

Teijo Heikkinen

**SUUNNITELMA LÄMMITYSKATTILAN PALAMISEN  
AUTOMATISOINNISTA JA SEN TUOTTEISTAMINEN**

Opinnäytetyö

Kajaanin ammattikorkeakoulu

Tekniikan ja liikenteen ala & Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma & Liiketalouden koulutusohjelma

Syksy 2014



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala Yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka Liiketalouden koulutusohjelma
Tekijä(t) Teijo Heikkinen	
Työn nimi Suunnitelma lämmityskattilan palamisen automatisoinnista ja sen tuotteistaminen	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tuotannon johtaminen ja kunnossapito & Esimiehen syventävä osaaminen ja kehittämistoiminnan osaaminen	Toimeksiantaja Vilho Shnoro
Aika Syksy 2014	Sivumäärä ja liitteet 43+2
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä suunnitelma lämmityskattilan palamisen automatisoimisesta. Opinnäytetyön toisena tavoitteena on selvittää suunnitelmasta syntyvän tuotteen kaupallistamisen mahdollisuudet. Tutkimuksen tarkoituksena on ottaa selville, voidaanko ohjelmoitavan logiikan avulla automatisoida lämmityskattilan palamista. Tutkimuksen tarkoituksena on lisäksi selvittää, onko syntyvälle tuotteelle mahdollista saada aikaan kannattavaa liiketoimintaa.</p> <p>Tutkielman teoriaosassa käsitellään Ariterm 35+ -lämmityskattilan rakennetta, palamisen eri vaiheet ja logiikkaohjaus. Kaupallisessa osuudessa käsitellään kustannuslaskennan, lisäyslaskennan ja tuotteistamisen teorioita.</p> <p>Tutkimuksessa tehtiin suunnitelma lämmityskattilan palamisen automatisoimisesta. Työssä selvitettiin, mitä tarvikkeita tarvitaan lämmityskattilan palamisen automatisoimisessa. Lisäksi tutkimuksessa kartoitettiin toimittajat, joilta tarvittavia tuotteita on saatavilla. Tuotteistamisen osuudessa selvitettiin tarvittavien tuotteiden hinnat ja tehtiin laskelmat syntyvän tuotteen kustannuksista.</p>	
Kieli	suomi
Asiasanat	lämmityskattila, ohjelmoitava logiikka, lisäyslaskenta, tuotteistaminen
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School Engineering Business	Degree Programme Mechanical and Production Engineering Business Administration
Author(s) Teijo Heikkinen	
Title The plan of the boiler combustion automation and productization	
Optional Professional Studies Production Management and Maintenance & Management and Development	Commissioned by Vilho Shnoro
Date Autumn 2014	Total Number of Pages and Appendices 43+2
<p>The objective of this thesis is to draw up a plan for boiler combustion, as well as to find out whether this product can be commercialized. The purpose of this examination is to find out whether there is possibility to automate combustion of boiler by using programmable logic. Another aim of this study is to find out if it is possible to create a profitable business for this product.</p> <p>The theoretical part discusses the structure of Aritem 35+ boiler, different phases of combustion and logic control. Commercial section discusses theory of cost accounting, appendix calculation and productization.</p> <p>A draft plan for boiler combustion automation was made during the research. The study researched which are the needed supplies in order to automate the boiler combustion. Another main point was to look for the suppliers who can deliver the needed products. In the productization section the prices of the products were found out in order to clarify the costs of the product.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Boiler, programmable logic, appendix calculation, productization
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 LÄMMITYSKATTILAT	3
2.1 Yläpalokattila	3
2.2 Alapalokattila	3
2.3 Ariterm 35+ -lämmityskattila	4
3 PALAMISEN VAIHEET	6
3.1 Palamisen teoria	6
3.2 Tulisijojen hyötysuhteet	6
3.3 Palamisilman tarve	7
4 LOGIIKKAOHJAUS	8
4.1 Ohjelmoitava logiikka	8
4.2 Ohjelmointi	9
4.3 Analoginen elektroniikka	9
5 KUSTANNUKSET JA NIIDEN KOHDISTAMINEN	10
5.1 Kustannukset ja niiden ryhmittely	10
5.2 Kustannuslaskenta ja laskentatoimen ongelmat	11
6 LISÄYSLASKENTA	13
6.1 Lisäyslaskennan kulku	13
6.2 Välilliset ja välittömät kustannukset	15
7 TUOTTEISTAMINEN	17
7.1 Tuotekehitys	17
7.2 Hinnoittelu	18
8 TOTEUTUS	20
8.1 Hankinta	22
8.2 Asennus	26
8.3 Ohjelmointi	27
8.4 Lisäyslaskenta	29
8.5 Hinnoittelu ja tuotteistaminen	30

9 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET 33

LÄHTEET 36

LIITTEET

## TERMILUETTELO

Konvektio	Konvektio on lämmön siirtoa nesteessä tai kaasussa.
Peltimoottori	Peltimoottori on ilmapeltien toimimoottori. Peltimoottoreita on sekä kääntöliikkeisiä että työntöliikkeisiä.
Pyrolyysi	Pyrolyysi on kemiallinen reaktio, jossa orgaanisia kiinteitä aineita hajotetaan kuumentamalla hapettomassa tilassa. Orgaaninen materiaali ei pala, vaan kaasuuntuu.
Savukaasu	Savukaasut ovat polttamisessa syntyviä kuumia kaasuja. Savukaasuilla lämmitetään lämmityskattiloissa vesikattilaa.
Savukaasuimuri	Savukaasuimuri on savupiippuun asennettava puhallin, jolla parannetaan savupiipun eli savuhormin vetoa.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tehdä suunnitelma Ariterm 35+ -lämmityskattilan palamisen ohjauksesta ohjelmoitavan logiikan avulla. Teknillinen osuus keskittyy selvittämään soveltuuko ohjelmoitava logiikka lämmityskattilan palamisen ohjaukseen. Kaupallinen osuus liittyy tuotteen kaupallistamisen selvittämiseen.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Vilho Shnoro. Vilho Shnoro koulutukseltaan koneautomaatioinsinööri. Vilho on toiminut opettajana Kajaanin ammattikorkeakoulussa ja kouluttajana Metso Automation Oy:ssä. Tällä hetkellä Vilho toimii asiantuntijana Talvivaara Sotkamo Oy:ssä. Vilho on erikoistunut teollisuuden mittalaitteisiin, mittaustekniikkaan ja kunnossapitoon.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä suunnitelma, kuinka lämmityskattilan palamista voi tehostaa ja automatisoida ohjelmoitavan logiikan avulla. Työn toisena tavoitteena on selvittää mahdollisuus ja edellytykset tuotteen kaupallistamiseen. Opinnäytetyö on ainutlaatuinen, koska tavoitteena on kehittää esisuunnitelma palamisen ohjauksen automatisoinnista kotitalouksiin suunnattuun lämmityskattilaan.

Ongelmaksi lämmitettäessä Ariterm 35+ -lämmityskattilassa on ilmennyt, ettei se ehdi lämmitellä 3000 litran varaajaa riittävän kuumaksi valveillaolon aikana. Palamisen ohjauksella pyritään vähentämään hukkalämmön tuloa. Liian kuumilla savukaasuilla lämpö ei ehdi siirtyä kattilassa olevaan lämmitysveteen, vaan lämpö karkaa piipun kautta ulos.

Lämmitys tapahtuu useassa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa laitetaan polttoaine eli klappit tulipesään ja sytytetään tuli, sekä aukaistaan kattilassa oleva suora savuveto. Kun tuli on kunnolla syttynyt, ottaa logiikkaohjaus palamisen haltuun. Logiikka ohjaa lämpötila-antureiden avulla peltimoottoria, joka säätää ensiöilman säätöläppää. Paloa hallitaan ensiöilman avulla. Ensiöilman lisäys lisää palamisen määrää, ja savukaasujen lämpötila nousee. Ensiöilman vähentäminen vastaavasti hillitsee palamista, ja savukaasujen lämpötila laskee. Varaajan veden lämpötilan noustessa lähes 90 °C:seen savukaasujen lämpötilaa lasketaan, kunnes varaajan veden lämpötila nousee 93 °C:een. Varaajan veden lämpenemisen jälkeen logiikka ohjaa peltimoottoria sulkemaan ensiöilman, jolloin kattilassa oleva tuli sammuu.

Tuotteen kustannusten selvittämiseen käytetään lisäyslaskentaa. Lisäyslaskentaa on hyvä käyttää, kun perinteistä jakolaskentaa ei voida hyödyntää. Kustannusten kohdistaminen

oikeille laskentakohteille täytyy selvittää ja määritellä. Lisäyslaskennan avulla voidaan kohdistaa tuotteelle kustannusten laskentakohde oikein. Laskelmien avulla pystytään selvittämään tuotteen valmistamisen kustannukset. Kustannukset selvitetään välillisten ja välittömien kustannuksien avulla.

Tuotteistamisessa selvitetään myyntituotteeksi saattamisen vaiheet. Uuden tuotteen tuotteistamisessa määritetään tuotteelle asetettavat vaatimukset ja tavoitteet. Tavoitteista ja vaatimuksista määritetään sellaiset, jotka on mahdollista saavuttaa.

Tuotteen hinnoittelussa selvitetään vaiheet, joilla hinnoittelupäätös saadaan tehtyä. Tuotteen kustannusten laskemisen ja halutun myyntikatteen määrittämisessä tuotteelle saadaan myyntihinta. Tuotteen hinnan tulee kattaa valmistuksesta muodostuvat kustannukset ja hinnan täytyy olla sellainen, että tuote on haluttu.



## 2 LÄMMITYSKATTILAT

Suomessa myydään vuodessa noin 4000 kappaletta pienkiinteistöjen puukattiloita. Perinteisiä klapikattiloita näistä on 1500 kappaletta, kaksoispesäkattiloita 1500 kappaletta, hakekattiloita 500 kappaletta ja vaihtopolttokattiloita 500 kappaletta. Suurin osa uusista kattiloista asennetaan vanhoihin kiinteistöihin. Puulla lämmitettävät kattilat jaetaan polttoteknisesti yläpaloisiin ja alapaloisiin kattiloihin. (Jyväskylän Teknologikeskus Oy 2003, 93.; Ariterm 2014.)

### 2.1 Yläpalokattila

Yläpalokattilassa palaminen tapahtuu polttoainekasan päällä. Palaminen on vastaavanlaista avotulesa. Palamisprosessin keskeytyminen on keskeinen ongelma lisättäessä polttoainetta yläpalokattilaan. Kattilassa arinan päällä oleva polttoaine osallistuu palamiseen kokonaisuudessaan, joten polttoainereserviä kattilassa ei varsinaisesti ole. (Bioenergian verkkopalvelu 2012.)

Puhtaan ja tehokkaan polton edellytys on, että alta tulevat kaasut kulkevat liekin läpi syttyen ja palaen. Yläpalokattilat ovat usein sivusta täytettäviä, jolloin puut lisätään keon päälle. Ylimääräinen ilma pääsee palotilaan avattaessa luukkua, mikä viilentää savukaasuja eli heikentää kattilan hyötysuhdetta. (Bioenergian verkkopalvelu 2012.)

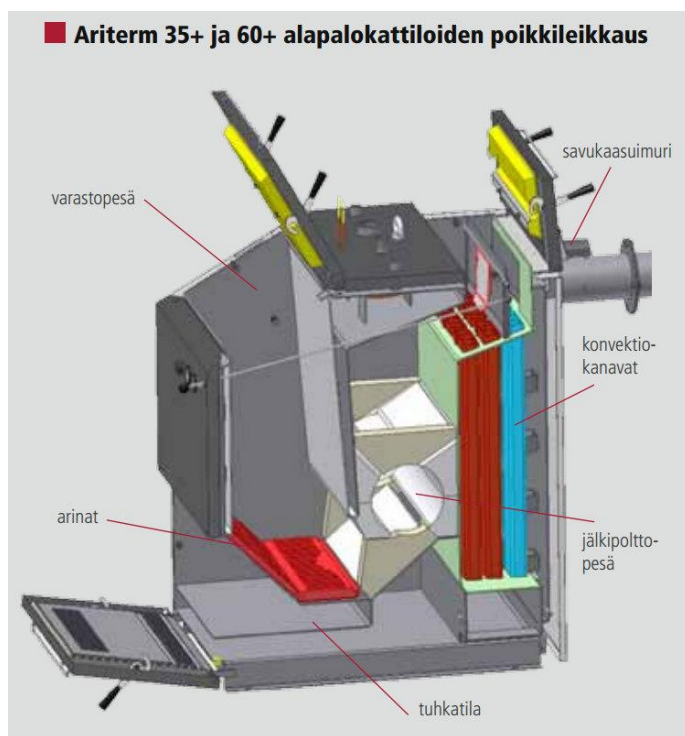
### 2.2 Alapalokattila

Alapalokattilassa polttoaine kaasuuntuu ja palaa osittain pienessä osassa polttoainepanosta kattilan alaosassa. Syntyvät savukaasut ja liekit johdatetaan erilliseen jälkipalo-osaan. Siellä ne palavat loppuun. Jäljelle jäänyt tuhka valuu arinan läpi tuhkatilaan. Klapit, hake ja palaturpeet ovat polttoaineita, joita käytetään alapalokattilassa. (Jyväskylän Teknologikeskus Oy 2003, 93 - 94.)

Alapalokattilan toimintaa ohjataan luonnonvedolla. Palamisilman ohjaus palavaan kerrokseen voidaan järjestetä myös puhaltimen avulla. Palamistapahtuma on alapalokattilassa lähempänä jatkuvaa polttoa kuin yläpalokattilassa. Palaminen on tällöin tehokkaampaa ja puhtaampaa. (Jyväskylän Teknologikeskus Oy 2003, 93 - 94.)

### 2.3 Ariterm 35+ -lämmityskattila

Ariterm 35+ on alapaloinen puukäyttöinen keskuslämmityskattila. Sen arina on vankkaa valurautaa ja kestää päivittäisen käytön hyvin. Puhdistus ja täyttö sekä tulen sytyttäminen on yksinkertaista ja nopeaa täysleiveiden luukkujen ansiosta. Lämmityskattila on yleisimmin käytössä omakotitalojen, maatilan rakennusten ja muiden vastaavan kokoluokan rakennuksissa. Lämmitys Ariterm 35+ -lämmityskattilassa on jaksoittaista ja perustuu energian varaamiseen lämminvesivaraajaan. Polttoaineena käytetään 0,5 metrin mittaisia puuklapeja. Lämmityskattilaan voidaan asentaa öljypoltin ja Axon-pellettipoltin. Lämmityskattilassa puiden paloaika on kolme tuntia ilman puiden lisäystä. Kuviossa 1 on Ariterm 35+ ja 60+ -alalokattiloiden poikkileikkaus ja osat. (Ariterm 2014.)



Kuvio 1. Ariterm 35+ ja 60+ -alalokattiloiden poikkileikkaus (Ariterm 2014)

Ariterm 35+ -lämmityskattilassa palaminen jakaantuu kolmeen eri vaiheeseen. Näitä ovat puiden kaasutus, kaasujen jälkipolttu ja lämmön talteenotto. Puiden kaasutus tapahtuu arinalla, joka sijaitsee varastopesän alaosassa. Kaasutuksessa tarvitaan ensiöilmaa, jonka avulla

palaminen tapahtuu. Se menee ylimpien ilmaventtiilien kautta hiillokseen, jolloin puut kaasuuntuvat. Kaasujen jälkipoltto tapahtuu keraamisessa, pyöreässä pesässä, jonne johdetaan esilämmitetty toisioilma. Toisioilman tuloa voidaan säätää lämmityskattilassa olevan alimman vetoläpän avulla. (Ariterm 2014.)

Tärkein tekijä puhtaassa palamisessa on palokaasujen ja esikuumennetun palamisilman hyvä sekoittuminen korkeassa lämpötilassa. Lämpötila voi nousta lähelle tuhatta astetta, jolloin puusta syntyvien kaasujen syttyminen ja palaminen on täydellistä. Ariterm 35+ lämmityskattilassa palaminen tapahtuu konvektio-osassa, jossa kaasuista syntyvä lämpö siirtyy tehokkaasti tulikuumista savukaasuista ympärillä olevaan kattilaveteen. (Ariterm 2014.)

### 3 PALAMISEN VAIHEET

Polttoaineen sisältämä lämpöenergia siirretään lämmityskattilan tulisijassa tulipesän rakenteisiin nopeasti tapahtuvan palamisen aikana. Polttoaineen palaessa muodostuu kuumia savukaasuja, joiden lämpö siirretään rakenteisiin. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 13.)

#### 3.1 Palamisen teoria

Palaminen on aineen kemiallista yhtymistä happeen. Palamisen aikana vapautuu reaktiolle ominainen energia lämpönä. Kiinteän polttoaineen palamisessa voidaan erottaa seuraavat vaiheet:

- alkulämpeneminen noin 100 °C:seen
- kosteuden haihtuminen
- pyrolyysi ja pyrolyysikaasujen syttyminen sekä jäännöshiilen palaminen. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 41.)

Palamisen vaiheet ovat usein peräkkäisiä yksittäisen pilkkeen palaessa. Panospolttoisissa laitteissa polttoainekerros poltetaan usein hiillockseksi asti. Seuraava panos lisätään vasta hiillockseksi palamisen jälkeen. Kiinteän polttoainekappaleen palaminen riippuu ominaisuuksista. Niitä ovat fysikaaliset ominaisuudet eli lämmönjohtavuus sekä lämpökapasiteetti, ja rakenteelliseksi ominaisuuksiksi puolestaan luetaan huokoisuus, tiheys ja palakoko. Kiinteän polttoaineen kemiallinen ominaisuus vaikuttaa lämpöarvon, pyrolysoitumislämmön ja reaktiivisuuden kautta. Polttoaineen eli pilkkeen kosteus vaikuttaa palamiseen. Liian kostea polttoaine palaa tehottomasti ja aiheuttaa enemmän päästöjä. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 41; Jyväskylän Teknologikeskus Oy 2003, 31.)

#### 3.2 Tulisijojen hyötysuhteet

Tulisijojen hyötysuhteet vaihtelevat lämmitystavasta ja tulisijatyyppistä riippuen. Savukaasuhäviö on suurin hyötysuhteeseen vaikuttava tekijä. Siihen vaikuttaa eniten savukaasujen

lämpötila ja palamisen yli-ilmamäärä. Savukaasuhäviöön vaikuttaa merkittävästi myös palamattomien kaasujen määrä. Hyvän palamishyötysuhteen edellytyksenä on hyvä pyrolyysikaasujen sekoittuminen, hyvä toisioilma ja korkea lämpötila. Tulisijan lämmönsiirtokyky voidaan havaita savukaasujen lämpötilan laskulla. Savukaasujen lämpötila laskee, kun lämpö siirtyy tulisijan rakenteisiin. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 13 - 14.)

Hyötysuhteet ovat sidoksissa toisiinsa. Ilmamäärän vähetessä, lämmönsiirron hyötysuhde paranee, koska savukaasuhäviö pienenee. Lämmönsiirron hyötysuhteen paranemisen seurauksena palamishyötysuhde huononee. Lämmityshyötysuhteen parantaminen voi pienentää palamishyötysuhdetta ja päinvastoin. Palamisen hallinta sekä talon rakenne vaikuttavat lämmityshyötysuhteeseen. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 13 - 14.)

### 3.3 Palamisilman tarve

Puu tarvitsee ilmaa palamiseen. Palamisilma jaetaan yleensä ensiöilmaksi ja toisioilmaksi. Ensiöilma johdetaan tulipesään perinteisellä rakoarinalla varustetussa tulisijassa arinan alta, tuhkaluukun kautta. Tulisijan luukkujen ilma-aukkojen kautta johdetaan toisioilmaa. Luukun lasi pyritään pitämään puhtaana toisioilman avulla. Toisioilman syöttöä on tehostettu oleellisesti nykyaikaisella arinalla varustetuissa tulisijoissa. Samanaikaisesti ensiöilman saantia pyritään rajoittamaan voimakkaan palamisen aikana. Ensiöilman rajoittamisella estetään liian nopea puiden kaasuuntuminen. Ilman ohjauksella pyritään hyvään palamiskaasujen ja palamisilman sekoittumiseen. Riittävän pitkä savukaasujen viipyminen tulipesässä edesauttaa puhdasta palamista. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 37.)

Palamisilman tarve on suurin puun pyrolyysituotteiden eli kaasujen palaessa. On tärkeää, että palamisen aikana syntyviin kaasuihin saadaan sekoittumaan ilmaa. Kaasumaisten aineiden palaessa toisioilman tarve on suurimmillaan. Hiilloksen palaessa toisioilmaa ei tarvita juuri lainkaan, koska pyrolyysikaasuja ei synny tässä vaiheessa. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 37.)

Palamisilmamäärän säätäminen oikeaksi on vaikeaa. Ilmamäärää tulisi säätää jatkuvasti, jotta puhtaisiin savukaasuihin sekä hyvään palamistulokseen päästäisiin. Epätäydellisen palamisen merkki on tumma savu. Tumma savu johtuu yleensä puiden liian nopeasta kaasuuntumisesta. Palamisilma ei tällöin riitä kaasujen palamiseen. Savukanavissa kohiseva liekki kertoo puolestaan liiallisesta palamisilmasta. (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 37.)

## 4 LOGIIKKAOHJAUS

Ohjelmoitava logiikka kehitettiin 1960–1970 -lukujen vaihteessa korvaamaan ohjausjärjestelmien uudelleen johdotukset. Aikaisemmin tehdyt logiikkojen uudelleen johdotukset olivat aikaa vieviä, haastavia ja kalliita. Tavoitteena oli kehittää logiikka, joka sopi teolliseen ympäristöön ja jota insinöörit ja teknikot osasivat käyttää. Alkuperäisen ajatuksen mukaan logiikan ohjelmointi olisi niin yksinkertaista, että tietokoneen ohjelmointitaitoja ei tarvittaisi. Sen tuli myös olla helposti uudelleen ohjelmoitavissa ja uudelleen käytettävissä. Autoteollisuus oli ensimmäinen suuri teollisuudenala, jossa ohjelmoitava logiikka otettiin käyttöön. Tärkeää ohjelmoitavien logiikan käytössä oli helppo ymmärteisyys. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas, Sumujärvi 2009, 221; PLCTutor 2013 b.)

### 4.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka on digitaalisesti ohjattu elektroninen laite. Ohjelmoitavan logiikan avulla voidaan tehdä toiminta ja toimintojen muutokset ohjelmallisesti eikä sähköisillä kytkennöillä. Ohjelmoitavaa logiikkaa käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien ohjaukseen. Logiikkaa ohjataan ohjelmalla, joka siirretään laitteen sisäiseen muistiin. Ohjelma tehdään nykyisin yleensä tietokoneella. Ohjelma sisältää toiminnot, jota logiikan pitää tehdä. Prosessi suorittaa kolme vaihetta. Ensimmäinen vaihe lukee tuloliitännän tietoa, kuten esimerkiksi lämpötila-anturilta tulevaa lämpötilaa. Tämän jälkeen logiikan muistiin tallennettu ohjelma suorittaa muutokset. Viimeisessä vaiheessa suoritettut muutokset siirretään lähtölinjan kautta laitteeseen. (PLCTutor 2013 a.; Volotinen 2009, 183; Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2009, 212; PLCTutor 2013 c.)

Ohjelmoitavan logiikan liitännöistä käytetään termejä tulo ja lähtö. Käytössä on myös termit I/O, joka tulee englannin kielestä input/output. Tuloliitännän kautta logiikka saa tietoa antureilta. Lähtöliitännän kautta ohjataan järjestelmää. Tuloliitännöihin kiinnitetään antureita, kuten esimerkiksi lämmönmittausantureita. Anturit antavat tiedon logiikkaan ja logiikka ohjaa toimilaitteita ohjelman ja antureiden tietojen mukaisesti. Tuloja ja lähtöjä on kahdenlaisia, digitaalisia ja analogisia. Digitaalinen lähtö antaa vain päällä- tai poissa-tilan. Yleisiä digitaalisia laitteita ovat esimerkiksi painikkeet ja rajakytkimet. Analogiset lähdöt antavat jatkuvaa tietoa. Yleisiä analogisia laitteita ovat paine-, lämpötila- ja nopeusmittarit. (PLCTutor 2013 d.)

## 4.2 Ohjelmointi

Ohjelmat ohjelmoitaviin logiikoihin kirjoitetaan nykyään yleensä tietokoneen avulla. Ohjelmat ovat yleensä valmistajakohtaisia. Logiikkaohjelmiin on useita erilaisia ohjelmointitapoja. Niitä ovat LD (Ladder Logic), IL (Instruction List), SFC (Sequential Function Charts tai IEC standardiin kuuluva ohjelmointikieli. (PLCTutor 2013 c.)

Ohjelma ladataan logiikan muistiin tietokoneesta kaapelin avulla. Tietokone on yleensä kiinni logiikassa ainoastaan ohjelman siirron ajan. Siirron jälkeen logiikka laitetaan ”run” tilaan. Tämän jälkeen ohjelmoitavaan logiikkaan määritetään kiertoaika. Ohjelma tutkii tulossignaalin asetetun kiertoajan mukaan ja lähettää tiedon logiikkaan. Logiikka lähettää toiminnon ohjelmoinnin mukaan lähtösignaaliin, joka suorittaa halutun toiminnan. (PLCTutor 2013 c.)

## 4.3 Analoginen elektroniikka

Elektroniikan kehitys alkoi analogiaelektroniikan laitteista, jotka rakennettiin erilliskomponenteilla. Digitaalitekniikan ja analogisen elektroniikan välinen ero näkyy käsiteltävien signaalien muodossa. Digitaalisignaaleilla on vain kaksi tilaa, tosi ja epätosi. Analogiset signaalit voivat vaihdella ajan suhteen mielivaltaisesti. Analoginen arvo voi olla lähes mikä tahansa negatiivinen tai positiivinen. Analogisilla antureilla voidaan mitata esimerkiksi lämpötilaa, painetta, pinnan korkeutta ja voimaa. (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2009, 46, 62; Volotinen 2009, 186.)

Analogiset anturit lähettävät logiikan tuloon analogisia virta- tai jänniteviestejä. Viesteille täytyy tehdä tässä tapauksessa A/D muunnos, eli muutetaan analoginen viesti digitaaliseksi. Virtaviestien vaihteluväli on 4 – 20 mA tai 0 – 20 mA. Jänniteviesteillä vaihteluväli on 10 mV – 10 V. Lämpötilaa mitataan PT100 anturilla. Anturiin syötetään pientä vakiovirtaa, jolloin anturiin vaikuttavasta jännitehäviöstä voidaan laskea lämpötila. (Volotinen 2009, 186.)

## 5 KUSTANNUKSET JA NIIDEN KOHDISTAMINEN

Kaikissa organisaatioissa kustannusten selvittäminen on tärkeää. Kustannuslaskenta antaa yrityksen johdolle ja asiantuntijoille tärkeää tietoa esimerkiksi tuotevalintaa tai tuotekehitystä koskevaa päätöksentekoa varten. Kustannuslaskennan tehtävänä on selvittää tuotannon tekijöiden käytöstä aiheutuvat kustannukset sekä kustannusten kohdistaminen eri laskentakohteille. Yksikkökustannusten selvittäminen on kustannuslaskennan keskeisimpiä tehtäviä. Tuotteiden ja palvelujen kannattavuuden analysoinnissa pyritään selvittämään yksikkökustannukset. Suoritekohtaisilla kustannuksilla on hinnanasetuksessa tärkeä merkitys. Suoritekohtaisten kustannusten selvittämisellä on tärkeä merkitys tuotevalintaratkaisuisissa ja vaihtoehtoisia tuotantomenetelmiä vertaillessa. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 193; Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 248.)

### 5.1 Kustannukset ja niiden ryhmittely

Kustannuslaskennan tehtävänä on määrittää mahdollisimman tarkasti, aiheuttamisperiaatetta noudattaen, kustannukset

- projektille
- kustannuspaikalle
- toiminnolle tai prosessille
- tuotteelle tai palvelulle
- asiakkaalle. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 193.)

Taloudellisia uhrauksia eli menoja syntyy tuotannon tekijöitä hankittaessa. Tuotannon tekijöiden käyttö aiheuttaa kustannuksia. Menot tulee siis erottaa kustannuksen käsitteestä. Tuotannon tekijöiden käyttäminen ja niiden hankinta ovat siis eri toimintoja. Kustannusten käyttäytyminen, kustannusten lajit ja kustannustietoisuus ei aina ole yksiselitteistä. Huolellisinkin laskelma voi saada muutoksen hankkeen toteuttamisen aikana. Kustannusten muuttuvuuden vuoksi on hyvä tarkastella, kuinka saavuttaa kannattava toiminta, jos toiminta muuttuu tietyllä tavalla ja kuinka paljon kustannukset muuttuvat. (Koivisto 2014, 25.)



Kustannus tarkoittaa investoinnin aikaansaamiseksi tarkoitettua haittaa tai uhrausta, joka kuvastuu tuotteeseen tai palveluun. Uhraukset tehdään ennen kuin investoinneista saadaan hyöty. Haitat saattavat ilmaantua vasta investointien toteuttamisen jälkeen, ja ne voivat näyttäytyä syntyvinä kustannuksina. Kustannus määritellään yleisesti tuotantoprosessissa tapahtuvaksi käytöksi tuotannon tekijöissä. Kustannuksien luokitteluun ja ryhmittelyyn löytyy useita tapoja. Kustannusrakenne riippuu olennaisesti yrityksen harjoittamasta tuotantotoiminnasta. (Koivisto 2014, 34; Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 249.)

Yritykset voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: valmistusyrietykset, kauppayrietykset ja palveluyrietykset. Aineellisia suoritteita valmistavat valmistusyrietykset. Suoritteita ovat kemiallisen tai fysikaalisen koostumuksen muuttaminen ja muodon muuttaminen raaka-aineista. Kauppayrietykset myyvät asiakkailleensa toisilta yrityksiltä valmiina ostamia tavaroina. Kauppayrietysten tuotantoprosessit koostuvat kuljetus-, varastointi- ja pakkaustoiminnoista. Palveluyrietysten suoritteet ovat aineettomia. Suoritteet ovat palveluja, jotka voivat olla yksilöllisiä tai vakioituja. Ryhmittelyyn täytyy ottaa huomioon se, että useiden yritysten suoritteet ovat yhdistelmiä palveluista ja tuotteista. (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 249 - 250.)

## 5.2 Kustannuslaskenta ja laskentatoimen ongelmat

Kustannuslaskenta tuo mukanaan erilaisia laskentateoreettisia ongelmia. Niitä ovat: kohdistamisongelma, mittaamisongelma, laajuusongelma, arvostusongelma ja jaksotusongelma. Järkevien laskelmien tuottaminen ja virheiden minimointia vältetään tunnistamalla ongelmat. Oikeanlaisten kustannusten tuominen laskelmiin kannattaa sisällyttää mukaan. Ongelmat kustannusten määrittelyssä ja laskentatoimessa johtavat käytännössä usein positiiviseen ratkaisuun kustannusten oikeassa tunnistamisessa ja suuntaamisessa. (Koivisto 2014, 26.)

Mittaamisongelman avulla pyritään ratkaisemaan kustannusten tarkkuuden mittaamista. Kustannusten yksityiskohtaisen tunnistamisen ratkaisuna voi toimia tarkka mittaajajärjestelmä. Kustannuserien laajuus määrittelee mittaamisen tarkkuuden. Hyvin tarkat mittaukset voivat koitua vaikutuksiltaan päinvastaiseksi, eli tarkkuus heikkenee suurissa kustannuserissä. Yleisin mittayksikkö kustannusten mittaamisessa on rahamääräisyys. (Koivisto 2014, 30.)

Laajuusongelman avulla selvitetään, mitä kustannuksia sisällytetään laskelmiin. Laskelmiin voi sisällyttää kaikki tuotot ja kustannukset. Toinen vaihtoehto on sisällyttää laskelmiin ainoastaan liiketoiminnan kustannukset. Arvostusongelman avulla otetaan puolestaan selville, mitä arvoja

käytetään laskentatoimen raporteissa. Arvostusperustana käytetään yleensä hankintahintaisuutta. Se ilmaisee hankinnan realistisen hinnan ostohetkellä. Arvostusongelma selvittää, kuinka markkinahinnat voidaan muuttaa hyötyjä ja kustannuksia vastaaviksi. (Koivisto 2014, 27 - 28.)

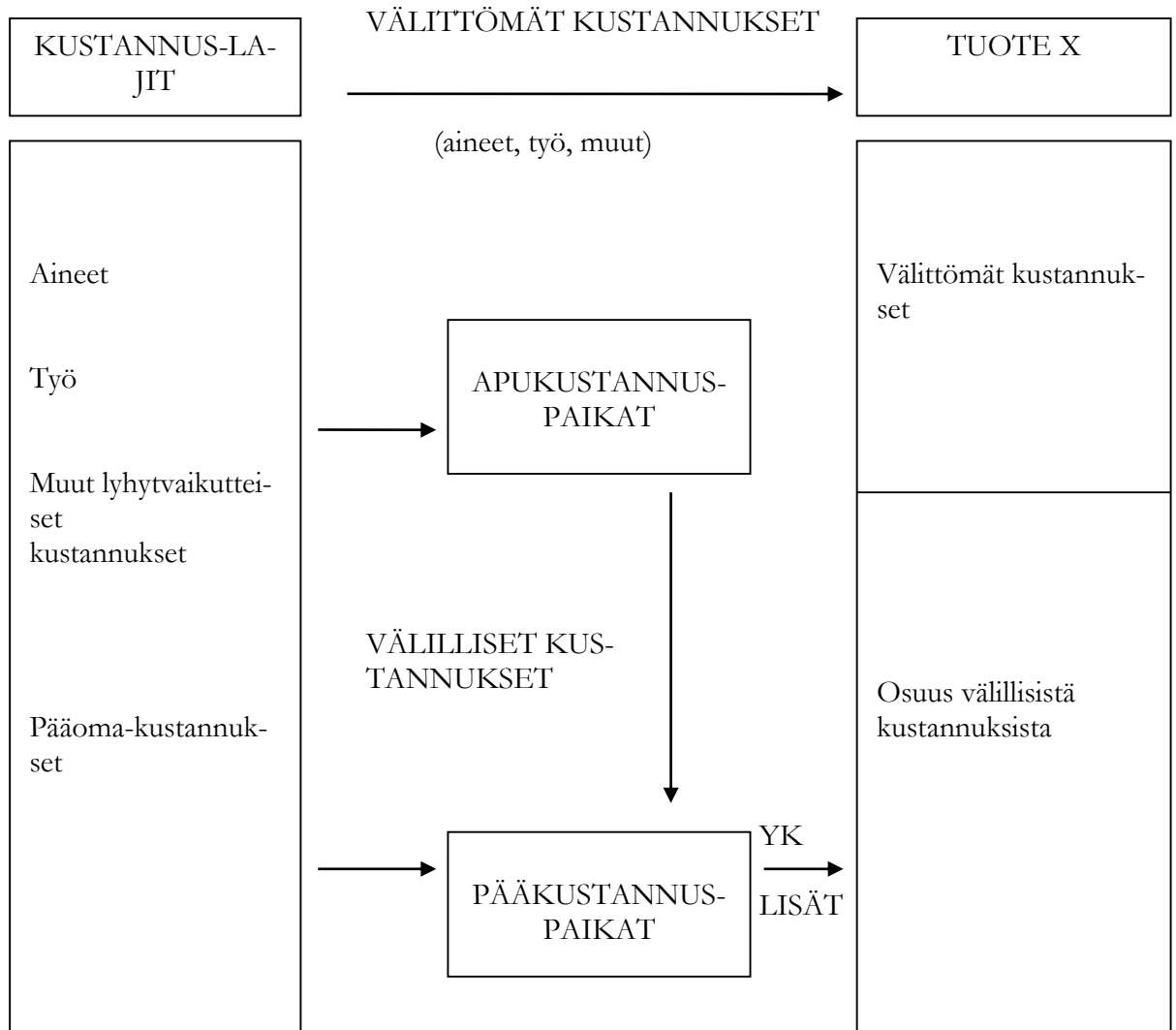
Jakamisongelma muodostuu jaksotusongelmasta ja kohdistusongelmasta. Jaksotusongelma pyrkii ratkaisemaan, kuinka pitkävaikutteiset tuotannontekijät voidaan jaksottaa eri vuosille poistoina. Kohdistamisongelma selvittää kustannuksen kohdistusta eri toiminnoille. Kohdistumista pyritään ratkaisemaan aiheuttamisperiaatteella, jolloin kustannukset kohdistetaan ne aiheuttaneelle toiminnoille. (Koivisto 2014, 29.)

## 6 LISÄYSLASKENTA

Useita erilaisia suoritteita valmistavassa yrityksessä perinteistä jakolaskentaa ei voida käyttää. Kun valmistetaan useita kustannusrakenteeltaan täysin erilaisia suoritteita, joudutaan kustannuslaskennassa kehittämään toisenlaisia kustannuksien jakoperusteita. Kustannuslaskennan perusongelmaksi muodostuu, miten kustannukset kohdistetaan oikein laskentakohteille. Lisäyslaskennan avulla kustannukset voidaan kohdistaa tuotteelle oikein. Siinä käytetään apuna suoritekalkyylejä eli laskelmia yksittäisen tuotteen kustannuksista. Laskelmien avulla yritys saa vastauksen kysymykseen, kuinka paljon tuotteen valmistaminen maksaa. (Alhola & Lauslahti 2002, 201; Juhala & Rossi 2010, 5.)

### 6.1 Lisäyslaskennan kulku

Lisäyslaskennassa tuotteelle kohdistetaan suoraan välittömät kustannukset. Välilliset kustannukset kohdistetaan ensin kustannuspaikoille. Näistä kustannukset kohdistetaan edelleen jakoperusteella, joka on sovittu ja laskettu lisän muodossa suoritteille. Laskennan apuna voi olla hallinnon ja myynnin yleiskustannuslisä, valmistuksen yleiskustannuksia sekä ainekustannuslisä. Lisäyslaskennassa lisien mittayksiköiksi valitaan esimerkiksi palkat, konetunnit tai välittömät palkat. Mittayksikkö toimii perustana välillisten kustannusten kohdistamiselle. (Juhala & Rossi 2010, 5.) Kuviossa 2 on esitetty lisäyslaskennan kulku.



Kuvio 2. Lisäyslaskennan kulku (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 263.)

Pääpiirteittäin lisäyslaskennan kulku on seuraavanlainen

- Yksittäinen suorite tai valmistuserä on kohteena laskennalle. Laskennan kohde on identifioitu työnumerolle, jolle kohdistetaan kustannukset laskentateknisesti.
- Yksittäiselle tuote-erälle tai tuotteelle kohdistetaan suoraan välittömät kustannukset.
- Kustannuspaikoille kohdistetaan välilliset kustannukset.
- Pääkustannuspaikoille jaetaan apukustannuspaikkojen kustannukset.
- Kustannuspaikan yleiskustannuslisä määritetään kullakin pääkustannuspaikalla.

- Kustannuspaikan välillisistä kustannuksista selvitetään tuotteelle tuleva osuus yleiskustannuslisän avulla.
- Kustannuspaikoilta tulevat osuudet välillisistä kustannuksista ja välittömistä kustannuksista yhteen laskemalla saadaan tuotekohtaiset kustannukset. (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 263.)

## 6.2 Välilliset ja välittömät kustannukset

Välilliset kustannukset eli yleiskustannukset ovat sellaisia kustannuksia, joiden tarkka kohdistaminen ei ole perusteltua. Kustannusten tarkka perustelemattomuus voi johtua esimerkiksi kustannusten vähäisestä merkityksestä tai niiden käsittelyn aiheuttaman työmäärän johdosta. Perustelemattomuus voi johtua myös siitä, että kustannukset eivät ole kohdistettavissa aiheuttamisperiaatteella. (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 254.)

Välillisten kustannusten kohdistamisessa turvaudutaan kaavamaisiin laskentamenettelyihin. Välilliset kustannukset voivat olla joko kiinteitä tai muuttuvia. Välillisiin kustannuksiin kuuluvat esimerkiksi varastoinnin välilliset kustannukset ja tavaroiden hankintaan kuuluvat kustannukset. Välillisiin varaston kustannuksiin kuuluvat esimerkiksi varastossa olevien koneiden ja kalusteiden poistot ja varaston henkilöstön palkat. (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 254; Alhola & Lauslahti 2002, 64; Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 197.)

Laskentakohteelle suoraan osoitettuja kustannuksia ovat välittömät kustannukset. Tuotteelle tai tuote-erälle välittömästi kohdistettavia tuotekustannuksia ovat raaka-ainekustannukset ja valmistuspalkat sosiaalikuluneineen. Markkinointikustannuksista myyntiprovisiot ovat välittömiä kustannuksia, kun lasketaan tuotekustannuksia. Luonteeltaan välittömät kustannukset ovat yleensä muuttuvia kustannuksia. Ne riippuvat usein asiakasmääristä tai myyntimääristä. (Kinnunen, Leppiniemi, Martikainen & Virtanen 2000, 254; Alhola & Lauslahti 2002, 63; Selander 2007.)

Ainelisä on välillinen kustannus. Suoritteelle kohdistetaan ainelisän avulla varaston eli tavaroiden hankinnan ja varastoinnin välilliset kustannukset. Ainelisäprosentti lasketaan jakamalla välilliset ainekulut välittömällä ainekululla. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 197.)

Suoritteelle kohdistetaan valmistusosaston välilliset kustannukset valmistuslisän avulla. Valmistusosaston välillisiä kustannuksia ovat konetuntilisä, työtuntilisä ja palkkalisä. Valmistuslistä konetuntilisä lasketaan jakamalla välilliset valmistuksen kustannukset välittömällä kone-tunneilla. Työtuntilisä lasketaan jakamalla välilliset valmistuksen kustannukset välittömällä työ-tunneilla. Palkkalisäprosentti lasketaan jakamalla välilliset valmistuksen kustannukset välittömällä palkoilla. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 198.)

Markkinoinnin ja hallinnon välilliset kustannukset suoritteelle kohdistetaan markkinoinnin ja hallinnon lisän avulla. Mainoskustannukset ja johdon palkat ovat esimerkiksi markkinoinnin ja hallinnon lisiä. Markkinoinnin ja hallinnonlisäprosentti lasketaan jakamalla välilliset markkinoinnin ja hallinnon kustannukset valmistuskustannuksilla. Valmistuskustannukset sisältävät kaikki muut lukuun ottamatta markkinoinnin ja hallinnon kustannuksia. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 198.)

Tavoitevoitto on yrityksen etukäteen määrittämä tulostavoite suoritteelle. Voittolisäprosentti saadaan jakamalla tavoitevoitto kokonaiskustannuksilla. Kokonaiskustannukset sisältävät kaikki välittömät ja välilliset kustannukset. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 198.)

## 7 TUOTTEISTAMINEN

Tuotteistaminen lähtee tuoteideasta. Tuoteideaan tehdään alustava esiselvitys. Mikäli alustava esiselvitys ideasta osoittautuu hyödylliseksi, valmistuskelpoiseksi ja potentiaalisesti myyntituotteeksi, käynnistetään tuotekehitys. (Yritys-Suomi n.d.)

### 7.1 Tuotekehitys

Tuotekehityksellä kehitetään tuoteideasta myytävä tuotepaketti. Tuotepaketti pitää sisällään valmiin tuotteen ominaisuuksineen, brändeineen ja ulkoasuineen. Tuotepaketti voi olla palveluna tarjottava tuote, valmiste tai uudenlainen tavara. Tuotepaketti voi olla palvelun ja tavaran yhdistelmä. Tuotekehitys voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen. Ne ovat käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Tuotekehityshankkeen käynnistäminen on yksi tärkeimmistä vaiheista. Silloin selvitetään muun muassa uuden tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäkömät ja saatavat tuotot. Luonnosteluvaiheessa asetetaan kehitettävälle tuotteelle vaatimuksia ja tavoitteita. Kehittelyvaiheessa tuotteelle laaditaan kokoonpanoluonnos, jolla pyritään havaitsemaan suunnitelmien tekniset ja taloudelliset heikkoudet. (Yritys-Suomi n.d.; Jokinen 2010, 14 - 15.)

Viimeistelyvaiheessa tehdään työpöyrustukset, osaluettelot, käyttöohjeet ja muut tarvittavat ohjeet. Jos tuote tulee sarjavalmistukseen, valmistetaan siitä usein koekappale eli prototyyppi. Prototyypin avulla varmistetaan, että tuotteen ominaisuudet vastaavat sille asetettuja tavoitteita. Tämän jälkeen voidaan valmistaa vielä niin sanottu nollasarja, testaamaan suunniteltuja valmistusmenetelmiä ja tuotteen ominaisuuksia. Lopputuotteeksi idea muuntuu tuotteistuksen prosessissa. Tavoitteena tuotteistuksen prosessissa on luoda kilpailukykyinen tuote kaupallistamisen vaiheeseen. Tuotepaketin täytyy olla haluttu, valmistuskustannuksiltaan edullinen, tehokas ja kestävä. (Jokinen 2010, 17; Yritys-Suomi n.d.)

Tavaroiden tuotteistamisessa on tärkeää, että haetaan ratkaisuvaihtoehtot esineen tai valmisteen tuotanto-ominaisuuksille. Ratkaistava on muun muassa raaka-aineet, valmistustavat ja käyttöominaisuudet. Prototyypin valmistaminen on tyypillisesti ensimmäinen askel tuotepaketin tuotteistamisessa. Prototyypillä voidaan selvittää idean toimivuus ja

toteutuskelpoisuuden realiteetit. Prototyypillä voidaan myös testata ja arvioida tuotannon yksityiskohtia. (Yritys-Suomi n.d.)

Uuden idean tuotteistaminen vaatii alkuvaiheessa investointeja, jotta valmistustavat ja ominaisuudet tuotteelle saadaan halutun kaltaisiksi. Investoinnit voivat olla melko suuria. Yrityksen rahoitus täytyy olla kunnossa, koska myyntituloja ei tuotteesta vielä alkuvaiheessa kerry. Suomalaisille PK-yrityksille on tarjolla julkista rahoitusta ja tukea tuotekehityksen alkuvaiheeseen. (Yritys-Suomi n.d.)

Tuotekehityksen tavoitteet tulee asettaa korkealle, jotta saavutetaan hyviä tuloksia. Tavoitteiden asettelussa tulee arvioida ainakin seuraavia asioita: tuotteen suorituskykyä, hintaa, huoltoa, turvallisuutta, ulkonäköä, kehityskustannuksia ja riskiä. Suorituskykyä voidaan arvioida tuotteen ominaisuuksien, kuten tehon ja vääntömomentin, mukaan. Hinnan tulee olla oikeassa suhteessa tuotteen käyttövarmuuteen, käyttökustannuksiin ja suorituskykyyn nähden. Välttämättömät huoltotoimet tulisi voida suorittaa helposti ja tuotteella ei saa olla suuri vikaantumistiheys. (Jokinen 2010, 27, 29.)

Tuotteen tulisi olla myös turvallinen, vaikka sitä käytettäisiin väärin. Lisäksi tuotteen ulkonäöllä on väliä, sillä viimeistely ulkonäkö antaa ostajille vaikutelman kokonaisuudessaan viimeistellystä tuotteesta. Kehityskustannukset eivät saa kohota liian suuriksi, ja hanke ei saa olla liian pitkäkestoinen. Myös tuotteen sisältämään riskiin on kiinnitettävä huomiota. Asetetut tavoitteet tulee saavuttaa suurella todennäköisyydellä, ja mahdollisten tuotevirheiden tulee olla vähäisiä ja helposti poistettavia. (Jokinen 2010, 29 - 30.)

## 7.2 Hinnoittelu

Hinnoittelulla tarkoitetaan hinnan määrittelyä palvelulle tai tuotteelle. Perinteinen lähtökohta hinnoittelulle on, että suoritteesta saatava hinta kattaa suoritteen aikaansaamisesta aiheutuneet kustannukset ja voittotavoitteen. Hinnoittelu voidaan tehdä markkinoinnin näkökulmasta tai korostamalla kustannusperusteista hintaa, joka on minimihinta. (Alhola & Lauslahti 2002, 221.)

Hinnoittelupäätös on strateginen päätös, josta yrityksen menestyminen on paljon kiinni. Yrityksen kannattavuudella on hinnoitteluun suora yhteys. Kannattavuuden kautta hinnoittelu vaikuttaa yrityksen tulokseen ja menestymiseen. (Alhola & Lauslahti 2002, 221.)



Hintaa voidaan pitää yritysten liiketoiminnassa yhtenä kilpailutekijänä tai strategiana tavoitteiden saavuttamiseksi. Kilpailutekijänä hinta koostuu maksuehdoista, alennuksista, hintaporrastuksesta ja itse hinnasta. Näillä on vaikutusta yrityksen kannattavuuteen kustannusten määrän ja tuottojen suuruuden (muun muassa katteen ja korkojen) kautta. Alhaisten hintojen ja vahvan ulkoisen markkinoinnin kautta voidaan pyrkiä markkinaosuuksien kasvattamiseen. (Alhola & Lauslahti 2002, 221.)

Hinnoittelussa on otettava huomioon laatu, jakelutiet, markkinat, tuotteen kustannukset, tuotteen elinikä, yrityksen voittotavoite, asiakassegmentit, yrityksen ja tuotteen imago sekä tuotteen liittyvät hinnoittelurakenteet. Hinta muodostuu usein markkinoilla yleisesti vallitsevan kilpailutilanteen mukaan. Tuotteiden ominaisuuksien tai tuotteiden imagon kautta voidaan päästä tilanteeseen, jossa yritys voi vapaasti hinnoitella tuotteensa. Tällaista vapaata hinnoittelua tuotteelle kutsutaan hinnoittelualueeksi. (Alhola & Lauslahti 2002, 221 - 222.)

Hinnoittelualue kuvaa tuotteen hinnan liikkumavaraa, jonka mukaan yritys voi hinnoitella tuotteensa senhetkisen markkinatilanteen mukaan kilpailukykyisesti. Markkinarakenne vaikuttaa hinnoittelualueeseen, kuten esimerkiksi monopolitilanne. Monopolitilanteessa oleva yritys voi hinnoitella tuotteensa lähes vapaasti. Yritys voi hinnoitella tuotteensa sitä vapaammin, mitä omaleimaisempi ja erottuvampi tuote on kilpailijoiden tuotteista. Joissakin tapauksissa tuote voi edesauttaa muiden tuotteiden menekkiä. Tuote saatetaan hinnoitella alle kustannusten. Alle kustannusten hinnoiteltujen tuotteiden tappiot katetaan muiden tuotteiden kautta. Tällaisia muita tuotteita voivat olla esimerkiksi lisätarvikkeet tai huolto- ja tukisopimukset, joita tuote tarvitsee toimiakseen. Kustannukset muodostavat yleensä ottaen hinnoittelun alarajan. Alle kustannusten hinnoitellut tuotteet tuottavat tappiota, ja se ei ole pitemmän päälle kannattavaa liiketoimintaa. (Alhola & Lauslahti 2002, 223 - 224.)

Operatiivisella tasolla tapahtuu hinnoittelun päätöksenteko ja toteutus. Laskentatoimen tehtävänä on antaa hinnoittelusta vastaaville henkilöille oikeat laskentatavat ja laskennan kannalta oleelliset tiedot ja mahdollisesti myös hintaehdotukset. Oikein tehty hinnoittelu ja päätöksenteon tukeminen kuuluvat laskentatoimen valvontaan ja työhön. Laskentatoimen osana on myös tarjota välineet hinnoitteluun. (Alhola & Lauslahti 2002, 224.)

Hinnoittelun välineiden avulla hinnoittelu voidaan toteuttaa helposti ja laskennallisesti oikein. Asemointitavoitteiden, hinnoittelupolitiikan ja strategiamäärittelyjen kautta ylin johto vaikuttaa hinnoitteluun. Laskentatoimen tehtävänä on seurata kannattavuusvaikutuksia hinnoittelussa sekä pitkällä että lyhyellä tähtäimellä. (Alhola & Lauslahti 2002, 224.)

## 8 TOTEUTUS

Opinnäytetyön empiriaosuudessa selvitetään suunnitelmatasolla, kuinka Vilho Shnoron kotona olevaan Ariterm 35+ -lämmityskattilaan asennetaan logiikka, jolla ohjataan peltimoottoreita säätämään ilman syöttöä. Ilmansyöttö palotilassa vaikuttaa suoraan palamiseen, ja sitä kautta savukaasun lämpötilaan ja veden lämpiämiseen. Materiaalihankinnat opinnäytetyössä tehdään kartoittamalla vaihtoehdot ohjelmoitavista logiikoista, jotka soveltuvat Ariterm 35+ -lämmityskattilaan. Ensiöilman ja toisioilman säätöventtiilien säätöön hankitaan peltimoottorit. Ohjelmoitavissa logiikoissa lähtökohtana ovat kohteeseen soveltuvuus, helppokäyttöisyys ja edullisuus. Hankinnat tehdään tarjouskierroksen perusteella.

Empiriaosuudessa pyritään suunnitelmatasolla selvittämään, miten logiikkaohjaus toimii käytännössä ja tuleeko ohjauksesta selkeitä etuja. Etuina tulisi olla automatisoinnin kautta tuleva polttoaineen säästö ja sitä kautta tuleva taloudellinen etu. Empiriaosuudessa tutkitaan myös tuotteen hinnan muodostusta ja kaupallistamisen mahdollisuutta.

Ongelmaksi lämmitettäessä Ariterm 35+ -lämmityskattilassa on ilmennyt, ettei se ehdi lämmitää 3000 litran varaajaa riittävän kuumaksi valveillaolon aikana. Palamisen ohjauksella pyritään vähentämään hukkalämmön tuloa. Liian kuumilla savukaasuilla lämpö ei ehdi siirtyä kattilassa olevaan lämmitysveteen, vaan lämpö karkaa piipun kautta ulos.

Lämmityksen tulee tapahtua useassa eri vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa laitetaan polttoaine eli klapit tulipesään ja sytytetään tuli sekä aukaistaan kattilassa oleva suora savuveto eli kääntöpellinsäädin, toisioilman säätöläppä ja ensiöilman säätöläppä ja käynnistetään savukaasuimuri. Tulen kunnolla syttyttyä logiikkaohjaus ottaa palamisen haltuun. Lämpötila savukaasuissa on noussut tällöin 185 °C:seen. Kääntöpellinsäädin käännetään lämmitysasentoon ennen kuin logiikka ottaa palamisen haltuun. Logiikka ohjaa lämpötila-antureiden avulla peltimoottoria, joka säätää ensiöilman säätöläppää. Savukaasun lämpötilaksi halutaan 180 °C. Paloa hallitaan ensiöilman avulla. Ensiöilman lisäys lisää palamisen määrää ja savukaasujen lämpötila nousee. Ensiöilman vähentäminen vastaavasti hillitsee palamista ja savukaasujen lämpötila laskee. Varaajan veden lämpötilan noustessa lähelle 90 °C savukaasujen lämpötilaa lasketaan, kunnes varaajan veden lämpötila nousee 93 °C:seen. Varaajan veden lämpenemisen jälkeen logiikka ohjaa peltimoottoria sulkemaan ensiöilman säätöläpän ja toisioilman säätöläpän, jolloin kattilassa oleva tuli sammuu.

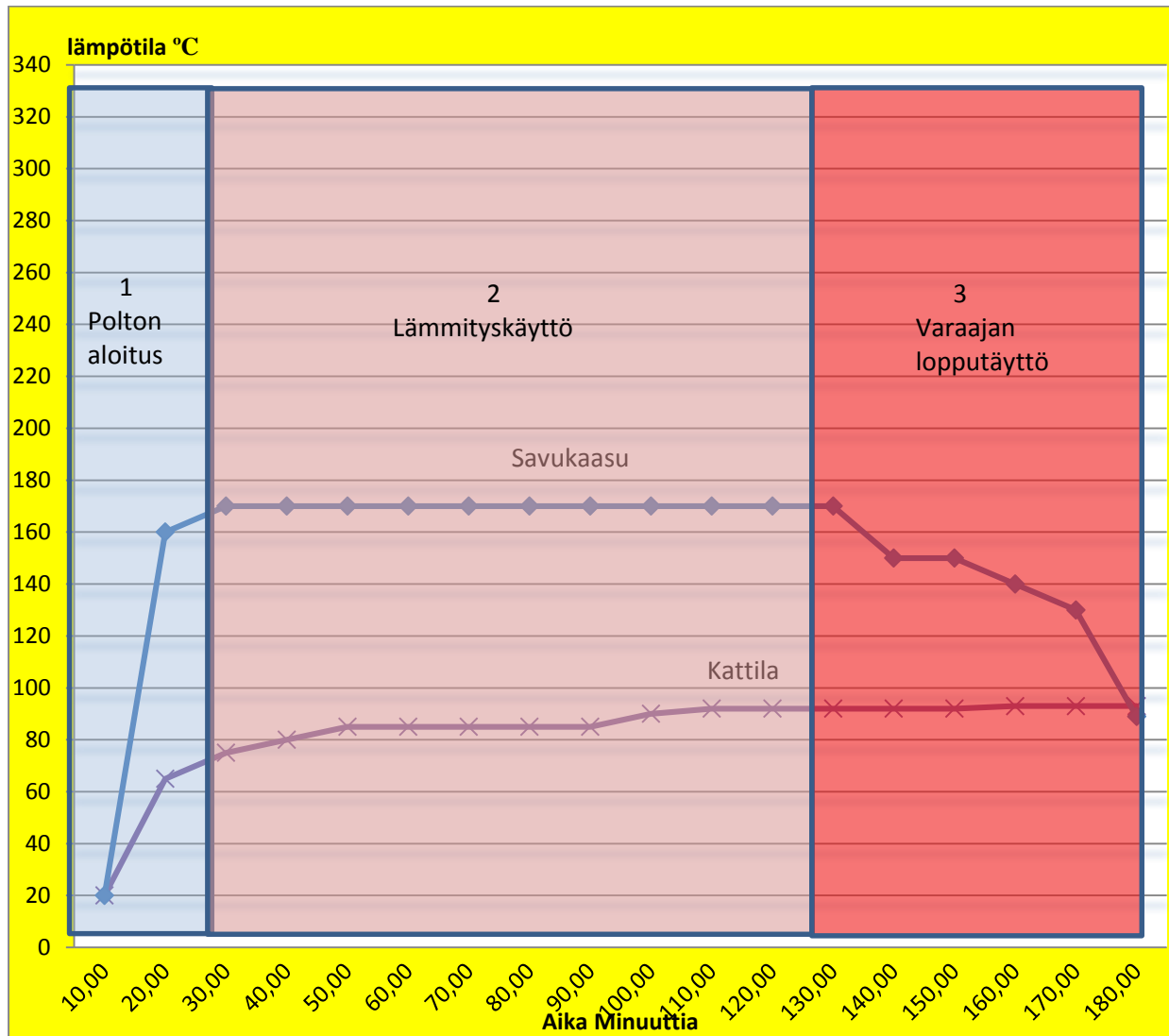
Lämmityskattilassa on oma valvontajärjestelmä, joka ohjaa savukaasuimuria. Savukaasuimuri sammuu, kun savukaasun lämpötila laskee alle 90 °C:n. Tämä säätö on valmiina tehdasasetuksena.

Savukaasuimuri on asennettu lämmityskattilan taakse savupiippuun. Savukaasuimuri puhaltaa savukaasut hormista ulkoilmaan. Savukaasuimuria käytetään vedon parantamiseen lämmityskattiloissa. Savukaasuimuri kuuluu vakiovarusteisiin Ariterm 35+ -lämmityskattilassa.

Peltimoottori on ilmapeltien säätöön tarkoitettuja toimimoottoreita. Peltimoottoreita on 2-piste-, 3-piste- ja analogisesti toimivia. Analogiset peltimoottorit toimivat ohjausviesteillä (0... 10 VDC). Peltimoottorilla ohjataan toisioilman säätöläppiä.

Savukaasujen lämpötilan säätö on tärkeä operaatio lämmitettäessä tulisijoja. Ilman syötöllä säädetään palamista ja savukaasujen lämpötilaa. Liian suuri palaminen aiheuttaa lämmön karkaamista ja syntyy hukkalämpöä, joka kasvattaa lämmityskustannuksia. Savukaasujen lämpötila voi nousta lämmityskattilassa hyvillä klapeilla jopa 300 °C:seen. Toisin sanoen hukkalämpöä, joka karkaa piipusta ulos, voi olla lähes puolet.

Kuvio 3 on Vilho Shnoron tallentama kattilaveden ja savukaasujen lämpötilan käyttäytyminen lämmitettäessä lämmityskattilalla. Polton aikana on aktiivisesti säädetty ensiöilman säätöläppiä, jolloin savukaasujen lämpötila on pidetty 170 °C:ssa. Savukaasujen lämmitysteho on tehokkaimmillaan noin 170–180 °C. Hukkalämpö on vähäisintä näissä lämpötiloissa ja lämpö kohdistuu tehokkaimmillaan kattilan vesisäiliöön. Kuviossa 3 käy myös ilmi, kuinka lämmittäminen tapahtuu kolmessa eri vaiheessa ja kuinka savukaasujen lämpötilaa säädetään loppuvaiheessa. Loppuvaiheen lämmityksessä on tärkeää pienentää savukaasujen lämpötilaa, koska etenkin silloin lämpöhukka on suurinta. Loppuvaiheen lämmityksessä savukaasujen lämpötila pudotetaan portaittain kattilaveden lämpötilan noustessa. Kattilaveden saavuttaessa 93 °C lämpötilan on savukaasujen lämpötila pudotettu tässä vaiheessa 120 °C. Loppuvaiheen aikana pienennetään ilman saantia ensiöilman säätöläppiä pienentämällä. Polttoaineen palaminen hidastuu tässä vaiheessa merkittävästi.



Kuvio 3. Arterm 35+ lämmityskattilan savukaasujen ja lämmitysveden lämpötilojen käyttäytyminen (Vilho Shnoro 2014.)

### 8.1 Hankinta

Hankinnat työssä tehtiin kartoittamalla vaihtoehdot, jotka sopivat lämmityskattilalle. Hankittavissa laitteissa tärkeää on, että ne ovat sopivan kokoiset, helpokäyttöisiä ja soveltuvia lämmityskattilan toimintaan. Laitteiston ehdottomana edellytyksenä on hankintahinnan edullisuus, jotta mahdollinen jälleenmyyntihinta on maltillinen.

Materiaalit, jotka työssä täytyi hankkia, olivat ohjelmoitava logiikka tarvikkeineen sekä PT100-anturit savukaasulle ja kattilavedelle. Lisäksi työssä hankitaan peltimoottorit ensiö- ja toisioilman säätölappien kääntöihin.

Ohjelmoitavien logiikoiden toimittajien valinnassa lähdettiin selvittämään valmistajat, jotka valmistavat ja toimittavat laitteita. Toimittajat selvitettiin Internetistä löytyvien toimittajien kesken. Lähtökohtaisesti lähdettiin selvittämään suomalaiset toimittajat. Kansainväliset verkkokaupat toimivat hyvin hintojen vertailussa. Toimittajille lähetettiin tarjouspyynnöt, joihin pyydettiin ottamaan selville toimintaa varten laitteet.

Ohjelmoitavan logiikan tarjoukset saimme Phoenix Contact Oy:ltä, Instele Oy:ltä ja OEM Finland Oy:ltä. Saimme jokaiselta toimittajalta useita vaihtoehtoja tähän kohteeseen sopivasta logiikasta. Kuviossa 4 ovat perustiedot tarjotuista logiikkakokonaisuuksista.

Phoenix Contact	
ILC 131ETH	Ohjelmoitava logiikka
IB IL AO 1/U/SF-PAC	2 input/output lähetin
IB IL TEMP 2 RTD-PAC	Lämpömittauksen tulokortti
UNO-PS/1AC/24DC/ 60W	Virtalähde
Omron	
E5CN-HTV2M-500	Ohjelmoitava logiikka
E53-CNBFN2	2 Input/output lähetin
E5CC-RX3A5M-000	Virtalähde 230VAC
Omron	
E5AN-HTAA2HBM-500 AC100-240	Ohjelmoitava logiikka
E53-V34N	Input/output lähetin 0-10 V
E5CC-RX3A5M-000	Teholähde
Millenium	
Crouzet Millenium 3 CD12S 24VDC	Ohjelmoitava logiikka
USB ohjelmointikaapeli PC-logiikka	Ohjelmointikaapeli USB
Muunnin, sisään: PWM/0-10V, ulos:0-10V	Signaalimuunnin

Kuvio 4. Tarjotut logiikat

Valitsimme Crouzet Millenium3 CD12S 24VDC Smart -pienoislogiikan ohjelmoitavaksi logiikaksi. Crouzetin pienoislogiikka on suunniteltu teollisuuden ja automaation tarpeisiin. Se on pienikokoinen näytöllinen logiikka, jolla onnistuvat sekä yksinkertaiset että monimutkaiset ohjaus- ja valvontatoiminnot. Logiikkaan ei tarvita erillistä vastaanotinta lämpötilasignaaleille. Logiikan voi ohjelmoida tikapuu- tai funktiosymboleilla. Pienoislogiikkaan tarvitaan lisäksi signaalimuunnin, jonka avulla saadaan 0-10 V ohjaus peltimoottoreille. Ohjelmiston siirtoon

tarvitaan USB-ohjelmointikaapeli, jolla ohjelma siirretään tietokoneesta ohjelmoitavaan logiikkaan. Kuviossa 5 Crouzet Millenium3 CD12S 24 VDC Smart –pienoislogiikka.



Kuvio 5. Crouzet Millenium3 CD12S 24VDC Smart –pienoislogiikka (OEM Finland 2014.)

Peltimoottorin kohdalla teimme vertailua Internetistä löytyvien laitteiden kesken. Peltimoottoreita valmistaa esimerkiksi Belimo Automation AG. Belimo-tuotteita Suomeen maahantuo Belimo Finland Oy. Peltimoottorin valmistajan päättäminen oli selkeää. Vilho Shnorolla on käytössään kotona Belimon peltimoottori, joten tuote oli tuttu jo ennestään. Belimon peltimoottoreita löytyy Internetistä edullisesti verkkokauppa ebay:n kautta. Kajaanissa Belimon peltimoottoreiden jälleenmyyjänä toimii Onninen Express. Peltimoottorin valinnan kriteereinä ovat vääntömomentti, pienikokoisuus ja ohjauksen tapahtuva ohjauksella.

Ensiöilman säätöläpän toimilaitteeksi valitsimme Belimo LM24A-SR-peltimoottorin. Toisiöilman säätöläpän toimilaitteeksi valitsimme jousipalautteisen Belimo LF24-SR-peltimoottorin. Valitut Belimon peltimoottorit ovat pienikokoisia ja huoltovapaita. Peltimoottorit ovat 2–10 V ohjauksella toimivia ja vääntömomentti on 5 Nm, joka on riittävä kääntämään säätöläppiä. Kuviossa 6 on Belimo LM24A-SR-peltimoottori.



Kuvio 6. Belimo LM24A-SR-peltimoottori (Belimo 2014.)

Lämpötilan mittauksessa toimivien PT100-antureiden valinnassa tukeuduimme Internetiin ja OEM Finland Oy:ltä saatuihin suosituksiin. Kattilaveden lämpöanturin ominaisuuksissa piti olla lämpötila-alue, joka on laajuudeltaan 0-100 °C. Savukaasuja mittaavan lämpötila-anturin lämpötila-alue täytyy olla laajempi. Lämpötila-alue savukaasumittarille on 0–300 °C.

Kattilaveden lämpötila-anturiksi valitsimme PT100 NTC 6x50-3,5 mm -50-100 °C -anturin. Savukaasujen lämpötila-anturiksi valitsimme PT100 sensor 0-300 °C 24VDC -anturin. Valitsemamme anturit ovat puikko-mallisia antureita. Anturit ovat lämpötila-alueiltaan sopivia kattilavedelle ja savukaasuille. Kuviossa 7 on PT100 -lämpötila-anturin esimerkkikuva.



Kuvio 7. Esimerkkikuva PT100-lämpötila-anturista (Ebay 2014.)

## 8.2 Asennus

Työn asennusvaiheeseen kuuluu logiikan peltimoottorin ja antureiden asentaminen. Ohjelmoitava logiikka kiinnitetään kattilan vasemmalla puolella olevaan seinään. Logiikan tulolähtöön asennetaan kattilan vesilämpötila-anturi ja savukaasun lämpötila-anturi. Molemmat anturit ovat PT100-liitännällä, joten ne voidaan suoraan kytkeä logiikkaan. PT100-liitäntäiset anturit kiinnittyvät kattilaan ja savupiippuun kierrekiinnityksellä. Ulostuloliitäntään kiinnitetään peltimoottori. Kattilaveden PT100-anturi käy suoraan lämmityskattilan päällä olevaan yhteeseen. Yhde on riittävän laaja, että siinä sopii olemaan sekä lämmityskattilan oma lämpöanturi että logiikkaan liitettävä lämpöanturi. Savukaasun lämpötila-anturille porataan reikä savupiippuun, johon tehdään liitäntä PT100-anturille.

Peltimoottori kiinnitetään tulenhoitoluukun kanteen ensiöilman säätöläppien välittömään läheisyyteen. Kiinnitykset peltimoottorista ensiöilman säätöläppiin tehdään akselin avulla. Kuviossa 8 näkyvät PT100-lämpötila-antureiden asennuspaikat sekä peltimoottoreiden asennuspaikat merkittynä Ariterm 35+ -lämmityskattilan kuvaan. Tulenhoitoluukkuun porataan reiät peltimoottoreiden asennusalustaa varten. Peltimoottorista säätöläppien kääntöä varten tehdään akseli lattaraudasta. Lattarauta kiinnitetään säätöläppiin pulttien avulla.





Kuvio 8. PT100-antureiden ja Belimon peltimoottoreiden asennuspaikat

### 8.3 Ohjelmointi

Ohjelmoitava logiikka tarvitsee toimiakseen ohjelman. Ohjelman avulla logiikka tekee ne toiminnot, jotka ohjelmaan on kirjoitettu. Ohjelma tehdään tietokoneella ja siirretään USB-kaapelin avulla ohjelmoitavan logiikan muistiin. Crouzet Millenium3 CD12S 24VDC Smart ohjelmoitavan logiikan kirjoitusohjelmalla toimii PC-ohjelmisto, Millenium 3.

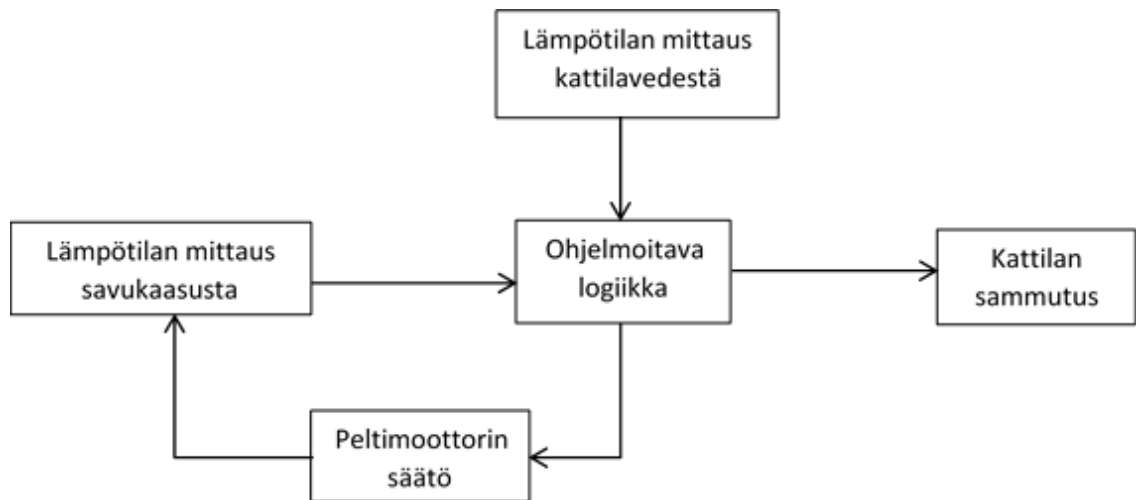
Tavoitteena on saada palamisen ohjaus lämmityskattilassa automaattiseksi siten, että käyttäjän tarvitsee huolehtia ainoastaan poltettavan aineen sytyttämisestä. Palamisen jälkeen käyttäjä käy lisäämässä tarpeen mukaan lisää polttoainetta.

Suunnitelman mukaan ohjelman kulku tulee olemaan seuraavanlainen. Lämmitys aloitetaan avaamalla kääntöpellinsäädin, laitetaan polttoaine eli klapit tulipesään ja sytytetään klapit. Ohjaussovellus käynnistetään painamalla start-kytkintä, joka käynnistää logiikan. Start-kytkimen painaminen aiheuttaa ensiöilman ja toisioilman säätöläppien aukaisun täysin auki. Käynnistysasento jatkuu niin pitkään, että savukaasulämpötila saavuttaa 185 °C:n. Käyttäjä sulkee kääntöpellinsäätimen eli suoran savuveto-säätimen. Kääntöpellinsäätimen sulkemisen myötä savukaasut lähtevät kiertämään konvektiokanavan kautta. Logiikkaan tulevan lämpötilan tiedon ja ensiöilman säätöventtiilin peltimoottorin yhteistyöllä savukaasun lämpötila pidetään noin 185 °C:ssa. Täyden pesän polttoaika on kahdesta kolmeen tuntiin. Käyttäjän tulee ensimmäisen pesän aikana käydä tarkistamassa palaminen ja varmistaa sen toiminta.

Lämmitystä jatketaan noin 185 °C:ssa niin kauan, kunnes kattilaveden lämpötila saavuttaa 89 °C. Kattilaveden saavutettua 89 °C:n annetaan ensiöilman säätöventtiilille uusi arvo. Uusi asetus annetaan siten, että savukaasujen lämpötila lasketaan noin 160 °C:seen. Lämmitystä jatketaan alennetulla lämmöllä siihen asti, että kattilaveden lämpötila saavuttaa 91 °C.

Kattilaveden saavutettua 91 °C ensiöilman säätöventtiilille annetaan uusi arvo. Uuden arvon myötä savukaasujen lämpötila lasketaan noin 135 °C:seen. Uudella savukaasujen lämpötilalla jatketaan, kunnes kattilaveden lämpötila saavuttaa 93 °C:n lämpötilan.

Kattilaveden lämpötilan saavutettua 93 °C on lämmitys saavuttanut halutun lämpötilan. Logiikka ohjaa peltimoottoreita sulkemaan ensiöilman säätöläppän ja toisioilman säätöläppän. Tulisammuu kattilassa ja lämmitys on saatu päätökseen. Ariterm 35+:n ohjaus sammuttaa savukaasuumurin lopullisesti kun savukaasulämpötila putoaa 90 °C:seen. Kuviossa 9 on esitetty pelkistetty versio ohjelman kulusta.



Kuvio 9. Pelkistetty versio ohjelman kulusta

#### 8.4 Lisäyslaskenta

Tuotteen valmistuksesta aiheutuneet kustannukset voidaan selvittää lisäyslaskennan avulla. Kustannukset voidaan jakaa edelleen välittömiin ja välillisiin kustannuksiin.

Valmis tuotteenme koostuu PT100 lämpötila-anturista kattilavedelle ja savukaasulle, ohjelmoitavasta logiikasta ja kahdesta peltimoottorista. Lisäksi tuotteeseen kuuluu logiikan ohjelmointi ja tarvittavat asennuksen tarvikkeet. Näin ollen välittömiä kustannuksia aiheuttaa tuotteen eri osien hankinta. Tulevaisuudessa välittömiin kustannuksiin tulee lisäksi palkat, mutta prototyypivaiheessa niitä ei vielä oteta huomioon. Tämän lisäksi tulevaisuudessa välittömiin kustannuksiin lisätään myös markkinointikustannukset. Oletuksena työssä on, että lämmityskattila on asiakkaalla valmiina. Tuote rakennetaan ensisijaisesti Ariterm 35+ -lämmityskattilalle. Myöhemmin tutkitaan mahdollisuuksia laajentaa tuote sopivaksi muille lämmityskattilamalleille.

Prototyypin tekovaiheessa ei muodostu välillisiä kustannuksia. Tuotteen valmistuksesta aiheutuvia välillisiä kustannuksia ovat korot, vakuutusmaksut ja tuotannon tiloista koostuvat kustannukset, esimerkiksi tilan vuokra. Tulevaisuudessa, mikäli tuotetta valmistetaan suuremmissa mittakaavassa, välillisiksi kustannuksiksi voivat tulla myös esimerkiksi varastointikustannukset.

Arvonlisävero on välillinen vero, mikä tarkoittaa sitä, että kuluttajat eivät tilitä veroa valtiolle. Tavarointa ja palveluita myyvät yritykset siirtävät arvonlisäveron myyntihintoihinsa ja tilittävät kuluttajan maksaman veron valtiolle heidän puolestaan. Arvonlisäveroa maksetaan kaikissa vaihdannan vaiheissa. Arvonlisävero on kuitenkin lopullisessa tuotteessa vain kertaalleen verokannan osoittaman suuruisena. Veron kertaantuminen voidaan poistaa yrityksille myönnetyn vähennysoikeuden kautta. Tämä tarkoittaa sitä, että verovelvollinen yritys saa vähentää ostamiensa tuotantopanosten ostohintoihin sisältyvän veron, kun hän tilittää arvonlisäveroa valtiolle. (Äärilä & Nyrhinen 2013, 28 - 29.)

Laskelma tehdään prototyypin tuotteen kustannuksista oheisen laskelman mukaisesti. Hintoja ei julkaista, koska tarjouspyynnöt eivät ole julkisia.

#### **Välittömät kustannukset**

Ohjelmoitava logiikka	x - alv 24 %	x/1,24
PT100-lämpötila-anturi kattilavesi	x - alv 24 %	x/1,24
PT100-lämpötila-anturi savukaasu	x - alv 24 %	x/1,24
Peltimoottori ensiöilma	x - alv 24 %	
Peltimoottori toisioilma	x - alv 24 %	
Asennustarvikkeet	x - alv 24 %	
Palkat ja sotu		x
Energiakulut		x

#### **Välilliset kustannukset**

Vuokrat	x - alv 24 %	x/1,24
Vakuutusmaksut		x
Korot		
Omakustannushinta		<hr/> summa

### 8.5 Hinnoittelu ja tuotteistaminen

Tuote voidaan hinnoitella kustannuslaskennan avulla saaduista kustannuksista ja tuotteelle asetetusta katteesta. Lopulliseen, kuluttajille myytävään hintaan on lisättävä myös arvonlisävero. Tuotteen hinnan tulee kattaa tuotteesta aiheutuvat kustannukset ja voittotavoite. Valitsimme

kateprosentiksi 20 prosenttia, koska kyseisellä kateprosentilla pystytään kattamaan ylimääräiset kustannukset ja tuotteesta jää voittoa. Kyseessä olevan tuotteen hinnoittelu suoritetaan kustannuslaskennan avulla.

Myyntikatteen on tarkoitus tuoda yritykselle voittoa. Voitolla tulevalla rahalla yrityksillä on mahdollista kehittää tuotetta ja mahdollisuuksien mukaan laajentaa tuote toimimaan muunlaisilla alustoilla. Tuotteen laajentamisen myötä yrityksellä on mahdollisuus laajentaa toimintaa ja maksaa palkkaa yrityksen omistajille ja työntekijöille.

Laskelma tuotteen lopullisesta hinnasta tehdään oheisen laskelman avulla. Hintoja ei julkaista, koska tarjoukset eivät ole julkisia.

#### Välittömät kustannukset

Ohjelmoitava logiikka	x - alv 24 %	x/1,24
PT100-lämpötila-anturi kattilavesi	x - alv 24 %	x/1,24
PT100-lämpötila-anturi savukaasu	x - alv 24 %	x/1,24
Peltimoottori ensiöilma	x - alv 24 %	
Peltimoottori toisioilma	x - alv 24 %	
Asennustarvikkeet	x - alv 24 %	
Palkat ja sotu		x
Energiakulut		x

#### Välilliset kustannukset

Vuokrat	x – alv 24 %	x
Vakuutusmaksut		x
Korot		<u>x</u>
Omakustannushinta		välisumma
Kate 20 %		<u>1,2 x välisumma</u>
Veroton hinta, eli veron peruste		edelliset 2 yhteensä
ALV 24 %		<u>0,24* edellinen</u>
Verollinen hinta		veroton+vero

Tuotteistaminen lähtee uuden tuotteen kehittämiskustannuksien, markkinointinäkökymien ja saatavien tuottojen selvittämisestä. Kehittämiskustannukset koostuvat edellä lasketuista välittömien ja välillisten kustannusten yhdistelmästä. Kyseisellä tuotteella on hyvät markkinanäkymät, sillä vastaavanlaista tuotetta ei ole kehitetty tälle kokoluokalle. Polttopuu lämmitysmuotona on suosittua, edullista ja tulevaisuudessa puulla lämmitetään jatkossakin. Tuotot saadaan myyntikatteesta, joka on 20 %.

Luonnosteluvaiheessa tuotteelle on asetettu vaatimuksia ja tavoitteita. Kyseisen tuotteen osalta tavoitteet ovat seuraavat:

- erinomainen suorituskyky ja varmuus tuotteiden käytössä
- tuote tuo polttoaineen käytön kautta taloudellista etua
- sopiva hinta verrattuna lämmityskattilan hankintahintaan
- tuote on selkeä ja helppo käyttää
- tuotteeseen kuuluvat komponentit ovat tehoiltaan riittävät
- tuote on mahdollista laajentaa toimimaan muissa kattilatyypeissä

Valmistamme tuotteesta tulevaisuudessa ensin prototyypin, jolla varmistamme, että tuotteen ominaisuudet ovat tavoitteiden kaltaiset. Valitsimme tuotteessa käytettävät osat ominaisuuksien, suorituskyvyn, selkeän käytettävyyden ja hinnan mukaan. Käytettävien osien tuli olla sellaiset, että niitä on saatavissa jatkossakin. Tuotteen osien täytyi siis olla sellaisia, missä toimitusvarmuus pystytään säilyttämään.

## 9 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli tehdä esisuunnitelma lämmityskattilan palamisen automatisoinnista teoriataustan ja tuotteiden ominaisuuksien avulla. Työssä oli tarkoituksena selvittää syntyvän tuotteen kaupallistamisen mahdollisuudet. Tuotteistamisen, hinnoittelun ja kustannuksien teorian avulla pystyimme selvittämään syntyvälle tuotteelle kaupalliset mahdollisuudet. Suunnitelma osoittaa, että tuotteen kaupallistaminen on mahdollista. Tuotteen valmistuskustannukset ovat maltilliset ja myyntihinnasta on mahdollista saada sellainen, joka kattaa valmistuskustannukset. Projekti yllätti laajuudeltaan. Tarvittavien tuotteiden selvittäminen ja projekti kokonaisuudessaan osoittautui arvioitua laajemmaksi, joten projekti ei valmistunut opinnäytetyön aikatauluun mennessä. Projektin toteutuksesta voisi jatkaa vaikka toisen opinnäytetyön verran.

Lämmityskattilan palamisen automatisointi suoritetaan säätämällä palamiseen tarvittavaa ilman syöttöä ohjelmoitavan logiikan avulla. Ohjelmoitava logiikka saa lämpötilatiedot savukaasusta ja kattilavedestä lämpötila-antureiden avulla. Lämpötilatieto syötetään logiikkaan, joka antaa tarvittavat säätökäskyt peltimoottoreille. Peltimoottorit kääntävät ilman säätöpeltejä.

Polttoaine, lämmityskattiloilla halko eli klapi, tarvitsee palamiseen ilmaa. Palaminen tapahtuu kolmessa eri vaiheessa. Palamisen vaiheet ovat puiden kaasutus, kaasujen jälkipoltto ja lämmön talteenotto. Lämmön siirtyminen kaasusta tapahtuu konvektio-osassa. Konvektio-osassa kaasuista syntyvä lämpö siirtyy lämmityskattilan kattilaveteen. Puhtaassa palamisessa tärkein tekijä on palokaasujen ja esikuumennetun palamisilman hyvä sekoittuminen. (Ariterm 2014.)

Ariterm 35+ -lämmityskattilassa palamisilman säätö tapahtuu kattilan etuosassa olevien ensiöilman ja toisioilman säätöläpillä. Aktiivinen ilman säätö tuo merkittävää taloudellista etua. Polttoaineen palaminen on hallittua ja lämpöhukka saadaan pienentymään. Tulisijan lämmönsiirtokyky voidaan havaita savukaasujen lämpötilan laskulla. Savukaasujen lämpötila laskee, kun lämpö siirtyy tulisijan rakenteisiin (Alakangas, Erkkilä & Oravainen 2008, 13-14).

Lisäyslaskennan avulla tuotteelle saadaan laskettua kustannukset eli selvitetään, paljonko tuotteen teko tulee maksamaan. Lisäyslaskennan avulla tuotteen valmistuksessa muodostuvat kustannukset voidaan kohdistaa oikein laskentakohteille. Lisäyslaskenta on oiva keino yrityksille, jotka valmistavat useita erilaisia suoritteita.

Opinnäytetyössä tuotteen kustannusten laskenta prototyypille on suppea. Mahdollisen tuotannon myötä tulevat esille välittömät ja erityisesti välilliset kustannukset. Työssä välittömiä kustannuksia muodostui laitteiden hankinnoista. Välillisiä kustannuksia, kuten varastoinnista muodostuvia kustannuksia, tulee siinä vaiheessa, jos tuotetta ryhdytään tekemään kaupalliseen tarkoitukseen.

Tuotteen kustannukset ja jälleenmyyntihinta tarkentuvat ohjelmoinnin ja hankintakanavien selvityksen jälkeen. Ohjelmoinnin muutostyöt erityyppisille lämmityskattiloille tulevat mahdolliseksi selvittää tutkimuksen jälkeen. Tuotteessa käytettäviä tarvikkeita on saatavilla useista eri kauppapaikoista. Internetistä löytyvistä verkkokaupoista hinnat ovat selvästi edullisempia kuin niin sanotuissa kivijalkakaupoissa.

Tuotteeseen tarvittavat hankinnat on tilattu. Tuotteiden saavuttua aloitetaan prototyypin rakentaminen. Tuotteen asentamisen ja ohjelmoinnin jälkeen alkaa laitteiston testausvaihe. Tämä testausvaihe käydään läpi tarkasti, ja tieto lämmitysvaiheista kerätään talteen. Testausvaihe kestää useita lämmityskertoja.

Lämpöarvot vaihtelevat eri puulajeilla. Tuotteen toimivuus testataan polttamalla kattilassa eri puulajeja. Testaus tehdään myös eri kosteudella olevien klapien kanssa. Liian kostea polttoaine palaa tehottomasti ja aiheuttaa enemmän päästöjä (Jyväskylän Teknologiakeskus Oy 2003, 31). Eri puulajeilla ja eri kuivusasteilla olevilla puilla nähdään, kuinka logiikka toimii, kun se joutuu operoimaan tiheämmin. Testausvaiheen jälkeen teemme päätökset jatkon kannalta.

Mikäli tuote osoittautuu toimivaksi, yrityksen perustaminen tuotteen ympärille on mahdollista. Yritystoiminnan myötä täytyy selvittää tuotteen laajentamista, jotta se toimisi eri valmistajien lämmityskattiloille. Eri valmistajien kattiloiden myötä tuotteen markkinat laajenisivat merkittävästi. Tuotteessa tarvittavien komponenttien toimittajien valinta tehdään tarjouskierroksen perusteella. Komponenttien toimittajien kanssa tehdään sopimukset hinnoista ja toimituksista, jotta saatavuus saadaan varmistettua.

Uudelle yritykselle on tärkeää tehdä liiketoimintasuunnitelma. Liiketoimintasuunnitelma on keskeinen väline yrityksen kehittämisessä. Liiketoimintasuunnitelman avulla pystytään hahmottamaan ja suunnittelemaan yrityksen toimintaa ja kannattavuutta. Suunnitelman avulla saadaan selvitettyä yrityksen liikeidea, resurssit, asiakaskunta, myynninedistäminen ja kannattavuus.



Tässä vaiheessa projektia olemme saavuttaneet edullisen hintatason tuotteessa tarvittavien komponenttien hintojen osalta. Jälleenmyyntihinnasta vaikuttaa tulevan järkevää, mutta tulevaisuudessa nähdään tuleeko tuotteesta toimiva tuote, jolla saavutetaan tuntuvia etuja lämmityskustannuksissa. Lisäksi toivomme, että tuotteesta tulisi kaupallisesti onnistunut ja menestyvä.

## LÄHTEET

- Alakangas, E., Erkkilä, A. & Oravainen, H. 2008. Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijälämmitys – Polttopuun tuotanto ja käyttö. Saatavilla: [www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-10553-08.pdf](http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2008/VTT-R-10553-08.pdf) (luettu 12.10.2014).
- Alhola, K. & Lauslahti, S. 2002. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. Vantaa: Tummavuoren Kirjapaino Oy.
- Ariterm Oy. Asennus- ja käyttöohje. Saatavilla: [www.ariterm.fi/387](http://www.ariterm.fi/387) (luettu 20.5.2014).
- Belimo Finland Oy. Saatavilla: <http://www.belimo.fi/products.php?model=LM24A-SR> (luettu 30.11.2014).
- Bioenergian verkkopalvelu 28.6.2012. Yläpalokattila. Saatavilla: [http://www.bioenergia-tieto.fi/default/www/etusivu/energian\\_tuotanto/energiatuotannon\\_tekniikka/polttotekniikka\\_kiinteille\\_polttoaineille/keskuslammituskattilat/ylapalokattila/](http://www.bioenergia-tieto.fi/default/www/etusivu/energian_tuotanto/energiatuotannon_tekniikka/polttotekniikka_kiinteille_polttoaineille/keskuslammituskattilat/ylapalokattila/) (luettu 19.10.2014).
- Ebay verkkokauppa 30.11.2014. Saatavilla: [http://www.ebay.com/sch/i.html?from=R40&trk\\_sid=m570.11313&nkw=PT100+sensor+0-300+%C2%B0C+&sacat=0](http://www.ebay.com/sch/i.html?from=R40&trk_sid=m570.11313&nkw=PT100+sensor+0-300+%C2%B0C+&sacat=0) (luettu 30.11.2014).
- Juhala, K. & Rossi, J. 2010. Tuotekustannuslaskentamenetelmät eri tuotantomuodoissa. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201004291737> (luettu 22.5.2014).
- Jokinen, T. 2010. Tuotekehitys. Saatavilla: <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf> (luettu 9.11.2014).
- Jormakka, R., Koivusalo, K., Lappalainen, J. & Niskanen, M. 2009. Laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Jyväskylän Teknologiakeskus Oy. 2003. Puuenergia. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M., Sumujärvi, M. 2009. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOYpro Oy
- Kinnunen, J., Leppiniemi J., Martikainen, T. & Virtanen, K. 2000. Yrityksen taloushallinnon perusteet. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- Koivisto, K. 2014. Julkisen hankkeen päätöksenteon kustannusinformaatio – Case Vuoreksen kaupunkialue Tampereella. Tampereen yliopisto. Saatavilla: <https://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/95255/GRADU-1399042161.pdf?sequence=1> (luettu 9.11.2014).
- OEM Finland Oy 2014. Saatavilla: [http://www.oem.fi/Tuotteet/Keskus/Pienoislogiikat/Crouzet\\_Millenium\\_3\\_Smart/824737-1561732.html](http://www.oem.fi/Tuotteet/Keskus/Pienoislogiikat/Crouzet_Millenium_3_Smart/824737-1561732.html) (luettu 30.11.2014)
- PLCTutor 29.8.2013 a. What is PLC. Saatavilla: <http://www.plctutor.com/> (luettu 11.10.2014).

- PLCTutor 29.8.2013 b. A Very Brief History of the PLC. Saatavilla: <http://www.plctutor.com/plc-history.html> (luettu 11.10.2014).
- PLCTutor 29.8.2013 c. Basic Operation of a PLC system. Saatavilla: <http://www.plctutor.com/plc-operations.html> (luettu 11.10.2014).
- PLCTutor 29.8.2013 d. PLC Input and Output Devices. Saatavilla: <http://www.plctutor.com/plc-io-devices.html> (luettu 11.10.2014).
- Shnoro, V. Vilho Shnoron keräämä tieto kattilavesi- ja savukaasulämpötiloista lämmityksen aikana. 27.1.2014
- Selander, K. 2007. Kustannukset. Saatavilla: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojak-sot/030804/1128430484119/1140168152800/1148037814966/1148038081224.html> (luettu 9.11.2014).
- Volotinen, V. 2009. Digitaalitekniikka perusteet ja sovellukset. Helsinki: WSOYpro Oy
- Yritys-Suomi. Idean tuotteistaminen. Saatavilla: <https://www.yrityssuomi.fi/fi/idean-tuotteistaminen> (luettu 16.10.2014).
- Äärilä, L. & Nyrhinen, R. 2013. Arvonlisäveroitus käytännössä. Sanoma Pro Oy.

LIITTEET

Lite 1: Prototyypin valmistuskustannukset

Prototyypin valmistuskustannukset ovat salaiset.

<b>Prototyypin valmistuskustannukset</b>	<b>Merkki/malli</b>	<b>hinta €</b>
<i>Välittömät kustannukset</i>		
Ohjelmoitava logiikka	Crouzet Millenium 3 CD12S 24VDC	
Ohjelmointikaapeli USB	USB ohjelmointikaapeli PC-logiikka	
Signaalimuunnin	Muunnin, sisään: PWM/0-10V, ulos:0-10V	
PT100-lämpötila-anturi kattilavesi	PT100 NTC 0-100 °C	
PT100-lämpötila-anturi savukaasu	PT 100 0-300 °C	
Peltimoottori ensiöilma	LM24A-SR	
Peltimoottori toisiöilma	LF24-SR	
Asennustarvikkeet	lattarauta, pultit ym.	
	<b>YHTEENSÄ</b>	<b>€</b>