja satunnaiset häiriöt saattavat hidastaa tuotteen skannaamista. Kokemattomuus laitteiston käytössä sekä toimintahäiriöt mittausten aikana loivat pieniä eroavaisuuksia skannaukseen käytetyssä ajassa.

3D-skannereita löytyy markkinoilta hinnaltaan ja laadultaan erilaisia. Työssä käytetty 3D-skanneri on hinnaltaan edullinen ja toiminnaltaan sopiva haluttuun tarkoitukseen. 3D-skannereissa on eroja esimerkiksi kyvyissä skannata eri materiaaleja. 3D-skanneria hankittaessa onkin varmistettava, että se tunnistaa tyhjiösäkin kumimaisen pinnan. Skannatun tiedoston muokkaaminen tehdään yleisesti muokkausohjelmistolla. Muokkausohjelmistoja löytyy markkinoilta erilaisia. Työssä käytettiin ilmaista Meshmixer-ohjelmistoa.

Jatkotutkimus mahdollisuutena voisi olla muokkausohjelmistojen käyttömukavuuksien ja niihin liittyvien lisenssimaksujen vertaaminen. Olisiko markkinoilla esimerkiksi laadukasta, mutta helppokäyttöisempää tai nopeampaa muokkausohjelmaa saatavissa. Tuosten luotettavuuden varmentaminen saataisiin todistettua, mikäli mitanottotapoja voitaisiin vertailla oikeissa asiakastilanteissa.

## Lähteet

Aarnikka, Tuomo ym. 2010. Apuvälinekirja. Helsinki: Kehitysvammaliitto Ry.

Autti-Rämö, Ilona 2006. Verkkopalvelu kehitysvammaisuudesta. Kehitysvammaisuus. Diagnost. CP-vamma. Saatavana osoitteessa: <<http://verneri.net/yleis/cp-vamma>>. Luettu 26.9.2017.

Hurnasti, Tuula – Töytäri, Outi 2015. Apuvälinepalveluprosessi. Terveystieteiden apuvälinepalvelut. Saatavana osoitteessa: <<https://www.thl.fi/fi/web/vammaispalvelujen-kasikirja/itsenaisen-elaman-tuki/apuvälineet/apuvälinepalveluprosessi>>. Luettu 20.8.2017.

Huttunen, Matti–2016. Duodecim. Älyllinen kehitysvammaisuus. Löytyy osoitteesta: <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00556](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00556)>. Luettu 20.9.2017.

Jalanko, Hannu 2016. Duodecim. Kehityshäiriöt. Kehitysvammaisuus. Saatavana osoitteessa: <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00137](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00137)>. Luettu 20.9.2017.

Kehitysvammaisten tukiliitto ry n.d. Mitä on kehitysvamma? Saatavana osoitteessa: <<http://www.kvtl.fi/fi/kehitysvamma->>. Luettu 20.9.2017.

Malm, Marita – Matero, Marja – Repo, Marjo – Talvela, Eeva-Liisa 2004. Esteistä mahdollisuuksiin. Vammaistyön perusteet. Porvoo: WSOY.

Movetta Oy 2017. Movetta apuvälinepalvelut. Saatavana osoitteessa: <<http://www.movetta.fi/>>. Luettu 26.8.2017.

Neuroliitto 2017. Tietoja sairauksista. MS-tauti. Saatavana osoitteessa: <<https://neuroliitto.fi/tieto-tuki/tietoa-sairauksista/ms-tauti/>>. Luettu 7.9.2017.

Rinnekoti-Säätiö 2016. Oireyhtymät. CP-oireyhtymä. Saatavana osoitteessa: <<http://www.kvtietopankki.fi/oireyhtymat/c/cp-vamma>>. Luettu 20.9.2017.

Rosenbaum, Peter – Paneth, Nigel – Leviton, Alan – Goldstein, Murray – Bax, Martin 2007. Developmental Medicine & Child Neurology. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Saatavana osoitteessa: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x/abstract>>. Luettu 9.10.2017.

Santaluoto, Olli 2012. 3D-skannaukseen perehtyminen. Opinnäytetyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööri. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Saatavana osoitteessa: <<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/45691/3D-skannaukseen+perehtyminen.pdf;jsessionid=F5076F5B4B62A9A2FA05D6FE3C2DCECD?sequence=1>>. Luettu 19.8.2017.

Söderström, Tommy 2017. Opinnäytetyön ohjaus. Helsinki. 16.5.2017.

THL 2014. Vammaispalvelujen käsikirja. Apuvälineet. Saatavana osoitteessa: <<https://www.thl.fi/fi/web/vammaispalvelujen-kasikirja/itsenaisen-elaman-tuki/apuvälineet>>. Luettu 19.8.2017.





## Perinteinen mitanottolomake

Mittaaja:							
Paikka ja aika:	Metropolian toimipiste, Vanha Viertotie,						
<b>Menetelmä</b>					<b>Mittauskohde</b>		
Perinteinen:	X				Selkäosa:	X	
Uusi:					Istuinosa:		
<b>Työvaihe</b>	<b>Kuvaus</b>					<b>Käytetty aika (min)</b>	
Vaihe 1	Asiakas nostetaan tuoliin tyhjiösäkin päälle. Asiakkaalle haetaan haluttu asento ja tyhjiösäkin ilma poistetaan pumpulla.						
Vaihe 2	Asiakas nostetaan tuolista. Tyhjiösäkit poistetaan tuolista, niiden pinta kostutetaan vedellä ja suojataan muovilla. Muovin pinta kostutetaan vedellä ja päälle ruiskutetaan ensimmäinen kerros polyuretaania. Polyuretaania ja vettä lisätään vuorotellen tarvittava määrä.						
Vaihe 3	Kovettunut polyuretaani poistetaan tyhjiösäkistä ja sen muotoa siistitään veitsellä. Siistitty pinta teipataan.						
Vaihe 4	Teipattu uretaanimuotti skannataan						
Vaihe 5	Skannattu tiedosto viedään muokkausohjelmistoon ja sille tehdään tarvittavat muokkaukset.						
Vaihe 6	Skannattu tiedosto siirretään jyrsimelle, jolla haluttu kappale jyrsitään.						
Vaihe 7	Jyrsitty kappale päällystetään ja välisovitetaan asiakkaalla.						
						<b>Aika yht.:</b>	