



# Menetelmäkehitysprojektin vaikutukset standardihintaan

Jani Hyrkäs

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Tuotantotekniikka

HYRKÄS, JANI

Menetelmäkehitysprojektin vaikutukset standardihintaan

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 1 sivu  
Toukokuu 2022

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää työntutkimuksen avulla Vexve Oy:n toteuttaman menetelmäkehitysprojektin vaikutuksia tuotteiden standardihintoihin. Viime aikoina nousseiden materiaalihintojen vuoksi kohdeyritys aloitti menetelmäkehitysprojektin tavoitteenaan alentaa työkustannuksia. Työkustannuksien laskemisen tarkoituksena oli säilyttää kohdeyrityksen kilpailukyky nousevien materiaalihintojen markkinatilanteessa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suorittaa työntutkimus, jonka pohjalta laskettiin kehitetyille työvaiheille uudet standardiajat sekä standardihinnat.

Työntutkimuksen mittausmenetelmänä käytettiin kelloaikatutkimusta samalla havainnoiden työsuorituksen joutuisuutta, työympäristöä sekä häiriötekijöitä. Työmittauksella saadut tulokset kirjattiin Excel-ohjelmistossa luotuun pohjaan, jonka avulla laskettiin uudet standardiajat sekä suoritettiin vertailu vanhoihin standardiaikoihin. Työmittauksen päätteeksi kaikki uudet lasketut standardiajat syötettiin kootusti kohdeyrityksen käyttämään toiminnanohjausjärjestelmään, josta saatiin tulostettua raportti tuotteiden päivitetystä standardihinnoista.

Työntutkimuksen ja tietojen käsittelyn tuloksena saatiin tilastollista dataa menetelmäkehitysprojektin vaikutuksista eri tuoteryhmien työkustannuksiin. Keskeimpänä tuloksena luotiin taulukot jokaisesta menetelmäkehitysprojektin piiriin kuuluneesta tuoteryhmästä, joissa on eriteltynä materiaalikustannusten, työkustannusten sekä standardihintojen muutokset. Työmittauksien datan käsittelyyn luotua Excel-pohjaa voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa kohdeyrityksen työmittausten tulosten käsittelyyn. Opinnäytetyössä esiintyviä tuloksia on rajattu ja muutettu tietyiltä osin, koska osa tuloksista on salassa pidettävää luottamuksellista tietoa.

Johtopäätöksinä todettiin, että menetelmäkehitysprojektia voidaan pitää hyvin onnistuneena, sillä sen vaikutukset standardihintoihin olivat halutun mukaisia. Työkustannuksilla saavutetuilla säästöillä saatiin kompensoitua nousseita materiaalikustannuksia. Menetelmäkehityksellä oli suoria vaikutuksia kohdeyrityksen kilpailukykyyn säilyttämiseen. Koska kaikkia haluttuja työvaiheita eri tuotteille ei tämän opinnäytetyön aikana ehditty mittaamaan, jää kelloaikatutkimuksen loppuun vieminen kohdeyrityksen vastuulle.

Asiasanat: työntutkimus, kelloaikatutkimus, standardiaika, standardihinta

## **ABSTRACT**

Tampereen Ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Option of Production Engineering

HYRKÄS, JANI:  
Effects of the Method Development Project on the Standard Price

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 1 page  
May 2022

---

This thesis was a part of Vexve Oy's cost reducing project. The objective of this thesis was to find out the effects of the method development project on the standard prices of products with the help of a work study. The purpose was to perform a work measurement, on the basis of which new standard times and standard prices were calculated for the developed work phases.

The measurement method of the work study used was stopwatch time study. The results obtained from the work measurement were recorded in a template created in Excel, which was used to calculate the new standard times and to compare them with the old standard times. New standard prices were calculated by the ERP system of the company.

As a result of the working survey, statistical data were obtained on the effects of the method development project on the labor costs. The main result was the creation of tables for each product group covered by the method development project, showing the changes in material costs, labor costs and standard prices.

The findings indicate that the method development project can be considered very successful, as its effects on standard prices were as desired. The method development had a direct effect on maintaining the competitiveness of the target company.

---

---

Key words: work study, stopwatch time study, standard time, standard price

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	KOHDEYRITYKSEN ESITTELY .....	8
	2.1 Vexve Oy .....	8
	2.2 Tuotteet ja palvelut .....	8
	2.2.1 Teräspalloventtiilit .....	9
	2.2.2 Säättö- ja sulkuläppäventtiilit .....	10
	2.2.3 Pohjalaakeroidut palloventtiilit .....	10
3	TYÖNTUTKIMUS OSANA STANDARDIAIKALASKENTAA .....	12
	3.1 Työntutkimus .....	12
	3.2 Menetelmäkehitys .....	12
	3.3 Työn standardisointi .....	13
	3.4 Työnopastus .....	13
	3.5 Työnmittaus .....	14
	3.5.1 Normaaliaikatutkimus .....	14
	3.5.2 Jatkuva ajankäyttötutkimus .....	14
	3.6 Aikalajit .....	15
	3.6.1 Tekemisaika .....	16
	3.6.2 Apuaika .....	17
	3.6.3 Tauko aika .....	17
	3.6.4 Häiriöaika .....	18
	3.7 Aikastandardi .....	18
	3.7.1 Standardiajan määrittäminen .....	19
	3.7.2 Standardiajan laskenta .....	20
4	STANDARDIKUSTANNUSLASKENNAN MUODOSTUMINEN .....	22
	4.1 Standardikustannuslaskenta .....	22
	4.1.1 Standardityypit .....	22
	4.2 Tuotekohtainen standardikustannuslaskenta .....	23
	4.2.1 Standardihinnan laskenta .....	25
	4.3 Standardikustannuslaskennan muutosten analysointi .....	26
5	MENETELMÄKEHITYSPROJEKTIN VAIKUTUSTEN SELVITTÄMINEN TYÖNTUTKIMUKSEN AVULLA .....	28
	5.1 Lähtötilanne ja tavoitteet .....	28
	5.2 Menetelmien työnmittauksen suunnittelu ja valmistelu .....	29
	5.3 Kelloaikatutkimuksien datan käsittely .....	30
	5.4 Kelloaikatutkimuksien suoritus ja tulokset .....	31
	5.4.1 Hitsauksen kelloaikatutkimus .....	31

5.4.2 Koneistuksien kelloaikatutkimukset .....	32
5.4.3 Sahauksen kelloaikatutkimus .....	34
5.5 Standardihintojen päivittäminen ja vertailun suorittaminen .....	35
5.6 Standardihintojen muutokset.....	36
5.6.1 Menetelmäkehitysprojektin vaikutukset tuotteiden standardihintaan .....	37
5.6.2 Standardihintojen muutosten selitykset .....	37
6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	40
LÄHTEET .....	42
LIITTEET .....	44
Liite 1. Elpymisajan määrittämiseen käytettävä RANK:n taulukko (Rationalisointineuvottelukunta SAK-STK. 1987, 7–8).....	44

**LYHENTEET JA TERMIT**

Apuaika	Työn kannalta välttämättömien aputehtävien suorittamiseen kuuluva aika.
Apuaikakerroin	Standardiaikalaskennassa käytettävä laskentatekijä, jonka avulla otetaan huomioon työnjakson apuaikaan sisältyvät tekijät.
Kelloaikatutkimus	Työntutkimuksen osa, jota käytetään vakioidulle työlle normaaliajan määrittämisessä. Määrittäminen tehdään kellon avulla.
Koneaika	Koneen tekemää työtä, johon työntekijän joutuisuudella ei ole vaikutusta.
Menetelmäkehitys	Talouden, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän järjestelmällistä kehittämistä tietyn työsuorituksen tekemiseksi mahdollisimman alhaisin tuotantokustannuksin.
Standardiaika	Aika, joka kuluu työn suorittamiseen pätevöityneeltä normaalilla työtahdilla työskentelevältä työntekijältä apuajan huomioiden.
Standardihinta	Rahallisina lukuina ilmaistu tuotteen todellisia kokonaiskustannuksia kuvastava standardi.
Tahtiaika	Työpisteellä komponentin lopputuotteeksi valmistamiseen kuuluva aika.
Tekemisaika	Tuotteen jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamiseen kuuluva aika.
Työntutkimus	Ihmisten, materiaalin ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällistä tutkimista.
V10	Kohdeyrityksessä käytettävä toiminnanohjausjärjestelmä.

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Vexve Oy:n Sastamalassa sijaitsevalla tehtaalla osana yrityksen menetelmäkehitysprojektia. Vexve Oy aloitti kustannustensäästökohteiden tarkasteluprojektin tietyille tuoteryhmille, jonka tarkoituksena on säilyttää kohdeyrityksen kilpailukyky nousevien materiaalihintojen markkinatilanteessa. Projekti jakautui useampaan osakokonaisuuteen ja tässä opinnäytetyössä keskitytään projektin menetelmäkehitykseen. Menetelmäkehityksessä keskityttiin sahaus, koneistus ja hitsausprosessien kehittämiseen.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää työntutkimuksen avulla menetelmäkehitysprojektin vaikutuksia tuotteiden standardihintoihin. Tarkoituksena on suorittaa työnmittaus, jonka pohjalta lasketaan menetelmäkehityksen piiriin kuuluneille työvaiheille uudet standardiajat sekä standardihinnat. Uusia standardihintoja on tarkoitus vertailla projektin aloituksessa olemassa olleisiin hintoihin ja eritellä yritykselle menetelmäkehityksen avulla saavutetut hyödyt, materiaalikustannusten muutos ja standardihinnan kokonaisuusmuutos.

Suoritettujen tutkimuksen ja laskelmien perusteella menetelmäkehitysprojektia voidaan pitää onnistuneena. Menetelmäkehityksen avulla saaduilla työkustannuksien laskuilla saatiin kompensoitua nousevien materiaalikustannusten aiheuttamia kustannuspaineita.

Opinnäytetyössä esitellään ensin opinnäytetyön kohdeyritys, jonka jälkeen siirrytään teoriaan. Teoriaosuus koostuu työntutkimuksen, standardiajan laskennan sekä standardihinnan käsitteistä ja kokonaisuuksista sekä niiden yhteyksistä toisiinsa. Teoriaosuuden jälkeen siirrytään työn tuloksiin. Opinnäytetyössä esiintyviä tuloksia on rajattu tai muutettu tietyiltä osin, koska osa tuloksista on salassa pidettävää luottamuksellista tietoa.

## 2 KOHDEYRITYKSEN ESITTELY

### 2.1 Vexve Oy

Vexve Oy vuonna 1960 perustettu maailman johtava kaukoenergian venttiiliratkaisuja toimittava yritys. Vexven eri venttiili- ja säädintuotteita sekä hydraulisten ohjauksen ratkaisuja käytetään kaukoenergiaverkoissa, voimalaitoksissa sekä kaikenkokoisten rakennusten jäähdytys- sekä lämmitysjärjestelmissä. Vexveltä löytyy oman Vexve tuotemerkkinsä lisäksi myös tunnetut tuotemerkit Naval ja Hydrox. Vexven pääkonttori sekä kaksi tehdasta sijaitsevat Sastamalassa ja yksi tehtaista sijaitsee Laitilasta. Kuviossa 1 on esitettynä Vexve Oy:n Sastamalan tehtaas. Suomen tehtaasien lisäksi Vexveltä löytyy palvelukeskus Pietarista ja Kiinasta Pekingistä. (Vexve – Inspired by your flow. n.d.)



KUVIO 1. Sastamalan tehtaas (Sastamalan tehtaas. n.d.)

Vexve on myös osana Vexve Armatury Groupia, joka on Euroopan johtava venttiiliratkaisujen tarjoaja energiasektorille. Vexve Armatury Groupin omistaja on Devco Partners Oy, joka on pitkäjänteiseen toimintaan tähtäävä aktiivinen omistaja sekä kehityskumppani. (Vexve – Inspired by your flow. n.d.)

### 2.2 Tuotteet ja palvelut

Vexven tuotteita ovat erilaiset teräksiset- sekä haponkestävät sulku- ja säätöpalloventtiilit sekä säätö- ja sulkuläppäventtiilit, kaasupalloventtiilit, haaroitusventtiilit

sekä uusimpana pohjalaakeroidut palloventtiilit. Vexve tarjoaa myös maanalaisia ohjaus – ja monitoimiratkaisuja kuten Hydrox™ hydraulisia toimilaitteita ja ohjausyksiköitä sekä iSense™ verkoston monitorointia, joka tuottaa reaaliaikaista mitaustietoa, jonka avulla voidaan tehostaa kunnonvalvontaa, paikantaa mahdollisia vuotoja ja parantaa verkoston tehokkuutta. (Vexve Oy. n.d.)

### 2.2.1 Teräspalloventtiilit

Vexve valmistaa teräspalloventtiileitä kokoluokissa DN10-800 täysaukkoisena tai supistettuaukkoisena. Venttiilit soveltuvat eri kaukolämpö- ja kylmäverkostoihin sekä LVI-puolen lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin. Teräspalloventtiileitä on saatavana hitsipäillä EN (DIN)- sekä GOST-standardien mukaisesti sekä lisäksi myös laippa- ja kierrelitoksella. Kuviossa 2 esiteltynä Vexven eri teräspalloventtiileitä. (Teräspalloventtiilit. n.d.)



KUVIO 2. Vexven palloventtiileitä (Teräspalloventtiilit. n.d.)

Teräspalloventtiilien hyviä ominaisuuksia ovat esimerkiksi, sen täysin hitsattu tilaa säästävä rakenne, pitkä käyttöikä sekä asennuksen ja käytön helppous. Teräspalloventtiileitä voidaan toimittaa kahvalla, käsivaihteella, pneumaattisella, sähköisellä tai hydraulisella toimilaitteella. (Teräspalloventtiilit. n.d.)

## 2.2.2 Säätö- ja sulkuläppäventtiilit

Säätö- ja sulkuläppäventtiilit soveltuvat myös palloventtiilien tapaan kaukolämpö- ja kaukokylmäverkostoihin. Läppäventtiileitä on saatavana kokoluokissa DN 300-1600, joista DN300 - 800 ovat täysaukkoisia ja DN900 - 1600 supistettuaukkoisia. Läppäventtiileitä on myös saatavana hitsipäillä EN (DIN)- sekä GOST-standardien mukaisesti, laippaliitokset ovat myös mahdollisia. Kuviossa 3 esiteltynä Vexven eri läppäventtiileitä. (Säätö- ja sulkuläppäventtiilit. n.d.)



KUVIO 3. Vexven läppäventtiileitä (Säätö- ja sulkuläppäventtiilit. n.d.)

Läppäventtiilien hyviä ominaisuuksia ovat tuotteen valmistus korkealaatuisista materiaaleista, esimerkiksi läppä on haponkestävää ruostumatonta terästä ja läpän tiivisten on kovakromattua erikoisseosmetallia. Läppäventtiilit ovat myös kevyitä rakenteeltaan sekä helppoja eristää. Läppäventtiileitä voidaan toimittaa käsivaihteella, sähköisellä tai hydraulisella toimilaitteella. (Säätö- ja sulkuläppäventtiilit. n.d.)

## 2.2.3 Pohjalaakeroidut palloventtiilit

Vexven uusimpana tuotelanseeruksena toimivien pohjalaakeroitujen palloventtiilien käyttökohteina on pallo- ja läppäventtiilien tapaan kaukolämpö- ja kaukokylmäverkostot. Pohjalaakeroituja palloventtiilejä on saatavana kokoluokissa DN

150-900 täysaukkoisena tai supistettuaukkoisena. Pohjalaakeroituja palloventtiileitä on saatavana hitsipäillä EN (DIN)- sekä GOST-standardien mukaisesti sekä laippaliitoksilla. Kuviossa 4 esiteltynä Vexven pohjalaakeroitu palloventtiili (Pohjalaakeroidut palloventtiilit. n.d.)



KUVIO 4. Pohjalaakeroitu palloventtiili (Pohjalaakeroidut palloventtiilit. n.d.)

Pohjalaakeroidut palloventtiilit on suunniteltu toimimaan luotettavasti vaativimmissakin olosuhteissa. Pohjalaakeroiduissa venttiileissä pallo on kiinteästi asennettu ja tiivisterenkaat ovat kelluvat. Rakenteessa pallo on tuettu ylä- ja alakaaroilla, joka tekee rakenteesta tukevamman varsinkin suuremmissa kokoluokissa. Pohjalaakeroituja palloventtiileitä voidaan toimittaa käsivaihteella, sähköisellä, hydraulisella tai pneumaattisella toimilaitteella. (Pohjalaakeroidut palloventtiilit. n.d.)

### **3 TYÖNTUTKIMUS OSANA STANDARDIAIKALASKENTAA**

#### **3.1 Työntutkimus**

Työntutkimus on ihmisten, materiaalin ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällistä tutkimista, jonka tavoitteena on selvittää ja kehittää työn kannalta parhaat menettelytavat. Työntutkimuksessa keskitytään myös työvaiheiden ergonomiaan sekä ajankäytön määrittämiseen. Työntutkimuksen tavoitteet voidaan jakaa neljään osa-alueeseen:

1. Menetelmäkehitys
2. Työn standardisointi
3. Työnopastus
4. Työnmittaus

Työntutkimuksen tavoitteista perinteisesti eniten korostuvat menetelmäkehitys sekä työnmittaus. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen, 2009, 492–493; Ahokas, Tiihonen, Neuvonen & Suikki 2011, 6)

#### **3.2 Menetelmäkehitys**

Menetelmätutkimukseksi kutsutaan talouden, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän järjestelmällistä kehittämistä tietyn työn tekemiseksi. Menetelmätutkimuksen piiriin kuuluvat kaikki tuotannon osatekijät, kuten raaka-aineet, koneet ja laitteet sekä niiden yhteistoiminta sekä itse työn tekeminen. Menetelmätutkimuksen tavoitteina on saavuttaa alhaiset tuotantokustannukset, tuotteiden ja palveluiden parempi tuottavuus sekä parantunut työturvallisuus ja työergonomia. Menetelmätutkimuksen taloudellis- sekä tehokkuusnäkökulman lisäksi, tavoitteina on työympäristön, työolojen sekä työhyvinvoinnin kehittäminen. Menetelmätutkimukseen kuuluu olennaisesti myös olemassa olevien työmenetelmien kehittäminen, jonka johdosta menetelmätutkimusta kutsutaan myös menetelmäkehittämiseksi. Työ-

menetelmiä kehittäessä on tärkeää, että työtehtävien ja työympäristön suunnittelu ja toteutus hoidetaan siten, että ergonomiset-, terveydelliset- ja turvallisuusvaatimukset muistetaan ottaa huomioon. (Ahokas ym. 2011, 6)

### **3.3 Työn standardisointi**

Työn vakiinnuttaminen eli standardisointi tarkoittaa tehokasta työmenetelmien vakioimista siten, että tehokas menetelmä on kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Tehokkaan työmenetelmän hyödyt jäävät käyttämättä, jos työn standardisoinnista ei hyödynnetä. Työn standardisoinnilla ei tarkoiteta työmenetelmien kehittämisen tai oma-aloitteisuuden vähentämistä, vaan menetelmäkehitystä jatketaan esimerkiksi erilaisilla jatkuvan parantamisen menetelmillä. Työn standardisoinnissa voidaan hyödyntää menetelmien standardisointia, työohjeita tai työpaikkakuvauksia. (Ahokas ym. 2011, 6)

Työn suorittamistavat eli työmenetelmät voivat vaihdella henkilön mukaan, jos työn standardisointi on hoidettu heikosti. Menetelmävaihtelut voivat johtua eroista eri henkilöiden työtavoissa, työvälaineistä, raaka-aineista tai työpaikan järjestelyistä, mutta työhön tarvittava aika riippuu silti aina käytettävästä menetelmästä. Menetelmävaihteluiden minimointi on tärkeää, sillä menetelmävaihtelusta aiheutuu tehottomuutta, jos jokaisella suorituskerralla ei käytetä standardisoitua työmenetelmää. Työn standardisointi luo edellytykset systemaattiselle kehitykselle samalla parantaen tuotteiden laaduntuottokykyä sekä laadun hallintaa. (Ahokas ym. 2011, 6)

### **3.4 Työnopastus**

Työnopastus muodostuu työntekijöiden perehdyttämisestä, työhön ja työmenetelmiin opastamisesta sekä ammattitaidon kehittämisestä. Työnopastuksen eri osa-alueille saadaan varmistettua työntekijöiden riittävä osaaminen koskien tehokkaita ja turvallisia työskentelytapoja. Työnopastus luo perustan yrityksen ammattitaidokkaan toiminnan jatkumiselle sekä kehittymiselle. (Ahokas ym. 2011, 33)

### 3.5 Työnmittaus

Työnmittaus tarkoittaa tiettyyn työtehtävään tarvittavan ajan määrittämistä. Työnmittaus edellyttää työtehtävän sekä menetelmän kuvaamista riittävällä tarkkuudella, sillä työhön tarvittava aika riippuu aina käytettävästä menetelmästä. Ennen työnmittauksen suorittamista tulisi tehdä menetelmätutkimus, jonka avulla varmistetaan mitattavan menetelmän taloudellisuudesta, turvallisuudesta sekä tehokkuudesta. Työnmittaustekniikoita on olemassa useita ja niitä ovat esimerkiksi, normaaliaikatutkimus, joka on toiselta nimeltään kelloaikatutkimus, ajankäyttötutkimus, liikeaikatutkimus sekä aikalaskelmat, joiden perusteella voidaan luoda standardiaikajärjestelmät. Aikatiedot voidaan määrittää myös muilla tavoin, esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmästä saatavien tietojen perusteella. Käytetyn työtutkimusmenetelmän tulee olla riittävän tarkka, jotta varmistetaan tutkimustulosten luotettavuudesta. (Ahokas ym. 2011, 7)

#### 3.5.1 Normaaliaikatutkimus

Kelloaikatutkimusta on kahdenlaista, normaaliaikatutkimusta ja jatkuvan ajankäyttötutkimusta. Normaaliaikatutkimusta sovelletaan kohteisiin, joissa vakioidut työmenetelmät toistuvat. Normaaliaikaa tutkiessa tutkittava työ jaetaan osakokonaisuuksiin, joihin kuluvat ajat mitataan samalla arvioiden työn joutuisuuskerrointa. Normaaliaikatutkimuksessa tarvittavien aikahavaintojen määrä riippuu täysin halutusta mittaustarkkuudesta, mittausaikojen hajonnasta sekä työn luonteesta. (Haverila ym. 2009, 492–493; Ahokas ym. 2011, 24–25) Esimerkiksi jos mitataan normaaliaikaa automatisoidulle koneistusprosessille, mittausaikahavaintojen määrän ei tarvitse olla suuri, koska aikahajontaa mittausten välillä ei tulisi juurikaan esiintyä.

#### 3.5.2 Jatkuva ajankäyttötutkimus

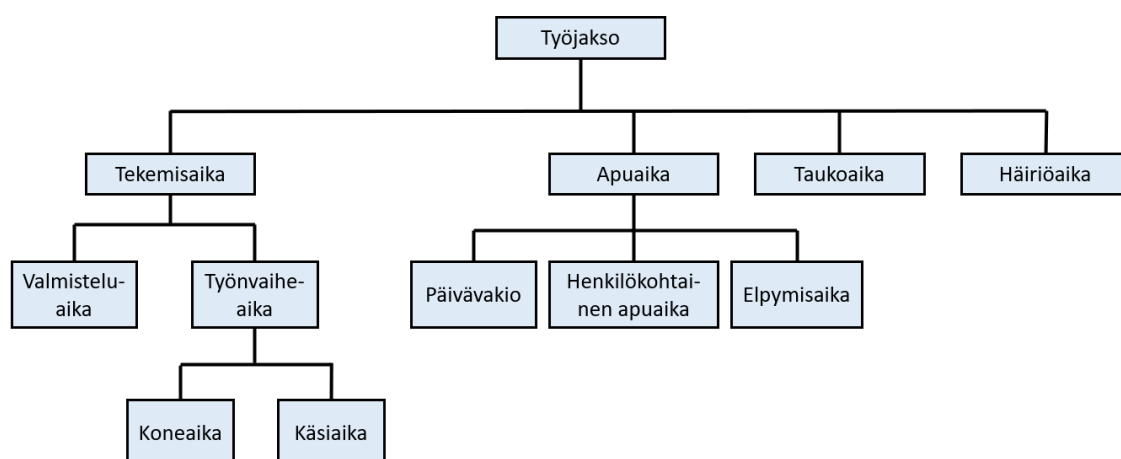
Jatkovaa ajankäyttötutkimusta käytetään, kun halutaan tutkia standardisoimattomia harvemmin tehtäviä työtehtäviä. Jatkuvassa ajankäyttötutkimuksessa tiettyä

työtä tai työntekijän toimintoja seurataan ja tutkitaan suurempina kokonaisuuksina pidemmän aikajakson ajan. Menetelmää voidaan soveltaa esimerkiksi hitsaamon työaikojen kokonaisuuksien tutkimiseen, jossa työkappaleet ovat muuttuvia ja käytetyt menetelmät eivät ole vakiintuneita. (Haverila ym. 2009, 492–493; Ahokas ym. 2011, 24–25)

### 3.6 Aikalajit

Työmittauksessa työaikaa ja siihen kuuluvia tapahtumia voidaan analysoida erillisinä kokonaisuuksina jakamalla työpäivä (työjakso) erilaisiin aikalajeihin. Eri aikalajien hyödyntämisen sekä työjakson osiin jakamisen tarkoituksena on helpottaa työntutkimuksen mittaustulosten käsittelyä ja hyväksikäyttöä. Erityisesti jalostavan työn sekä ajankäytön osuuden selvittämisessä tapahtumien jakaminen riittävän tarkkoihin aikalajeihin on tärkeää. (Ahokas ym. 2011, 11)

Työjakso jaetaan tavanomaisesti tekemisaikaan, apu-aikaan sekä häiriöaikaan, mutta tarpeen vaatiessa työjakso voidaan eritellä tarkempiin aikalajeihin. Mitä tarkemmin työjakson erittely eri aikalajeille tehdään, sitä parempia johtopäätöksiä niiden perusteella voidaan tehdä. (Ahokas ym. 2011, 11) Kuviossa 5 on esiteltyä työjakson jakaminen eri aikalajeihin.



KUVIO 5. Työjakson jakaminen aikalajeihin (Haverila ym. 2009, 491)

### 3.6.1 Tekemisaika

Tekemisaika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuuluu varsinaisten tuotteen jalostusarvoa lisäävien työtehtävien suorittamiseen. Tekemisajan sisältävät työtehtävät voivat pituudeltaan sekä toistuvuudeltaan olla erilaisia, mutta yhteistä niille on se, että ne edistävät kukin tuotteen tai työtehtävän valmistumista. Tekemisaika voidaan jakaa kahteen osaan, valmistelu aikaan sekä työnvaihe aikaan. (Haverila ym. 2009, 492; Ahokas ym. 2011, 11)

Valmistelu aikaan sisältyvät työvaiheet tehdään vain kerran työsarjaa kohden, kuten esimerkiksi koneistussolun asetusten tekeminen työsarjan alussa sekä solun asetusten purkaminen sarjan valmistumisen jälkeen. Valmisteluajan vaikutukset tuotteen läpimeno aikaan riippuvat tehtävän työn sarjakoosta. (Ahokas ym. 2011, 11)

Työvaihe aikaan puolestaan sisältyvät sellaiset työn osat, jotka esiintyvät jokaisessa valmistettavassa kappaleessa. Esimerkkejä vaiheajan esiintymisestä ovat kappaleen valmistuksen vaatimat työvaiheet, kappaleen käsittelyt sekä erinäiset tarkastukset. Työvaihe aika voi sisältää koneaika ja käsiaika. Koneajalla tarkoitetaan itse koneen tekemää työtä, esimerkiksi kappaleen koneistusta. Työntekijän joutuisuudella ei ole vaikutusta kone aikaan. Käsiaika taas ovat sellaiset työvaiheet joihin työntekijän joutuisuudella on vaikutusta, esimerkiksi materiaalin syöttäminen hitsauskoneeseen. (Haverila ym. 2009, 492; Ahokas ym. 2011, 11)

Linjamaisissa tuotannoissa koneajan tilalla käytetään usein tahtiajan määritelmää. Tahtiaika tarkoittaa aikaa, joka kuuluu komponentin valmistamiseen tietyksi lopputuotteeksi kyseisellä pisteellä. Esimerkkinä jos koneistetun akselin tahtiaika on kaksi minuuttia se tarkoittaa, että kahden minuutin välein valmistuu uusi kappale. (Stevenson 2014, 263)

### 3.6.2 Apuaika

Apuajaksi kutsutaan aikaa, joka kuluu työn kannalta välttämättömien aputehtävien suorittamiseen, erilaisten aputehtävien suorittamiseen sekä henkilökohtaisiin tarpeisiin ja elpymiseen. Edellä mainitut aputehtävät eivät välittömästi edistä työn valmistumista, mutta niiden suorittaminen on työn suorittamisen kannalta välttämätöntä. (Ahokas ym. 2011, 11)

Ahokas ym. (2011, 11) kertovat teoksessaan, että apuajan yksikkönä käytetään minuitteja työpäivää kohti ja apuaikaan huomioidaan seuraavat kolme osaa:

- päiväväkio
- henkilökohtainen apuaika sisältäen sovitut tauot
- muu elpymisaika

Päiväväkiolla tarkoitetaan niitä toistuvia töitä, jotka eivät riipu tehtävästä työstä, mutta ovat välttämättömiä työntekemisen ylläpitämiseksi. Henkilökohtainen apuaika on työntekijän henkilökohtaisia tarpeita sekä työstä syntyneestä kuormituksesta elpymiseen varten varattua aikaa. Henkilökohtaiseen apuaikaan sisältyvät työnantajan kanssa sovitut kahvi- yms. tauot. Muuta elpymisaikaa käytetään silloin, kun työ on niin kuormittavaa, ettei henkilökohtainen apuaika riitä työntekijän elpymiseen. Elpymisaikaa selvittäessä työn rasittavuuden määrittelyyn voidaan käyttää RANK:n (Rationalisointineuvottelukunta SAK-STK) taulukkoa (liite 1). (Haverila ym. 2009, 492; Ahokas ym. 2011, 30–34)

### 3.6.3 Tauko aika

Tauko aikaa on henkilökohtaisen apuajan lisäksi käytetty taukoon kuluva aika. Ylimääräisen taukoajan syntyminen voi johtua esimerkiksi liian aikaseista työsuorituksen lopettamisesta enne vuoron vaihtoa. Tauko aikoja määriteltessä täytyy kiinnittää huomiota siihen, että häiriöajat pidetään eroteltuna tauko ajasta. Tauko aika, muu elpymisaika ja henkilökohtainen apuaika, johtuu työntekijän päätöksestä, kun taas häiriöajat syntyvät työntekijästä riippumattomien asioiden vuoksi. (Ahokas ym. 2011, 12)

### 3.6.4 Häiriöaika

Häiriöajalla tarkoitetaan odottamattomiin keskeytyksiin, aputöihin sekä odotuksiin kuluvaan aikaan, joiden pituutta tai esiintymistä ei etukäteen tiedetä. Myös erilaiset turhat suunnittemattomat työt, kuten laatuvirheiden korjaukset lasketaan häiriöaikaan. Jos häiriöaikoja syntyy työntutkimusta suorittaessa tulee esiintyneet häiriöt kirjata ylös, jotta häiriöitä voidaan vähentää ja poistaa tulevaisuudessa. Häiriöaikojen kesto riippuu niiden esiintymän laadusta. (Ahokas ym. 2011, 12) Esimerkkinä koneessa esiintyvät häiriöt voivat jäädä ajallisesti lyhyiksi jos kyseessä on vain koneen häiriön kuittaus, mutta jos koneesta hajoaa jokin toiminnan kannalta tärkeä komponentti häiriöajan pituus suurenee merkittävästi.

### 3.7 Aikastandardi

Aikastandardien ymmärtämisen avulla työnmittauksen todelliset hyödyt sekä tarkoitus tulevat esille. Aikastandardi tarkoittaa aikaa, joka kuluu työn suorittamiseen työasemalla täyttäen seuraavat kolme ehtoa:

1. työn suorittaa työhön pätevätytynyt henkilö
2. työntekijä työskentelee normaalilla työtahdilla
3. työntekijä suorittaa määritetyn työtehtävän

Edellä mainittujen kolmen ehdon ymmärtäminen on tärkeää työntutkimuksen suorittamisen kannalta, sillä standardiaikojen määrittämisen pohjana käytetään työaikatutkimusta. Työkokemus määrittelee työn suorittajan pätevyyden suoritettavaan tehtävään. Hyvänä mittarina voidaan pitää työntekijältä työn suorittamiseen kuluvaan aikaan. Esimerkkinä teollisuudessa hitsaajan, koneistaja tai koneenhoitajan oppimisprosessi on tyypillisesti pitkäkestoinen, joten standardiaikaa ei kannata määrittää uuden työntekijän työsuoritteiden pohjalta. Standardiaikojen määrittäminen kokeneen työntekijän suoritteiden tuloksilla asettaa myös halutun tavoitteen mahdollisille uusille työntekijöille. Normaalilla työtahdilla tarkoitetaan työsuoritetta, joka tehdään normaaleissa olosuhteissa kokeneelle työntekijälle tyypillisellä työtahdilla. Standardiajan määrittelyssä normaalia työtahdita käytetään normaaliaikana. (Stephens 2019, 43)

### 3.7.1 Standardiajan määrittäminen

Standardiajan määrittämiseen on olemassa useita menetelmiä, mutta tämän opinnäytetyön osalta keskitytään kelloaikatutkimuksen pohjalta suoritettavaan standardiajan määrittelyyn. Stevensonin (2014) mukaan käytettäessä kelloaikatutkimusta standardiaikalaskennan perustana prosessin perinteinen suoritustapa on seuraavanlainen:

1. määritä mitattavat kohteet sekä tiedota työn suorittajaa tehtävästä mittauksesta
2. määrittele tarvittavien mittausotosten määrä
3. mittaa työn kesto ja arvioi työntekijän joutuisuutta
4. laske standardiaika

Ennen työsuorituksen mittausta työntutkijalla ja työnsuorittajalla tulisi olla yhteinen ymmärrys työsuorituksen etenemisestä ja sen tarkoituksista. Työntutkijan tulee olla tarkkaavainen työntekijän joutuisuuden suhteen, sillä työn suorittaja voi yrittää tahallaan pitkittää mittaustuloksia saadakseen työlle suuremman standardiajan. Työntekijän joutuisuudella kuvataan työntekijän tehokkuutta suorituksen aikana. Jos työntutkijan mielestä työsuoritetta ei tehty normaalilla työtahdilla voidaan työmittaustulokset normalisoida joutuisuuskertoimen avulla. Tyypillisesti joutuisuuskertoimia on kolmea eri tyyppiä, joita käytetään eri tilanteissa:

1. 1,05 = normaalia nopeampi työtahti
2. 1,0 = normaali työtahti
3. 0,90 = normaalia hitaampi työtahti

Kertomalla työmittauksen tuloksena saatu aika työsuorituksen perusteella arvioidulla joutuisuuskertoimella saadaan työsuorite normalisoitua. Esimerkkinä jos työntekijä työskentelee normaalia selkeästi nopeammalla työtahdilla, tulee normaaliaika kertoa 1,05 joutuisuuskertoimella. (Stevenson, 2014, 305–309)

### 3.7.2 Standardiajan laskenta

Laskettaessa standardiaikoja kelloaikatutkimuksen tulosten pohjalta tulee ensin laskea havaittu aika sekä normaaliaika. Havaittu aika on yksinkertaisesti ilmaistuna mittaustulosten keskiarvo. Havaittuaika  $HA$  saadaan laskettua yhtälön (1) mukaisella tavalla.

$$HA = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

jossa  $\sum x_i$  on kelloaikamittaustulosten summa ja  $n$  mittausotantojen lukumäärä.

Normaaliaika laskelmalla normalisoidaan havaittu aika. Normaaliaika  $NA$  saadaan laskettua yhtälön (2) mukaisella tavalla.

$$NA = HA \cdot JK \quad (2)$$

jossa havaittu aika  $HA$  kerrotaan työntutkijan työsuoritteelle määrittämällä joutuisuuskertoimella  $JK$ .

Normaaliaika ei itsessään vielä ota millään tavalla huomioon työsuoritteen apuaikaan sisältyviä tekijöitä, jonka takia normaaliaikaa ei suoraan voida käyttää standardiaikana. Standardiaika  $SA$  saadaan laskettua yhtälön (3) mukaisesti kertomalla laskettu normaaliaika  $NA$  apuaikakertoimella  $AK$ .

$$SA = NA \cdot AK \quad (3)$$

Apuaikakertoimen avulla aikalaskelmassa otetaan huomioon työjakson apuaikaan sisältyvät tekijät (luku 3.6.2). Apuaikakertoimet voidaan määrittää työpiste-kohtaisesti siihen soveltuvaa laskentatapaa käyttämällä. (Stevenson, 2014, 305–310)

Apuaikakerroin  $AK$  voidaan laskea yhtälön (4) mukaisesti.

$$AK = 1 + \frac{ta}{t-ta} \quad (4)$$

jossa  $ta$  on apuajan kokonaismäärä ja  $t$  päivittäinen kokonaistyöaika.

Apuajan kokonaismäärä määritellään tehtäväkohtaisesti esimerkiksi kuvion 6 mukaisesti, jossa on esimerkkilaskelma apuaikakertoimen laskennalle kohteessa, jonka päivittäinen kokonaistyöaika  $t$  on 480 minuuttia. (Ahokas ym. 2011, 27–28; Laine, J. n.d, 41–42)

**Esimerkki apuajan määrittämiseen**

	minuuttia
Elpymisaika RANK- <b>taulukon mukaan</b>	45
Työpisteen siivous- ja järjestely	5
Työvuoron aloitus- ja lopetusrutiinit	15
Trukilla ajo	10
Raportointi ym. Papereiden täyttö	5
<b>Yhteensä</b>	<b>80</b>

$$AK = 1 + \frac{80}{480 - 80} = 1,20$$

KUVIO 6. Esimerkki apuaikakertoimen laskennasta (Laine, J. n.d, 41–42)

Kuvion 6 mukaisella apuaikakerroinlaskelmalla standardiaikalaskelmassa käytettävä apuaikakerroin olisi 1,20.

## 4 STANDARDIKUSTANNUSLASKENNAN MUODOSTUMINEN

### 4.1 Standardikustannuslaskenta

Standardit ovat ennalta tutkittuja lukuina ilmaistavia suureita, jotka toimivat osana yrityksen lyhyen aikavälin tavoitelaskelmia. Standardikustannuslaskenta muodostuu määrä- ja yksikkökustannuskomponenteista, joille voidaan asettaa standardiarvot. Määrittelemällä standardeille tavoitearvot voidaan luoda laskentajärjestelmä, jolla mahdollistetaan toiminnan ohjauksen tukeminen. Standardit jakautuvat sisällöllisesti hintastandardeiksi ja määrästandardeiksi. Rahallisia lukuja nimitetään hintastandardeiksi, kun taas määrästandardeja ovat erinäiset lukumäärinä ilmaistut standardit, kuten esimerkiksi kilo tai metri. (Alhola & Lauslahti, 2003, 304; Neilimo & Uusi-Rauva, 2009, 171)

Standardeja voidaan hyödyntää erilaisissa valmistus- sekä palvelualan yrityksissä. Standardien käyttö soveltuu parhaiten yrityksille, joilla on vakioidut tuotteet ja palvelut. Standardikustannukset tyypillisesti kohdistetaan tuotteelle valmistus-, raaka-aine- ja työkustannuksina. Yrityksen myyntiosasto voi hinnoitella tuotteita sekä antaa tarjouksia standardeihin tukeutuen. Standardeja voidaan käyttää myös erilaisina tavoitteina, koska ne ohjaavat toimintaa taloudellisemmaksi vaikuttaen sitä kautta yrityksen kannattavuuteen. Standardien uudelleen arviointi korostuu etenkin nopeasti kehittyvillä aloilla sekä kovissa markkinoiden kilpailutilanteissa, jossa hinnoittelu perustuu markkinoiden ehtoihin. Standardeihin vaikuttavia tekijöitä ovat materiaalikustannusten muutokset, materiaalien laadun muutokset, työ- ja menetelmätapojen kehittyminen, henkilöstön osaamisen tason kehittyminen sekä palkkojen ja sosiaalimaksujen muutokset. (Alhola & Lauslahti, 2003, 304–305)

#### 4.1.1 Standardityypit

Standardeja asettaessa yleisesti aloitetaan määrästandardeista, sillä tuotto ja hintastandardit saadaan kertomalla standardihinta määrästandardilla. Tällä me-

netelmällä saadaan kaikki standardit ilmaistuna rahallisina yksikköinä. Standardien määrittämiseen ei ole olemassa yksikäsitteisiä sääntöjä, mutta ne pyritään asettamaan pysyviksi yrityksen kulttuurin ja politiikan mukaisesti. Standardeja voidaan asettaa erilaisin perustein. Tyypillisimpinä standardityyppeinä tunnetaan:

1. **Perusstandardit** pyritään pitämään muuttumattomina useiden laskentakausien ajan. Tällä menetelmällä toteutuneiden laskentakausien suoritus-taso on helpommin havaittavissa, koska vertailuperusteet pysyvät muuttu-mattomina. Perusstandardien käyttöä rajoittaa valmistusmenetelmien sekä materiaalikustannusten muutokset, sillä ne aiheuttavat standardien tarkistuksia.
2. **Normaalistandardit** kuvaavat hyvää suoritustasoa, joka voidaan saavut-taa normaaliolosuhteessa. Normaaliolosuhteen määrittämisessä otetaan huomioon materiaalien hävikki, sairauspoissaolot sekä laitteiston huollot. Normaalistandardien laskenta suoritetaan 1–2 kertaa vuodessa.
3. **Ihane- eli teoreettiset standardit** asetetaan parhaimman mahdollisen suoritustason mukaan, mutta todellisuudessa niitä ei koskaan saavuteta poikkeamien sekä häiriötekijöiden vuoksi. (Alhola & Lauslahti. 2003, 304–305; Jyrkkiö & Riistama. 2004, 219–220)

#### 4.2 Tuotekohtainen standardikustannuslaskenta

Tuotekohtainen standardikustannuslaskenta muodostuu välittömistä- ja välilli-sistä kustannusstandardeista. Välittömät kustannusstandardit muodostuvat tuo-terakenteen osista sekä materiaaleista sekä valmistuksen työkustannuksista, kun taas välilliset kustannukset muodostuvat yleiskustannuksista. (Jyrkkiö & Riistama. 2004, 219–225)

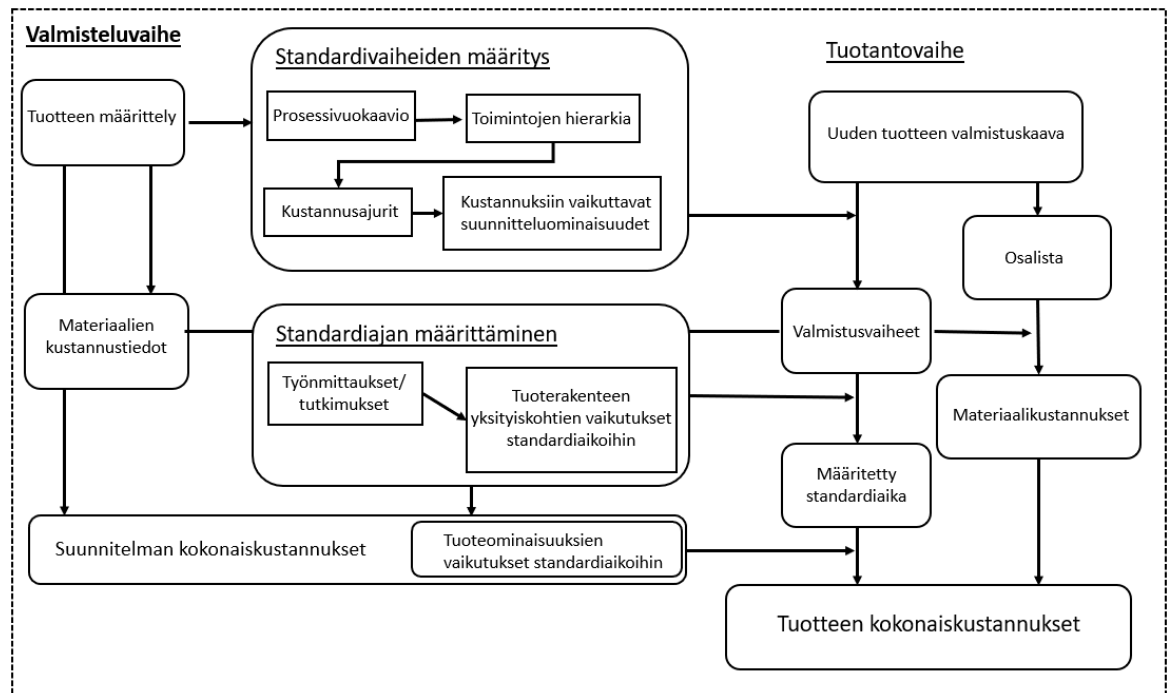
Materiaalikustannusstandardeja tarkasteltaessa tulee huomioida, että hintastan-dardi tulisi asettaa materiaalien ostohetkellä voimassa olevan hinnan perusteella, jotta hintamuutokset ovat heti tarkasteltavissa. Materiaalien- ja raaka-aineiden

standardihinnat määrittää yleensä yrityksen osto-osasto yhdessä laskentatoimen kanssa. Materiaalikustannuksien perustana käytettäviä määrästandardeja asettaessa käytetään tuotesuunnitteluosaston antamia tietoja tuotteen materiaalityöväikkeen määrästä. Yrityksen tulee tarkkailla materiaalikustannusstandardien muutoksia ja mahdollisia poikkeamia, jotta asetettujen standardien todelliset hyödyt ovat ajan tasalla. (Alhola & Lauslahti. 2003, 304–305; Jyrkkiö & Riistama. 2004, 219–225)

Työkustannusstandardeilla tarkoitetaan työkustannusten määrästandardeja eli luvussa 3.7 käsiteltyä aikastandardia. Tietyn tuotteen valmistamisen standardityöaika saadaan laskemalla yhteen kaikki tuotteen työvaiheiden standardiajat. Työkustannukset saadaan kertomalla standardiaika työvaiheen standardihinnalla. Työkustannuksien hintastandardeja tulee tarkastella, jos valmistuksen standardiajat lyhenevät, palkkakustannukset muuttuvat tai työn hinta muuttuu. (Alhola & Lauslahti. 2003, 304–309; Jyrkkiö & Riistama. 2004, 219–225)

Välillisten kustannusten standardeja ei ole mahdollista määrittää samalla tavalla, kuin välittömien kustannusten osalta, koska standardien määrittäminen tuotantotehtäjäittäin on vaikeaa. Välillisten kustannusten standardeilla tarkoitetaankin tavoitteeksi asetettujen yleiskustannusten ja tavoitteena olevien suoritusmäärien perusteella muodostettuja standardeja, joiden perusteella määritetään standardiyleiskustannuslisät. Yleiskustannuslisä käytetään suoritekalkyyliä laskettaessa. (Jyrkkiö & Riistama. 2004, 224–225)

Seuraavalla sivulla olevassa kuviossa 7 on esiteltyä tuotteen valmistelu- ja tuotantovaiheiden yhteyksiä toisiinsa kokonaiskustannusten muodostumisessa. Kuvioista nähdään myös, miten luvussa 3 käsitelty työntutkimus osana standardiaikalaskentaa linkittyy tuotteen kokonaiskustannuksien muodostumiseen.



KUVIO 7. Tuotteen valmistelu- ja tuotantovaiheen yhteys kokonaiskustannusten muodostumisessa (Jiao & Tseng 1999, 744).

Kuviosta nähdään, että tuotteen valmisteluvaiheella ja tuotteen ominaisuuksilla on suoria yhteyksiä tuotantovaiheeseen. Valmisteluvaiheella on vaikutuksia valmistuskaavaan, standardiaikoihin, materiaalikustannuksiin ja lopullisiin tuotteenkokonaiskustannuksiin eli standardihintaan. (Jiao & Tseng 1999, 743–745)

#### 4.2.1 Standardihinnan laskenta

Alholan & Lauslahden (2003) mukaan standardihintojen laskentaa varten tarvitaan laskentajärjestelmästä tieto, miten paljon tuotteen valmistukseen on kulunut eri tuotantopanoksia, kuten työtä ja materiaaleja. Osana standardihintalaskentaa tarvitaan myös työvaiheiden hinnat. Seuraavien tekijöiden avulla standardihinta voidaan laskea kaavan 5 mukaisesti.

$$\text{Standardihinta} = TH \cdot SA + MH \cdot MS \quad (5)$$

Kaavassa  $TH$  on työvaiheen hinta, joka kerrotaan työvaiheen standardiajalla  $SA$  ja materiaalin hinta  $MH$  kerrotaan materiaalin määrästandardilla  $MS$ . Lopuksi laskentojen tulot summataan yhteen muodostaen tuotteen standardihinnan.

Mitä moninaisempi valmistettava tuote on kyseessä, sitä pidempi standardihinnan laskentakaavasta tulee. Kuviossa 8 on esitettyä yksinkertaistettu standardihintalaskelma.

	Standardiaika (h)	Työnvaiheen hinta (€/h)	Materiaalin määrä (kg)	Materiaalin hinta €/kg
	0,7	50	200	0,82
<b>Standardityöhinta</b>	35,00 €			
<b>Standardimateriaalihinta</b>	164,00 €			
			<b>Tuotteen standardihinta</b>	199,00 €

KUVIO 8. Tuotteen standardihinnan laskentaesimerkki (Alhola & Lauslahti. 2003, 305–306)

Kuvion laskelmassa on mukailtu kaavan 5 mukaista laskentatapaa, eli ensin on laskettu standardityöhinta, joka saadaan standardiajan ja työnvaiheen hinnan tulolla. Seuraavaksi on laskettu standardimateriaalihinta materiaalin määrän ja sen yksikköhinnan tulolla, jonka jälkeen standardityö- ja materiaalihinnat on summattu keskenään muodostaen tuotteen kokonaisen standardihinnan.

### 4.3 Standardikustannuslaskennan muutosten analysointi

Standardikustannuslaskennassa vertailuja voidaan tehdä osastoittain tai kustannuslajeittain. Vertailussa on tyypillisesti asetettu tietyt tavoitekustannukset, joihin toteutuneita tuloksia verrataan. Asetettujen tavoitteiden ja toteuman välillä havaittujen erojen syistä ja keinoista on käynnistettävä keskustelu, jotta voidaan tulevaisuudessa päästä yrityksen haluamiin standarditavoitearvoihin. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2009, 173–178)

Seuraavalla sivulla esitetyssä kuviossa 9 on Neilimon & Uusi-Rauvan (2005) teoksessaan mainitsemissa eroselityksiä, joista kustannusten muutokset voivat johtua.

<b>Materiaalikustannusten muutos suotuisa</b>	<b>Materiaalikustannustenmuutos epäsuotuisa</b>
Markkinahintojen lasku	Markkinahintojen nousu
Onnistuneet ostoneuvottelut	Epäonnistuneen ostoneuvottelut
Suuret ostomäärät	Pienet ostomäärät
Tilapäisesti alhaisten hintojen onnistunut hyödyntäminen	Jouduttu ostamaan hintojen ollessa tilapäisesti korkealla
Pitkällä toimitusajalla ostaminen	Joudutaan vaatimaan nopeaa toimitusta
Huonolaatuisen materiaalin ostaminen	Ostoerän laatu on tavallista parempaa
<b>Työkustannusten muutos suotuisa</b>	<b>Työkustannusten muutos epäsuotuisa</b>
Ammattitaitoiset työntekijät	Työntekijät harjaantumattomia
Pieni työn odotusaika (tuotannon tehokkuus)	Työntekijöillä "luppoaikaa"
Hyvä työnopastus ja johto	Häiriöajan muodostuminen konerikkojen vuoksi
	Työehtosopimus nostaa palkkatasoa

KUVIO 9. Kustannuserojen esimerkkiselitteitä (Neilimo & Uusi-Rauva, 2009, 176)

Työ- tai materiaalikustannusten suotuisaan muutokseen voivat myös vaikuttaa esimerkiksi kappaleessa 3.2 mainittu menetelmäkehitys. Suotuisasti tai epäsuotuisasti muutoksia voi aiheuttaa myös työn hinnan muutokset.

## 5 MENETELMÄKEHITYSPROJEKTIN VAIKUTUSTEN SELVITTÄMINEN TYÖNTUTKIMUKSEN AVULLA

### 5.1 Lähtötilanne ja tavoitteet

Vuoden 2020 lopulla Vexve Oy aloitti kustannustensäästökohteiden tarkastelu-projektin kolmen DN-kokoluokan teräspalloventtiileille, jonka tarkoituksena oli säilyttää kohdeyrityksen kilpailukyky kasvavien materiaali- ja valmistuskustannusten markkinatilanteessa. Projekti jakautui useampaan osakokonaisuuteen ja yritykselle tuli lisäresurssin tarve projektin menetelmäkehityksen vaikutusten selvittämisen osalta ja tämä opinnäytetyö keskittyy kyseiseen aihepiiriin. Menetelmäkehityksessä keskityttiin runkojen ja jatkeputkien sahauksen, koneistuksen ja hitsauksen työvaiheiden tehostamiseen.

Tavoitteena oli selvittää työntutkimuksen avulla menetelmäkehitysprojektin vaikutuksia projektiin kuuluvien tuotteiden standardihintoihin. Tarkoituksena oli suorittaa työnmittaus kehitetyille työmenetelmille ja työnmittauksen tulosten perusteella laskea työvaiheille uudet standardiajat. Standardiaikojen laskennan jälkeen tarkoituksena on syöttää kootusti uudet standardiajat yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään ja laskea uudet standardihinnat tuotteille. Tämän jälkeen tarkoituksena on vertailla uusia hintoja projektin alkuvaiheessa dokumentoituihin hintoihin ja eritellä menetelmäkehityksen avulla saavutetut hyödyt, materiaalikustannusten muutos sekä standardihinnan kokonaismuutos.

Projektin alkuvaiheessa yritys asetti prosentuaaliset kustannussäästöavoitteet tuotteen standardihinnasta, kun materiaalihintojen nousu jätetään huomioimatta. Kustannussäästöavoitteet laskettiin elokuussa 2019 voimassa olleiden standardihintojen mukaisesti. Menetelmäkehityksen onnistumista arvioidaan vertaamalla työntutkimuksella saatuja tuloksia asetettuihin tavoitteisiin.

## 5.2 Menetelmien työnmittauksen suunnittelu ja valmistelu

Työntutkimuksen tavoitteiden osalta menetelmäkehitys oli hoidettu toimeksiantajayrityksen puolesta ja opinnäytetyön osuudeksi jäi työnmittaus ja vaikutusten analysointi. Menetelmäkehitetty prosessit, joita olivat sahaus, koneistus ja hitsaus suoritetaan vakioiduin työtavoin. Tästä johtuen käytettäväksi työnmittausmenetelmäksi valikoitui sekuntikellolla tehtävä kelloaikatutkimus eli normaaliaikatutkimus, sillä se soveltuu parhaiten menetelmille, joissa vakioidut menetelmät toistuvat. Ennen kelloaikatutkimuksen suorittamista työntekijöiden kanssa käytiin keskustelu työnmittauksen sisältöön, tavoitteisiin sekä tarkoituksiin liittyen. Tämän keskustelun tarkoituksena oli estää mahdolliset väärinkäsitykset työnmittauksen tuloksien käyttötarkoituksesta. Työntekijöitä opastettiin suorittamaan työ normaalilla työtahdilla normaaleja työmenetelmiä käyttäen.

Työnmittausta suorittaessa tuli arvioida työntekijän joutuisuutta, häiriöaikaa sekä mahdollisia poikkeamia normaalista. Mikäli työnsuorittaja työskentelisi annetusta ohjeistuksesta huolimatta liian nopealla tai hitaalla työtahdilla, tulee työnmittaus tulokset normalisoida joutuisuuskertoimen avulla. Työnmittauksissa mitataan työnvaiheajoja eli keskitytään kone- ja käsiaikaan. Valmisteluajat ovat ennestään määritellyjä yrityksen puolesta eivätkä ne kuuluneet kehitysprojektin piiriin, joten työnmittausta niille ei tässä tapauksessa suoriteta. Tarvittavien aikahavaintojen määräksi sovittiin lähtökohtaisesti 4–6 otantaa mittauskohdetta kohti, mutta lopullinen aikahavaintojen määrä päätetään mittaustulosten hajonnan perusteella mittauksia suorittaessa. Näin tuloksille saavutetaan haluttu mittaustarkuus.

Kelloaikatutkimuksen havainnointitulosten perusteella tarkoituksena on laskea luvun 3.7.2 mukaisesti työvaiheille uudet standardiajat. Yritys on käyttänyt samaa ohjeistusta vanhojen standardiaikojen laskemiseen, joten tulosten vertailua toisiinsa voidaan pitää luotettavana. Laskennassa käytetään yrityksen itse määrittelemiä työpistekohtaisia apuaikakertoimia eli apu- tai taukoaikaa ei tässä työssä erikseen tarkastella. Yrityksen tekemän apuaikakertoimien määrittely on tehty teoriaosuuden laskentatavan mukaan sekä hyödyntäen RANK:n elpymisaikataulukkoa (liite 1) työpistekohtaisten elpymisaikojen arviointiin.

### 5.3 Kelloaikatutkimuksien datan käsittely

Kelloaikatutkimuksen perusteella saadut tulokset kirjattiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan luotuun taulukon 1 mukaiseen pohjaan. Taulukkoon merkitään mitattu nimike, nimi, työvaihe ja mittaustulokset siinä muodossa mitä sekuntikello on näyttänyt. Taulukko laskee mittaustuloksien keskiarvon ja seuraavaan sarakkeeseen kirjataan keskiarvo sekunteina seuraavia laskelmia varten.

TAULUKKO 1. Kelloaikatutkimuksen mittausten käsittely pohja

Nimike	Nimi	Työvaihe	Kellotus/min						Keskiarvo	Sekuntia	Kommentit
			1.	2.	3.	4.	5.	6.			
	Rungot										
	Jatkeputket		1.	2.	3.	4.	5.	6.	Keskiarvo	Sekuntia	Kommentit

Standardiajan laskenta suoritettiin samassa Excel-tiedostossa, missä kelloaikatutkimuksien mittaustulokset olivat. Standardiajan laskennalle luotiin oma taulukon 2 mukainen laskentataulukko, joka hakee siihen syötettävän nimikkeen ja työpisteen tiedon perusteella tarvittavat tiedot oikeisiin sarakkeisiin ja suorittaa standardiajan laskennan.

TAULUKKO 2. Standardiajan laskenta ja vertailu pohja, arvot keksitty

Työpiste	Nimi	Kiertoaika (s)	Standardiaika (s)	Apuaikakerroin	Uusi standardiaika (h)	Nyk. Standardiaika	% vaikutus
Hitsaus1	Runko 1	200	240	1,2	0,067	0,080	-17 %
Saha1	Runko 2	150	180	1,2	0,050	0,075	-33 %
Koneistus1	Runko 3	600	720	1,2	0,200	0,242	-17 %

Taulukossa kiertoaika kuvastaa kelloaikatutkimuksen mittaustulosten keskiarvoa. Apuaikakerroin määrittyy taulukkoon työpiste sarakkeeseen syötettävän nimikkeen perusteella. Uudet standardiajat syötetään yrityksen käyttämään toiminnanohjausjärjestelmään tunteina, joten taulukossa laskettu standardiaika on muutettu myös tunneiksi. Taulukon viimeisessä sarakkeessa oleva prosentuaalinen vaikutus kertoo eron uuden ja nykyisen voimassa olevan standardiajan vä-

lillä. Jos sarakkeen prosenttilukema on negatiivinen, uusi standardiaika on lyhyempi, kuin nykyinen. Jos lukema on positiivinen, uusi standardiaika on pidempi kuin nykyinen.

## **5.4 Kelloaikatutkimuksien suoritus ja tulokset**

Työntekijöiden joutuisuutta ja sen merkityksellisyyttä arvioitiin aina työnmittausta suorittaessa. Kelloaikatutkimuksella mitattavien töiden suorittajat olivat kuitenkin työhön pätevöityneitä henkilöitä, jotka työskentelivät normaalilla työtahdilla, päädyttiin kaikissa standardiaikalaskelmissa käyttämään joutuisuuskertoimena 1. Tutkimuksia suoritettiin kolmen kuukauden ajan, aina kun projektin piiriin kuulu- nut tuote tuli tuotantosuunnitelman mukaisesti valmistettavaksi työpisteille. Mahdolliset häiriöaika esiintymät kirjattiin ylös työnmittausta suorittaessa.

### **5.4.1 Hitsauksen kelloaikatutkimus**

Hitsauksen kelloaikatutkimuksen osalta, joutuisuuden arviointi oli tärkeää, koska hitsauksen työnvaiheajasta tulosten kannalta merkittävänä pidettävä osa kuluu koneajan lisäksi käsiaikaan. Hitsauspisteellä käsiaika koostuu kappaleiden vaihdosta ja koneaikaan sisältyy automatisoitu hitsausprosessi. Hitsauspisteen sisältämän manuaalisen kappaleen vaihdon vuoksi mittausotantoja päädyttiin ottamaan 6 kappaletta, jotta varmistutaan halutusta mittaustarkkuudesta. Kelloaikatutkimuksessa mitattiin työnvaiheaikaa kokonaisuutena eli käsiaika ja koneaika otettiin samassa mittauksessa huomioon. Mittaukset aloitettiin aina edellisen kappaleen valmistuttua ja päätettiin kyseisen kappaleen valmistumiseen, josta aloitettiin taas seuraava mittausotanta.

Kun kelloaikatutkimuksien mittausotannot oli suoritettu, tulokset syötettiin kappaleessa 5.3 mainittuun taulukkoon 1, jolla laskettiin otantojen keskiarvo. Tämän jälkeen suoritettiin uusien standardiaikojen laskenta sekä vertailu taulukon 3 mukaisesti.

### TAULUKKO 3. Hitsauspisteen tutkimuksen tulokset

Työpiste	Nimi	Kiertoaika (s)	Standardiaika (s)	Apuaikakerroin	Uusi standardiaika (h)	Nyk. Standardiaika	% vaikutus
Hitsauspiste 1	Runko 1	91	115	1,266490765	0,032	0,050375	-37 %
Hitsauspiste 1	Runko 2	95	120	1,266490765	0,033	0,070875	-53 %
Hitsauspiste 1	Runko 3	250	317	1,266490765	0,088	0,067	32 %
Hitsauspiste 1	Runko 4	91	115	1,266490765	0,032	0,0520875	-39 %
Hitsauspiste 1	Runko 5	95	120	1,266490765	0,033	0,070875	-53 %
Hitsauspiste 1	Runko 6	250	317	1,266490765	0,088	0,067	32 %
Hitsauspiste 1	Runko 7	91	115	1,266490765	0,032	0,050375	-37 %

Verratessa hitsauksen uusia standardiaikoja vanhoihin, huomataan taulukon 3 viimeisestä sarakkeesta saavutettu prosentuaalinen muutos vanhaan aikaan. Mitattujen runkojen standardiaikoja on saatu lyhennettyä 37–53 % verran, joten hitsauksen osalta menetelmäkehityksellä on saavutettu todella merkittäviä hyötyjä valmistuksen tehokkuutta ajatellen.

Yhtenä poikkeuksena taulukosta huomataan runko 3 ja runko 6, joiden standardiajat näyttävät kasvaneen 32 %. Tätä tutkiessa lisää selvisi, että kyseinen runko ei kuulunut menetelmäkehityksen piiriin, joten mitään muutoksia kyseisen rungon standardiajassa ei pitäisi esiintyä muutoksia. Työsuoritteiden havainnoista keskusteltiin yhdessä opinnäytetyön ohjausryhmän kanssa ja standardiajan nousun juurisyy johtui työn suorittajan väärästä työjärjestyksestä. Tähän reagoitiin työn suorittajien työnopastuksella ja ohjeistuksen päivittämisellä, jonka avulla tulokset saadaan taas normalisoitua.

#### 5.4.2 Koneistuksien kelloaikatutkimukset

Koneistuksen osalta työnmittausta suoritettiin kahdella eri koneistuspisteellä. Koneistusprosessien osalta työn suorittajan joutuisuutta ei tarvinnut arvioida, sillä molemmat koneistuspisteet ovat lähes täysin automatisoitu. Työn suorittajan vastuulla on ainoastaan materiaalin lastaus työpisteisiin. Materiaalin lastaus soluun ei myöskään keskeytä koneen työstöprosessia, joten sitä ei tarvitse huomioida työnmittauksessa. Kelloaikatutkimuksessa mitattiin koneistuksien osalta puhtaasti koneaikaa, tarkemmin ilmaistuna kappaleessa 3.6.1 mainittua tahtiaikaa.

Koneistuksien kelloaikatutkimuksien osalta haluttuun mittaustarkkuuteen päästään neljällä mittausotannalla, koska kappaleiden tahtiaika pitäisi käytännössä olla täysin vakio automatisoidussa valmistusprosessissa, kun häiriöitä ei esiinny.

Mittauksia suorittaessa tämä varmistui, sillä kellotusajoissa ei ollut, kuin sekuntien eroja, jotka johtuvat puhtaasti työmittauksen suorittajasta. Taulukossa 4 on esitettyä koneistuspisteen 1 tulokset.

#### TAULUKKO 4. Koneistuspiste 1 tutkimuksen tulokset

Työpiste	Nimi	Kiertoaika (s)	Standardiaika (s)	Apuaikakerroin	Uusi standardiaika (h)	Nyk. Standardiaika	% vaikutus
Koneistus 1	Runko 1	290	324	1,118881119	0,090	0,100	-10 %
Koneistus 1	Runko 2	381	426	1,118881119	0,118	0,211	-44 %
Koneistus 1	Runko 3	476	533	1,118881119	0,148	0,194	-24 %
Koneistus 1	Runko 4	330	369	1,118881119	0,103	0,100	2 %
Koneistus 1	Runko 5	381	426	1,118881119	0,118	0,213	-44 %
Koneistus 1	Runko 6	476	533	1,118881119	0,148	0,194	-24 %
Koneistus 1	Runko 7	330	369	1,118881119	0,103	0,100	2 %
Koneistus 1	Runko 8	290	324	1,118881119	0,090	0,100	-10 %

Verratessa koneistuspisteen 1 uusia standardiaikoja vanhoihin huomataan, että mitattujen runkojen standardiajat ovat lyhentyneet 10–44 % verran. Poikkeuksina taulukosta huomataan rungot 4 ja 7, joiden standardiajat näyttävät kasvaneen 2 %. Asiaa tutkiessa selvisi, että kyseisille rungoille oli jo tehtynä standardiajan päivitys, joten tämä 2 % ero kuvastaa ainoastaan työmittaajien tulosten eroa. Koska aiemmasta työmittaus tavasta ei ollut täyttä varmuutta päädyttiin standardiaika, kuitenkin päivittämään tämän opinnäytetyön mittauksen mukaiseksi.

Koneistuspisteellä 2 mitattiin tahtiaikoja jatkeputkien osalta, kun koneistuspisteellä 1 mitattiin runkojen osalta. Taulukossa 5 on esitettyä koneistuspisteen 2 tulokset.

#### TAULUKKO 5. Koneistuspiste 2 tutkimuksen tulokset

Työpiste	Nimi	Kiertoaika (s)	Standardiaika (s)	Apuaikakerroin	Uusi standardiaika (h)	Nyk. Standardiaika	% vaikutus
Koneistus 2	Jatkeputki 3	382	443	1,15942029	0,123	0,208	-41 %
Koneistus 2	Jatkeputki 4	314	364	1,15942029	0,101	0,145	-30 %
Koneistus 2	Jatkeputki 6	373	432	1,15942029	0,120	0,419	-71 %
Koneistus 2	Jatkeputki 7	382	443	1,15942029	0,123	0,208	-41 %
Koneistus 2	Jatkeputki 8	382	443	1,15942029	0,123	0,208	-41 %
Koneistus 2	Jatkeputki 9	382	443	1,15942029	0,123	0,208	-41 %

Verratessa koneistuspisteen 2 uusia standardiaikoja vanhoihin huomataan, että mitattujen jatkeputkien standardiajat ovat lyhentyneet 30–41 % verran. Poikkeuksena taulukossa esiintyy jatkeputki 6, jonka standardiaika näyttää lyhentyneen 71 %. Vaikka uusi standardiaika on lyhentynyt todella merkittävästi, jota pidetään haluttuna tuloksena, otettiin standardiajan muutoksen syy tarkempaan tutkimuk-

seen. Tällä tarkemmalla tutkimuksella haluttiin varmistaa mittauksen paikkansa-pitävyys. Syyksi normaalia suuremmalle erolle, paljastui vanhan standardiajan virheellisyys. Vanhassa standardiajassa oli eriteltyä kappaleen koneistus sekä pesuaika erikseen ja pesuaika oli määritetty reilusti liian suureksi. Tämän löydök-sen perusteella mittaustulosten oikeudenmukaisuudesta varmistuttiin. Todellinen menetelmäkehityksellä saavutettu hyöty jatkeputken 6 osalta on arviolta sama, kuin muillakin mitatuilla jatkeputkilta eli 30–41 % välillä.

### 5.4.3 Sahauksen kelloaikatutkimus

Sahauksen työmittaus suoritettiin koneistuksen tapaan mittaamalla tahtiaikaa, joten joutuisuutta ei sahauksen osalta huomioitu. Sahauksessa työntekijä hoitaa materiaalin syötön sahauslinjastolle, mutta itse sahausprosessi on automatisoitu. Sahausprosessin kesto suhteutettuna materiaalin syöttöön kuluvaan aikaan on niin suuri, että tässä tapauksessa voitiin mitata tahtiaikaa. Tahtiajassa otettiin kuitenkin huomioon uuden materiaalin sahauksen aloituksesta koituvat ajalliset vai-kutukset. Uuden materiaalin sahauksen aloittaessa suoritetaan päänoikaisu, eli materiaalin päästä sahataan pieni osa pois laadunvarmistuksen vuoksi. Päänoi-kaisuun kuluva aika kellotettiin aina erikseen ja jaettiin materiaaliaihiosta synty-vien kappaleiden lukumäärällä, jotta kuluva aika saatiin suhteutettua yhtä sahat-tavaa valmista kappaletta kohden. Kuviossa 10 esimerkkinä jatkeputken 1 mate-riaalin lisäyksestä ja päänoikaisuun kuluva aika jaettuna yhtä kappaletta kohti.

Jatkeputki 1	<b>Saha1</b>	0.06.50	Putkien vaihto + päänoikaisu
	Kappaletta materiaalista	92	
	KPL kohden	0.00.04	

KUVIO 10. Materiaalin vaihdon ja pään oikaisun aikalaskelma kappaletta kohden.

Esimerkissä materiaaliaihiosta valmistuu 92 valmista jatkeputkea, joten materi-aalin lisäykseen ja päänoikaisuun kuluva aika on jaettu luvulla 92, jotta kappaletta kohti kuluva aika saadaan selville. Esimerkin jatkeputken 1 kellotettuun tahtiai-kaan on siis lisätty 4 sekuntia, jotta materiaalin vaihdoksesta koituva aika saatiin huomioitua standardiaikalaskelmassa.

Sahauksen osalta mitatut tahtiajat olivat keskenään täysin samoja, joten neljä mittaustantaa riitti halutun mittaustarkkuuden varmistamiseksi. Sahauksen työnaikatutkimuksen tulokset ovat esitettyinä taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Sahauksen tutkimuksen tulokset

Työpiste	Nimi	Kiertoaika (s)	Standardiaika (s)	Apuaikakerroin	Uusi standardiaika (h)	Nyk. Standardiaika	% vaikutus
Saha 1	Jatkeputki 1	130	147	1,129411765	0,041	0,102	-60 %
Saha 1	Jatkeputki 2	250	282	1,129411765	0,078	0,140	-44 %
Saha 1	Jatkeputki 4	172	194	1,129411765	0,054	0,102	-47 %
Saha 1	Runko 1	274	309	1,129411765	0,086	0,140	-47 %
Saha 1	Runko 2	492	556	1,129411765	0,154	0,219	-29 %
Saha 1	Runko 8	274	309	1,129411765	0,086	0,140	-39 %

Sahauksen menetelmäkehityksen osuutta voidaan pitää todella hyvin onnistuneena, sillä jatkeputkien standardiajat ovat lyhentyneet 47–60 % sekä runkojen standardiajat lyhentivät 29–47 %.

## 5.5 Standardihintojen päivittäminen ja vertailun suorittaminen

Työntutkimuksen ja työvaiheiden standardiaikojen laskennan jälkeen standardiaikojen päivitys suoritettiin maaliskuussa 2022. Standardiajat päivitettiin kootusti yrityksen käyttämään V10-toiminnanohjausjärjestelmään. Standardiaikojen päivitysten jälkeen toiminnanohjausjärjestelmä V10:stä tulostettiin projektin piiriin kuuluneiden tuotteiden uudet standardihintaraportit. Standardihintaraportit lisättiin Exceliin luotuun tiedostoon tulosten käsittelyä varten. Tiedostoon lisättiin myös vertailudatana käytettävät standardihintaraportit, jotka on tulostettu kohdeyrityksen toimesta helmikuussa 2021. Standardihintaraporteista nähdään tuotteiden standardihinta mukaillen teoriaosuudessa esitettyä laskentatapaa, jossa määrästandardit kerrotaan hintastandardeilla.

Standardiaikojen päivitykset sekä hintaraporttien tulostukset suoritettiin kaikille nimikkeille ja tuotteille samanaikaisesti, jotta varmistuttiin tulosten vertailukelpoisuudesta keskenään. Tällä menetelmällä varmistutaan, että työvaiheiden hinnat ovat kaikissa tuotteiden raporteissa samat sekä materiaalikustannuksien muutokset ovat saman aikajakson datan perusteella.

Standardihintojen vertailua varten luotiin taulukko, jonka perusteella eri tuotteiden materiaali- ja työkustannusten muutos sekä vaikutukset kokonaishintaan laskettiin. Tuotteiden vertailu suoritettiin taulukon 7 mukaisella pohjalla. Taulukossa suoritetaan myös vertailu yrityksen asettamiin kustannussäästötavoitteeseen.

TAULUKKO 7. Tuotteiden standardihintojen vertailupohja, arvot keksitty.

Tuote X		
2/21 Standardihinta		
Std.mat.	Std.työ	Std.yht.
100,00 €	50,00 €	150,00 €
3/22 Standardihinta		
Std.mat.	Std.työ	Std.yht.
120,00 €	40,00 €	160,00 €
Muutokset		
Std.mat.	Std.työ	Std.yht.
20,00 €	-10,00 €	10,00 €
20,00 %	-20,00 %	6,67 %
<b>Hinta (8/2019)</b>	<b>Toteutunut</b>	<b>Toteutunut säästö% verrattuna (8/2019)</b>
160,00 €	140,00 €	-12,50 %

Taulukko 7 on täytetty kuvitteellisin arvoin, eikä tämän opinnäytetyön tuloksissa tulla esittelemään mitään aktuaalisia standardihintoja. Tuloksien osalta esittely ja arviointi tapahtuu rajatusti vain prosentuaalisessa muodossa. Opinnäytetyössä suoritettavista vertailuista esitetään vain menetelmäkehityksen avulla saavutetut muutokset työkustannuksissa. Muita suoritettuja vertailuja käytettiin projektin onnistumisen arvioinnin tukena. Vertailujen yksityiskohtaisemmat tulokset raportoitettiin kohdeyritykselle ja pidetään tämän opinnäytetyön osalta salaisena.

## 5.6 Standardihintojen muutokset

Työntutkimus jäi opinnäytetyön osalta kesken ja sen loppuun vieminen jäi kohdeyrityksen vastuulle. Projektin piiriin kuului yhteensä 12 tuotetta ja 49 tutkittavaa nimikettä, joista 28 nimikkeelle saatiin suoritettua kelloaikatutkimus sekä standardiaikojen laskenta. Tässä opinnäytetyössä käsitellään 2 tuotteen vertailutulokset. Käsiteltävien tuotteiden osalta kelloaikatutkimukset sekä standardiaikalaskelmat saatiin suoritettua 80 prosenttisesti, joten kyseisten tuotteiden vertailutulokset antavat eniten informaatiota menetelmäkehityksen avulla saavutetuista hyödyistä.

Projektin muiden tuotteiden osalta tutkimukset sekä standardiaikalaskelmat saatiin suoritettua vain 20–60 prosenttisesti, joten kyseisten tuotteiden osalta standardihintojenvertailu jää puutteelliseksi ja tulokset eivät ole projektin todellisia hyötyjä kuvastavia.

### **5.6.1 Menetelmäkehitysprojektin vaikutukset tuotteiden standardihintaan**

Tuotteiden 1 ja 2 osalta vertailuajanjakson aikana tapahtuneet työkustannusstandardien muutokset olivat seuraavat:

- Tuotteen 1 työkustannusten muutos = -17,82 %
- Tuotteen 2 työkustannusten muutos = -23,52 %

Tuloksista huomataan, että menetelmäkehitysprojektin avulla tuotteiden työkustannusstandardeja saatiin alennettua tuotteen 1 osalta 17,82 prosenttia ja tuotteen 2 osalta 23,52 prosenttia. Molempien tuotteiden osalta materiaalikustannukset olivat nousseet merkittävästi vertailuajanjakson aikana, mutta suoritettuna menetelmäkehityksen avulla saatiin kompensoitua materiaalikustannusten sekä inflaation aiheuttamaa kustannuspainetta standardihintojen nousulle. Työssä esiintyvät työkustannusten muutokset olivat merkittäviä, vaikka tuotteiden kelloaikatutkimuksia ja standardiaikalaskelmia ei saatu tuotteiden osalta suoritettua 100 prosenttisesti. Menetelmäkehitysprojektin onnistumista kuvaa myös se, että projektin alussa asetettuihin prosentuaalisiin kustannussäästö tavoitteisiin päästiin.

### **5.6.2 Standardihintojen muutosten selitykset**

Standardihintojen muutokset olivat tietyiltä osin suotuisia, mutta myös epäsuotuisia ja niiden syille on useita eri selityksiä. Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon 8 on koottuna esimerkkejä kappaleen 4.3 mukaisesti, jotka ovat vaikuttaneet työntutkimuksen kohteena olleiden tuotteiden standardihintoihin muutoksia.

## TAULUKKO 8. Standardihintojen muutosten eroselitykset

Materiaalikustannustenmuutos epäsuotuisa	Työkustannusten muutos suotuisa	Työkustannusten muutos epäsuotuisa
Markkinahintojen nousu	Ammattitaitoiset työntekijät	Työvaiheen hinnan muutos
Jouduttu ostamaan ollessa tilapäisesti korkealla	Pieni työn odotusaika (tuotannon tehokkuus)	
Joudutaan vaatimaan nopeaa toimitusta	Hyvä työnopastus ja johto	
Toimittajien raaka-aine pula	Suoritettut menetelmäkehitykset	
	Työvaiheen hinnan muutos	

Suuri materiaalikustannusten nousu johtuu pääsääntöisesti markkinahintojen noususta sekä toimittajien raaka-aine pulasta. Opinnäytetyön tulosten aikana materiaalihintoja ovat nostaneet erilaiset vallitsevat kriisit ja niiden aiheuttaneet saantiongelmia. Hintamuutokset voivat olla epäsuotuisia myös, jos kohdeyritys joutuu tai on joutunut vaatimaan nopeampia materiaalitoimituksia. Materiaalikustannusten muutokset olisivat voineet olla suotuisia, jos menetelmäkehityksen piiriin kuuluneille tuotteille olisi saatu tehtyä materiaalikustannussäästöjä tuotekehityksen tai toimittajavaihdosten kautta, kuitenkin tinkimättä tuotteiden laadusta.

Työkustannusten muutokset olivat todella suotuisia suoritetun menetelmäkehityksen ansiosta, mutta myös yrityksen työnjohdon ja työnopastuksen merkitys oli nähtävissä työsuoritteiden tehokkuudessa. Suotuisaa ja epäsuotuisaa muutosta työkustannuksille aiheutti myös projektin sahaus-, koneistus ja hitsausprosessin työvaiheiden hintojen muutokset.

Työhintojen muutokset verrattuna projektin aloitusvaiheeseen olivat seuraavat:

- Sahaus -2 %
- Hitsaus -11 %
- Koneistus +2 %

Työn hintojen muutoksilla olivat seuraavalla sivulla esitetyn kuvion 11 mukaiset lisävaikutukset työkustannuksien muutoksiin. Kuviossa esiintyvällä resurssihinnalla tarkoitetaan työvaiheen hintaa.

Resurssihintojen muutokset tuote 1			
Jatkeputki			
	Resurssihinta	Työkustannus	Standardiajan muutos
Sahaus	-3 %	-61 %	-60 %
Runko			
	Resurssihinta	Työkustannus	Standardiajan muutos
Sahaus	-3 %	-49 %	-47 %
Hitsaus	-11 %	-40 %	-37 %

Resurssihintojen muutokset tuote 2			
Jatkeputki			
	Resurssihinta	Työkustannus	Standardiajan muutos
Sahaus	-3 %	-45 %	-44 %
Runko			
	Resurssihinta	Työkustannus	Standardiajan muutos
Sahaus	-3 %	-31 %	-29 %
Koneistus	2 %	-42 %	-44 %
Hitsaus	-11 %	-55 %	-53 %

KUVIO 11. Työvaiheiden hintojen muutoksien vaikutukset työkustannuksiin

Kuviossa olevasta vertailusta nähdään, että työvaiheiden hinnan muutoksilla oli työkustannusten muutokseen pääsääntöisesti 1–3 % lisävaikutus verrattuna standardiajan muutokseen. Jos työvaiheiden hinnat olisivat pysyneet vertailukauden aikana täysin ennallaan olisi työkustannusten muutokset olleet suoraan verrattavissa standardiajan muutoksiin.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työn tarkoitus ja projektin läpivienti oli selkeä alusta alkaen. Tarkoituksena oli selvittää yrityksen menetelmäkehityksen kustannussäästöt ja vaikutukset tuotteiden standardihintoihin työntutkimuksen avulla. Koska työntutkimus suoritettiin yrityksen normaalin tuotantosuunnitelman ohella, oli kommunikointi kohdeyrityksen tuotannosuunnittelun kanssa todella keskeisenä tekijänä työn tulosten laajuuden osalta. Työn tutkimustuloksia voidaan pitää erittäin luotettavina, sillä kaikkien käytettyjen tutkimusmenetelmien, laitteiden ja laskentatapojen käyttö perustuu laajaan luotettavien alakohtaisten kirjallisuuslähteiden tutkintaan.

Työn aikana suoritettujen tutkimuksien sekä laskelmien perusteella yrityksen suorittamaa menetelmäkehitysprojektia voidaan pitää onnistuneena. Tuloksissa tarkasteltavien tuotteiden osalta työkustannuksien laskulla saatiin kompensoitua nousevien materiaalikustannusten sekä inflaation aiheuttamia kustannuspaineita. Opinnäytetyön aikana tehdyt tutkimustulokset viittaavat siihen, että tuloksia voidaan pitää saman suuntaisina kaikkien projektiin kuuluvien tuotteiden osalta. Muiden tuotteiden kokonaislopputulokseen vaikuttavat kuitenkin tuotteiden materiaalien määrä. Mitä suuremmat suhteelliset materiaalikustannukset tuotteella on, sitä pienempi suhteellinen vaikutus saaduilla työkustannussäästöillä on tuotteeseen, joten kaikkien tuotteiden osalta materiaalikustannusten aiheuttamia kustannuspaineita ei saada kompensoitua yhtä paljoa.

Jatkotoimenpiteinä kohdeyrityksen vastuulle jää suorittaa työmittaukset ja standardiaikalaskennat loppuun, jotta uudet työkustannukset saadaan huomioitua kaikkien tuotteiden standardihinnoissa. Työntutkimuksien loppuun suorittaminen on tärkeää, sillä laskentatuloksilla on suoria vaikutuksia yrityksen tarjouslaskennan sekä tuotannosuunnittelun tarkkuuteen. Tämän opinnäytetyön pohjalta yritys pystyy suorittamaan työntutkimuksen loppuun hyödyntäen työn tuloksina syntyneitä laskentataulukoita sekä työhön raportoituja työntutkimusmenetelmiä. Jatkokehitysehdotuksena on yrityksen olemassa olevan kelloaikatutkimusohjeen päivittäminen. Työmittausohjeistuksessa tulisi keskittyä erityisesti eri työmenetelmien mittaustapoihin, jotta saataisiin työmittauksen tulokset vakioitua riippu-

matta työnmittauksen suorittajasta. Opinnäytetyön aikana suoritettua työntutkimuksen pohjalta voidaan myös suositella suoritettavaksi satunnaisia työntutkimuksia tai työohjeistuksien läpikäyntejä olemassa oleville vakioituille tuotteille. Esimerkkinä kappaleessa 5.4.1 esiintynyt runko, jonka työmenetelmät olivat väärät. Satunnaisilla työntutkimuksilla esiin voi nousta myös muita standardiaikoihin vaikuttavia muutoksia, joita yritys ei ole osannut ottaa vuosien aikana huomioon. Näin standardiajat sekä standardihinnat saataisiin pidettyä mahdollisimman ajan tasalla, samalla tarkentaen tuotannonsuunnittelua sekä tuotteiden hinnoittelua.

## LÄHTEET

- Ahokas, P., Tiihonen, J., Neuvonen, J & Suikki, M. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Helsinki: Teknologiateollisuus ry. Luettu 25.2.2022. [https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file\\_attachments/tyomarkkinat\\_kannustava\\_palkkaus\\_palkkaustapoja\\_tyontutkimuksen\\_menettelytavat.pdf](https://teknologiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf)
- Alhola, K., Lauslahti, S. 2003. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. 4. painos. Vantaa: WSOY
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs.
- Jiao, J., Tseng, M.M. 1999. A pragmatic approach to product costing based on standard time estimation. Artikkelijulkaisussa International Journal of Operations & Production Management. Vol. 19 (7), 738-755.
- Jyrkkiö, E., Riistama, V. 2004. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. 18. uudistettu painos. Porvoo: WS Bookwell Oy
- Laine, J. n.d. Ohjeita ja neuvoja työntutkimuksen tekoa varten – käsikirja työntutkimuksen perusteista ja pelisäännöistä. Palkkataito Oy. Luettu 14.3.2022. <https://www.palkkataito.fi/wp-content/uploads/2017/08/ohjeita-ja-neuvoja-tyontutkimuksen-tekoa-varten.pdf>
- Neilimo, K. Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. 6.–7. uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy
- Pohjalaakeroidut palloventtiilit. n.d. Tuotteet. Artikkelijulkaisussa Vexven sivustolla. Luettu 21.2.2022. <https://www.vexve.com/fi/tuotteet/venttiilit/pohjalaakeroidut-palloventtiilit/>
- Rationalisointineuvottelukunta SAK-STK. 1987. Elpymisajan määrittäminen työnmitauksessa. Sähköinen kirjanen. Luettu 1.4.2022. <https://docplayer.fi/9990776-Elpymisajan-maaritys-tyonmittauksessa.html>
- Sastamalan tehtaat. n.d. Yhteystiedot. Luettu 1.4.2022. <https://www.vexve.com/fi/yhteystiedot/>
- Stephens, M. 2019. Manufacturing facilities design and material handling. 6. painos. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press
- Stevenson, W. 2014. Operations management. 12. painos. New York: McGraw-Hill Education.
- Säätö- ja sulkuläppäventtiilit. n.d. Tuotteet. Artikkelijulkaisussa Vexven sivustolla. Luettu 21.2.2022. <https://www.vexve.com/fi/tuotteet/venttiilit/lappaventtiilit/>
- Teräspalloventtiilit. n.d. Tuotteet. Artikkelijulkaisussa Vexven sivustolla. Luettu 21.2.2022. <https://www.vexve.com/fi/tuotteet/venttiilit/teraspalloventtiilit/>

Vexve – Inspired by your flow. n.d. Yritys. Artikkele Vexven sivustolla. Luettu 21.2.2022. <https://www.vexve.com/fi/yritys/yritys/>

Vexve Oy. n.d. Vexven tuotevalikoima. Artikkele Vexven sivustolla. Luettu 21.2.2022. <https://www.vexve.com/fi/tuotteet/>

## LIITTEET

Liite 1. Elpymisajan määrittämiseen käytettävä RANK:n taulukko (Rationalisointi-neuvottelukunta SAK-STK. 1987, 7–8)

Rasitus-luokka	Vaihtoehtoinen määritelmä	Elpymisaika min/8 h
1 A	Työssä ei esiinny fyysistä ponnistusta	25
2 A	Kevyt työ: käsiteltävä esineet ovat keveitä tai liikevastus pieni. Työtä tehdään istuen tai vaihtelevasti istuen ja seisten.	35
2 B	Työ vaatii normaalia tarkkaavaisuutta, valppautta ja keskittymistä.	
3 A	Pääasiassa seisten tehtävä kevyt työ. Työ, jossa ajoittain mutta pitkäaikoin väliajoin joudutaan käsittelemään keskiraskaita esineitä. Työ on muuten kevyttä ja sitä tehdään yleensä istuen. Kevyt työ, jossa joudutaan kävelemään yli puolet työajasta.	45
3 B	Työ vaatii tavanomaista suurempaa tarkkaavaisuutta ja keskittymistä. Yksitoikkoinen työ, jossa samankaltaiset lyhyehköt työvaiheet toistuvat koko työpäivän ajan.	
4 A	Työssä esiintyy lyhyin väliajoin keskiraskaita ponnistuksia, muu osa työstä seisten tehtävää kevyttä työtä. Työ sisältää jatkuvaa liikkeessä oloa, ajoittain portaissanousua ja keskiraskaiden taakkojen kantamista.	55
4 B	Työ vaatii tarkkaavaisuutta ja jatkuvaa valmiutta rajoitettuun toimintaan. Työ koostuu samanlaisina toistuvista lyhyistä työvaiheista koko päivän ajan ja sidonnaisuusaste on korkea.	
5 A	Keskiraskas työ, käsiteltävät esineet liikevastus keskiraskasta tai työajasta korkeintaan 25 % raskasta nostamista, työntämistä tai vetämistä. Työ tehdään koko ajan seisten, ja liikuteltavat esineet ovat keskiraskaita työasennon ollessa korkeintaan 25 % työajasta.	70
5 B	Työ vaatii melko rasittavaa tarkkaavaisuutta ja keskittymistä. Työ vaatii alituista valmiutta nopeaan toimintaan tarkkailun kohteena olevalla laajalla alueella. Työ koostuu samanlaisina toistuvista lyhyistä työvaiheista ja on täysin sidottua.	
6 A	Raskas ruumiillinen työ: työajasta korkeintaan 50 % raskasta nostamista, kantamista, työntämistä tai vetämistä. Korkeintaan 50 % työajasta on työtä suoritettava rasittavassa työasennossa ja liikutellen keskiraskaita esineitä.	85
6 B	Työ edellyttää jatkuvaa herpaantumaton tarkkaavaisuutta ja keskittymistä	
7 A	Hyvin raskas työ: työajasta yli 50 % raskasta nostamista, kantamista, työntämistä tai vetämistä. Raskasta työtä poikkeuksellisen epämukavassa asennossa.	100
7 B	Työ vaatii rasittavaa keskitettyä tarkkaavaisuutta siinä määrin, että sitä voidaan suorittaa yhdenjaksoisesti vain lyhyehkön ajan työn tuloksen kärsimättä.	