

**Mikko Myllymäki**

**MATERIAALIN KÄYTTÖ- JA VALMISTUSMENETELMÄ-  
KARTOITUS KOKKOLAN SEUDUN METALLIYRITYK-  
SISSÄ**

**Opinnäytetyö**

**KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU**

**Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma**

**Huhtikuu 2011**

## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Yksikkö</b> Tekniikan ja liiketalouden yksikkö Kokkola	<b>Aika</b> Huhtikuu 2011	<b>Tekijä</b> Mikko Myllymäki
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikka		
<b>Työn nimi</b> Materiaalin käyttö- ja valmistusmenetelmäkartoitus Kokkolan seudun metalliyrityksissä		
<b>Työn ohjaaja</b> TkL Mika Kumara	<b>Sivumäärä</b> 59 + 1 liite	
<b>Työelämäohjaaja</b> Kehityspäällikkö Tuomo Peltola		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kartoitusluonteinen esiselvitys Teknologiakeskus Ketek Oy:lle Kokkolan seudun metalliyrityksissä yleisesti käytettävistä metallimateriaaleista ja niihin kohdistettavista lisäarvoa tuottavista valmistusmenetelmistä. Kartoituksen oli myös tarkoitus tuoda lisäarvoa työ- ja elinkeinoministeriön KOKO-ohjelmalle sekä tekniikan- ja luonnontieteiden tutkimusympäristölle, LuTek-hankkeelle. Kartoituksen ja kyseisten hankkeiden tavoitteena on tukea ja auttaa kehittämään paikallisten yritysten toimintaa.</p> <p>Kartoituksessa yhteydessä tutustuttiin ensin yleisiin haastattelu- ja tutkimusmenetelmiin. Tämän jälkeen käytiin ennalta sovitussa Kokkolan seudulla sijaitsevilla metallialan yrityksissä. Yrityskäyntien aikana selvitettiin teemahaastattelun ja tuotantotiloihin tutustumisen välityksellä kunkin yrityksen pääasiallisesti käyttämät metallimateriaalit sekä niihin liittyvät valmistusmenetelmät.</p> <p>Haastattelujen tulosten perusteella löydettiin Kokkolan seudulla eniten käytetyt metallimateriaalit sekä valmistusmenetelmät ja toivottavasti tulosten avulla voidaan jatkossa auttaa Kokkolan seudun metalliyrityksiä löytämään entistä parempia materiaaleja sekä tehokkaampia tuotantomenetelmiä.</p>		

<b>Asiasanat</b> kartoitus, konepajateollisuus, käyttötutkimus, metalliala, metalliteollisuus, metallituoteteollisuus, materiaalit, selvitys, valmistus
--

ABSTRACT

<b>CENTRAL OSTROBOTHNIA</b> <b>UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> April 2011	<b>Author</b> Mikko Myllymäki
<b>Degree programme</b> Mechanical and Production Engineering		
<b>Name of thesis</b> A Pilot Survey of Material Use and Production in the Metal Companies of Kokkola Area		
<b>Instructor</b> Lic. Tech. Mika Kumara		<b>Pages</b> 59 + 1 Appendix
<b>Supervisor</b> Development Manager Tuomo Peltola		
<p>The purpose of the thesis was to make a pilot survey to the Technology Centre Ketek Ltd about the metal materials and cost-effective production methods which are commonly used in Kokkola area. The second purpose of my thesis was to add value to the KOKO-program of the Ministry on Employment and Economy and to the LuTek-project, the Research Environment of Technology and Natural Sciences. The aim of the pilot survey and projects was to support and help the local companies to develop their activities in Kokkola area.</p> <p>At the beginning of the survey different kind of interview and research methods were examined, after that some companies were visited. During the visits the metal materials and production methods used in the company were studied.</p> <p>The summary of the interviews helped to find metal materials and production methods which were most widely used in Kokkola area. Hopefully those results will help when the companies in Kokkola area search new materials and more effective production methods.</p>		

**Key words**

analysis, engineering, industry, mapping, material, metal, metal product

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
LYHENTEITÄ JA AVAINKÄSITTEITÄ  
SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>1</b>
<b>2 KETEK OY</b>	<b>3</b>
<b>3 METALLI- JA KONEPAJATEOLLISUUS</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Metallien käyttö Suomessa</b>	<b>7</b>
<b>3.2 Metalliteollisuus Kokkolan seudulla</b>	<b>8</b>
<b>4 METALLI MATERIAALIT</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Valurauta</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Teräkset</b>	<b>11</b>
<b>4.2.1 Rakenneteräkset</b>	<b>11</b>
<b>4.2.2 Kulutusteräkset</b>	<b>12</b>
<b>4.2.3 Lämmön kestävät teräkset</b>	<b>12</b>
<b>4.2.4 Korroosion kestävät teräkset</b>	<b>13</b>
<b>4.3 Muut metallit</b>	<b>15</b>
<b>4.3.1 Alumiini</b>	<b>15</b>
<b>4.3.2 Kupari</b>	<b>16</b>
<b>4.3.3 Titaani</b>	<b>17</b>
<b>5 LISÄARVOA TUOTTAVAT TYÖSTÖ- JA VALMISTUSMENETELMÄT</b>	<b>18</b>
<b>5.1 Lastuavat työstömenetelmät</b>	<b>18</b>
<b>5.1.1 Sorvaaminen</b>	<b>18</b>
<b>5.1.2 Jyrsiminen</b>	<b>19</b>
<b>5.1.3 Poraaminen</b>	<b>19</b>
<b>5.1.4 Sahaaminen</b>	<b>20</b>
<b>5.2 Muovaavat työstömenetelmät</b>	<b>20</b>
<b>5.2.1 Leikkaaminen</b>	<b>20</b>
<b>5.2.2 Vesileikkaus</b>	<b>21</b>
<b>5.2.3 Taivuttaminen</b>	<b>21</b>
<b>5.3 Hitsaus</b>	<b>20</b>
<b>5.3.1 Puikkohitsaus</b>	<b>23</b>
<b>5.3.2 MIG/MAG-hitsaus</b>	<b>24</b>
<b>5.3.3 TIG-hitsaus</b>	<b>25</b>
<b>5.3.4 Plasmahitsaus</b>	<b>26</b>
<b>5.3.5 Jauhekaarhitsaus</b>	<b>26</b>

5.4 Lasertyöstö	28
5.4.1 Laserleikkaus	28
5.4.2 Laserhitsaus	29
5.4.3 Laserpintakäsittely	29
5.4.4 Lasermerkkaus	30
5.5 Pintakäsittely	30
5.5.1 Maalaaminen	31
5.5.2 Pinnoittaminen	31
6 TUTKIMUS	32
6.1 Tutkimuksen toteutus	32
6.2 Tutkimus menetelmät	34
6.2.1 Teemahaastattelu	34
6.2.2 Kvalitatiivinen lähestymistapa	35
6.2.3 Kvantitatiivinen lähestymistapa	35
7 TULOKSET	37
7.1 Materiaalien käyttö	37
7.1.1 Yleisesti käytetyt metallimateriaalit	37
7.1.2 Materiaalien tilausmuoto	40
7.1.3 Materiaalikustannukset	44
7.1.4 Materiaalien valinta	45
7.2 Valmistusmenetelmät	46
7.2.1 Lisäarvoa kohottavat valmistusmenetelmät	46
7.2.2 Suunnittelutyö	48
7.2.3 Valmistus	49
7.3 Alihankinta- ja yhteistyö	50
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	53
LÄHTEET	56
LIITTEET	
Liite 1. Haastattelurunko	

## LYHENTEITÄ JA AVAINKÄSITTEITÄ

Austeniitti	teräksen kiderakenne, joka kykenee sitomaan hiiltä korkeintaan kaksi prosenttia
Ferriitti	teräksen kiderakenne, joka voi sisältää hiiltä korkeintaan 0,02 prosenttia
Karkaisu	lämpökäsittelymenetelmä, jossa teräksen kiderakenne muutetaan nopealla jäähdytyksellä austeniitista martensiitiksi
Korroosio	eri metallien kosketuksen tai materiaalien jännite-eron vuoksi tapahtuva metallin syöpyminen
Lujuus	aineominaisuus, joka kertoo aineen alimman murtumalujuuden vetokokeessa
Lämpölaajenemiskerroin	kertoo, kuinka paljon aineen tilavuus muuttuu lämpötilan muuttuessa yhden asteen Celsius- tai Kelvin-asteikolla
Martensiitti	karkaisun tuloksena syntyvä kova kiderakenne
Muokkauslujittuminen	aineominaisuus, jossa metallia muokattaessa kylmänä metallin muodonmuutoskyky heikkenee aineen lujittuessa
Myötölujuus	jännitys, jossa rasitetussa kappaleessa tapahtuu merkittävää muodonmuutosta
Plasma	sähköä johtava kaasu, kaasu muuttuu sähköä johtavaksi riittävän korkeassa lämpötilassa
Plastinen	aineominaisuus, jossa kappaleeseen syntyy palautumattomia muodonmuutoksia

## 1 JOHDANTO

Metalliteollisuus on merkittävä työnantaja Kokkolan seudulla, ja näiden työpaikkojen turvaamiseksi on paikallisten yritysten kyettävä ylläpitämään kilpailukyky sekä kannattavuus jatkuvasti tiukentuvilla markkinoilla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa metallialan yritysten käyttämiä metallimateriaaleja ja niihin kohdistettavia, lisäarvoa tuottavia valmistusmenetelmiä, jotka ovat yleisesti käytössä Kokkolan seudulla. Tutkimuksen edetessä pyrin kiinnittämään huomiota myös yrityksissä esiin tulleeseen erityisosaamiseen.

Opinnäytetyö tukee osaltaan valtakunnallista työ- ja elinkeinoministeriön KOKO-kehittämishjelmaa (alueellinen koheesio- ja kilpailukykyohjelma). KOKO-ohjelman tavoitteena on alueellinen kilpailukyvyyn parantaminen, jossa alueen kehittämisstrategia rakennetaan kunkin alueen omiin lähtökohtiin perustuen, joten tämä opinnäytetyö tukee tätä lähtökohtaa alueellisen metalli- ja konepajaosaamisen näkökulmasta. Opinnäytetyön tavoitteena on tuoda lisäarvoa myös tekniikan ja luonnontieteiden tutkimusympäristölle, LuTek-hankkeelle, joka tarjoaa paikallisille yrityksille mahdollisuutta hyödyntää tutkimus- ja kehitystoiminnan osaamista ja resursseja.

Esitän opinnäytetyössäni käytettyjen tutkimusmenetelmien teoriaa, niiden käyttöä ja esitän saadut tulokset. Jatkossa tutkimustulosten hyödyntäminen jää Teknologiakeskus Ketek Oy:lle. Tutkimuksen lähestymistapa on pääasiassa laadullinen eli kvalitatiivinen. Teemahaastatteluun pyrin saamaan ensisijaisesti kunkin yrityksen tuotannosta vastaavan henkilön, ja haastattelun aikana seurattiin kustakin yrityksestä jonkin tuotteen valmistuspolku mahdollisuuksien mukaan aina materiaali-varastosta lopputuotteeksi asti.

Haastattelut toteutettiin yrityskäynnein LuTek-hankkeessa työskentelevän tutkimusinsinööri Juha Kauppisen kanssa. Tutkimuksen tulosten käsittelyssä käytetään myös määrällistä eli kvantitatiivista lähestymistapaa. Valitsin teemahaastattelun pääasialliseksi tutkimusmenetelmäksi teoksen Hirsjärvi & Hurme Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö, pohjalta. Kirjan mukaan teemahaastattelu tukee hyvin molempia edellä mainittuja lähestymistapoja, ei sido haastattelua kumpaankaan lähestymistapaan eikä rajaa haastattelukertojen määrää ja jättää haastattelijan harkittavaksi sen kuinka ”syväälle” haastattelussa edetään. Haastatteluiden tukena pidin itse muotoilemaani kysymysrunkoa, jonka mukaan haastattelu pääasiassa eteni.

Opinnäytetyön tulosten pohjalta voidaan jatkotutkimuksilla pyrkiä löytämään yrityksille joko vaihtoehtoisia materiaaleja tai työmenetelmiä. Nämä asiat ovat yksi osa-alue yrityksen kilpailukyvyn sekä kannattavuuden parantamisessa.



## 2 KETEK OY

Kokkolassa sijaitseva Teknologiaakeskus Ketek Oy on vuonna 1987 perustettu, Kokkolan seudulla sijaitsevien yritysten osaamisen kehittämiseen erikoistunut yritys. Ketek Oy työllistää 35 alansa asiantuntijaa. Ketek Oy:n osakkaita ovat Kokkolan ja Pietarsaaren kaupungit, Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä sekä Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. (Ketek Oy a 2011.)

Ketek Oy:n erityisiä vahvuuksia ovat liiketoiminnan kehittäminen, tutkimus- ja kehitystoiminta, analyysi- ja testauspalvelut sekä tiedonhaku ja rahoitusvaihtoehtojen selvitys. Ketek Oy sijaitsee ammattikorkeakoulun välittömässä läheisyydessä, joten yritys voi vaivattomasti tarjota opinnäytetyön aiheita ammattikorkeakoulun opiskelijoille. Ketek Oy on erikoistunut kemian-, laser- ja venealan teollisiin sovelluksiin. Ketek Oy:llä on jatkuvasti käynnissä useita hankkeita ja projekteja paikallisen osaamisen kehittämiseksi, näihin voi tutustua yrityksen WWW-sivuilla. (Ketek Oy b 2011.)

Opinnäytetyöni kuuluu mekaniikkaan keskittyneen Ketek Mechanicsin alaisuuteen. Ketek Mechanics on erikoistunut kehittämishankkeiden suunnitteluun ja toteutukseen sekä teräs- ja konepajateollisuuden tuotekehitykseen, valmistusmenetelmien kehittämiseen ja markkinoille saattamiseen. Mekaniikka- ja konepajojen tuotantotekniikka kuuluu nimenomaan Ketek Mechanicsin vahvimpiin osaamisalueisiin. (Ketek Oy c 2011.)

### 3 METALLI- JA KONEPAJATEOLLISUUS

Suomen ensimmäinen konepaja aloitti toimintansa vuonna 1937 Fiskarsissa, ja tämän jälkeen konepajoja alkoi syntyä tasaisesti ympäri Suomea. Pohjan metalliteollisuuden voimakkaalle kehittymiselle loi alkava teollistuminen, liikenneyhteyksien paraneminen sekä yleinen elintason nousu, joka loi kysyntää tuotteille. Merkilepantavaa Suomen konepajojen historiassa on, että yritykset ovat alusta saakka kehittäneet ja valmistaneet ennakkoluulottomasti alansa uusinta tekniikkaa. Esimerkiksi ensimmäinen kotimainen höyrykone valmistui jo 1939, vain kaksi vuotta ensimmäisen konepajan perustamisen jälkeen. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki & Sihvonen 2007, 7.)

1900-luvun alussa, ensimmäisen maailmansodan sytyttyä eli suomalainen metalliteollisuus ensimmäistä todellista nousukautta Venäjän sotatarvike- ja alustilausten ansiosta. Tämä nousukausi katkesi kuitenkin pian Suomen itsenäistymisen katkaistessa kauppasuhteet Venäjälle. Tämän jälkeen metalliteollisuuden oli vastattava lähinnä vain kotimaan tarpeisiin, jolloin myös tuotantoa oli supistettava. Ylimenokausi oli erittäin vaikea. Uusi nousukausi koitti vasta 1930-luvun puolivälissä, ja näihin aikoihin alkoi myös kotimainen kuorma-autojen ja lentokoneiden sarjavalmistus. (Ihalainen ym. 2007, 8.)

Toisen maailmansodan syttyminen oli metalli- ja konepajateollisuudelle seuraava ankara koetus; tuotantoa oli suunnattava sotatarvikkeisiin, ja samalla vallitsi suuri työvoimapula sekä raaka-ainepuute. Kuitenkin näistä huolimatta onnistuttiin teollisuus pitämään käynnissä ja suoritettiin jopa pienimuotoista laajentamista. Todellinen laajeneminen ja tuotannon kasvu koettiin sodan loputtua sotakorvaustuotteiden valmistamisen ”ansiosta”. Sotakorvauskaudella tuotantoa kasvatettiin voi-

makkaasti varsinkin raskaan konepajateollisuuden ja telakkateollisuuden puolella. (Ihalainen ym. 2007, 8.)

1950-luvun alussa metalliteollisuus työllisti jo noin 30 prosenttia maan koko teollisuustyövoimasta ja oli noussut tuotannon arvoltaan jo metsäteollisuuden tuntu-  
maan. Nousu oli viennin kasvun ansiota; näihin aikoihin solmittiin kauppasopi-  
mukset muun muassa silloisen Neuvostoliiton kanssa ja keskeisinä olivat raskaan  
konepajateollisuuden tuotteet, kuten koneet ja laivat. (Ihalainen ym. 2007, 8.)

1960-luvun vaihteessa metalliteollisuus oli vakiinnuttanut asemansa suurimpana  
teollisuuden alana, ja tätä vuosikymmentä onkin kutsuttu metalliteollisuuden  
teknisen kehityksen ja kansainvälisen kaupan läpimurtokaudeksi. 1960-luvulla  
Suomi toimitti jo 15 prosenttia maailman paperi- ja kartonkikonetuotannosta. Sa-  
moihin aikoihin aloitettiin henkilöautotuotanto, telakkateollisuus erikoistui, ja  
päätuotteiksi muodostuivat esimerkiksi jäänmurtaajat, autolautat ja risteilyalukset.  
(Ihalainen ym. 2007, 8.)

1970-luvulla metalliteollisuus jatkoi kasvuaan ja vauhti oli huomattavasti nope-  
ampaa kuin muulla teollisuustuotannolla. Teollisuus alkoi panostaa voimakkaasti  
tutkimus- ja kehitystyöhön, otettiin käyttöön uusia tuotantomenetelmiä, tuotantoa  
monipuolistettiin entisestään, ja yritysten toiminta kansainvälistyi viennin kasva-  
essa. Metalliteollisuuden palveluksessa työskenteli 1970-luvun lopulla jo 34 pro-  
senttia maan koko teollisuustyövoimasta, ja metalliteollisuuden viennin osuus oli  
30 prosenttia Suomen koko viennistä. (Ihalainen ym. 2007, 8–9.)

Kuitenkin uuden pilvet ilmestyivät metalliteollisuudenkin ylle 1990-luvun alussa,  
kun taloudellinen taantuma supisti tuotantoa ja työvoimaa lähes 17 prosenttia.  
Taantuma vaikutti kaikilla metalliteollisuuden aloilla yhtäläisesti, ja tuotanto alkoi

elpyä vasta 1990-luvun puolivälissä viennin elpymisen ansiosta. (Ihalainen ym. 2007, 9.)

1990-luvun alun taantumien jälkeen metalliteollisuus koki rajuja rakennemuutoksia markkinoiden sekä tuotannon piirissä. Idän kauppa supistui rajusti Neuvostoliiton hajoamisen seurauksena, jolloin markkinat oli etsittävä muualta. Sähkö- ja elektroniikkateollisuus laajeni lähes räjähdysmäisesti 1990-luvulla ja nousi suurimmaksi teollisuusalaksi. Muun muassa tuotantomenetelmien kehittäminen on ollut merkittävä keino tuottavuuden ja kilpailukyvyn parantamiseen tiukentuvilla markkinoilla. Moni teollisuusyritys on laajentanut toimintaansa voimakkaasti myös ulkomaille vientitoiminnan tueksi perustettuihin yksiköihin. (Ihalainen ym. 2007, 9.)

Tänä vuonna 2011 maailma on jälleen toipumassa rajusta taantumasta. Taantuma iski voimakkaasti myös Suomeen maamme voimakkaan vientiriippuvuuden vuoksi. Vuoden 2008 loppupuolella alkanut taantuma iski vuonna 2009, jolloin metalli- ja elektroniikkateollisuuden tuotannon määrä supistui jopa 28 prosenttia. Kansainvälisestäkin taantuma vaikutti voimakkaimmin juuri metalliteollisuuteen. Taantumien myötä metalliteollisuuden jalostusarvo laski 57 prosentista 49 prosenttiin vuosina 2008–2009, mutta pysyi tästä huolimatta suurimpana teollisuusalana Suomessa. Samaan aikaan työpaikkojen määrä supistui noin 22 000 henkilöllä eli noin 10 prosentilla. (Metallin toimialakatsaus 2010, 3–4.)

Metalliteollisuuden hidas toipuminen kovimmasta taantumasta sitten 1930-luvun katsotaan alkaneeksi kesällä 2010. Tilausten määrät ovat kääntyneet kasvuun, ja vuoden 2011 näkymät ovat kohtalaisen hyvät. Metalliliiton ennusteen mukaan tuotannon kasvu vuonna 2011 olisi jo yli viisi prosenttia. Työllisyyden supistuminen on jatkunut kuitenkin vielä vuonna 2010. (Metallin toimialakatsaus 2010, 21.)

### 3.1 Metallien käyttö Suomessa

Suomessa jalostetaan runsaasti erilaisia metalleja, mm. terästä, kromia, sinkkiä, kuparia, nikkeliä, alumiinia, kobolttia, elohopeaa, hopeaa, seleeniä ja kultaa. Näiden yhteenlaskettu tuotanto vuonna 2008 on lähes 6 miljoonaa tonnia, josta valtaosa menee vientiin. (Ammattinetti 2011.) Edellä mainituista metalleista Kokkolassa tuotetaan sinkkiä (Boliden Kokkola 2011) sekä kobolttia ja kuparia (OMG Kokkola Chemicals 2011). Boliden Kokkola on myös alueen suurin työnantaja yli viidelläsadalla työntekijällään (Boliden Kokkola 2011).

Metallien jalostus ja käyttö kuuluu teknologiateollisuuden piiriin, ja muita teknologiateollisuuden aloja ovat sähkö- ja elektroniikkateollisuus. Teknologiateollisuus tuottaa lähes puolet koko teollisuuden liikevaihdosta ja vastaa yli puolta koko teollisuuden viennistä. Suomen koko viennistä teknologiateollisuuden osuus oli jopa 60 prosenttia. (Ammattinetti 2011.) Kone- ja metalliteollisuudessa työskentelee kaiken kaikkiaan noin 131 000 henkilöä ja yritysten liikevaihto on noin 24 miljardia euroa (Teknologiateollisuus a 2010). Syyskuussa 2010 Suomen koko viennin arvo oli 4737 miljoonaa euroa, ja tästä metalliteollisuuden osuus oli 2291 miljoonaa euroa (Metalliliitto 2011).

Teknologiateollisuus muodostaa Pohjanmaalla 82 % alueen koko viennistä, 88 % Pohjanmaan koko elinkeinoelämän tutkimus- ja kehitysinvestoinneista, ja työllisyysvaikutus on 44 200 työpaikkaa, joka on jopa yli kolmannes Pohjanmaan koko työvoimasta. Teknologiateollisuuden liikevaihto Pohjanmaalla vuonna 2010 oli noin 4,9 miljardia euroa (koko maa 67 miljardia euroa). (Teknologiateollisuus b 2011.)

### 3.2 Metalliteollisuus Kokkolan seudulla

Metalliteollisuudella on Kokkolassa vahvat perinteet. Ensimmäinen metallialan yritys on perustettu Kokkolan vuonna 1895, kun veljekset Tuomas ja Juhani Friis siirsivät teollisuuslaitoksensa Kalajoelta, Kokkolan Ykspihlajaan. Veljekset valoivat messinkisiä kirkonkruunuja, suuria kynttelikköjä sekä pronssisia kirkonkelloja. Tämän lisäksi heidän konepajansa valmisti höyrykoneita, hammasrattaita, äkeitä, vesipumppuja, sahanraameja ja tavaravaunuja rautateille. Konepajan tunnetuin tuote lienee rautaiset uunin ja hellan luukut. (alue kaupunki a 2011.) Eli voidaan yhtenäistää, että yrityksellä oli jo tuolloin monipuolinen osaaminen metallialalta.

Vielä tätäkin ennen Kokkolassa oli jo vahva osaaminen muun muassa laivanrakennuksesta sekä tervanpoltosta. Vuonna 1885 käyttöön vihitty rautatie sekä Kokkolan status satamakaupunkina ovat omalta osaltaan auttaneet paikallisen teollisuuden menestymistä erinomaisien kulkuyhteyksien ansiosta. (Kokkolan kaupunki b 2011.)

Kokkolan seudun metalliteollisuus on juuriltaan perinteistä hitsaukseen perustuvaa teräsrakentamista. Seudun metalliteollisuuden varsinainen kasvun aloitus sijoittuu 1990-luvun puoliväliin, ja tämän jälkeen kasvu ja kehitys on ollut tasaista. Yritysten määrä ja koko on kasvanut myös tasaisesti. Yritykset ovat innovoineet omia tuotteita sekä kehittäneet toimintaansa omilla osaamisalueillaan.

Kokkolan seudulla toimii yli 70 metallialan yritystä, ja nämä työllistävät noin viisi prosenttia alueen väestöstä, joten metalliteollisuus on alueella merkittävä työnantaja. Valtaosa yrityksistä kuuluu pieniin tai keskisuuriin yrityksiin, joista useat ovat vientiyrityksiä. (Kokkolanseudun Kehitys Oy 2011.)

Kokkolassa tarjottava monipuolinen metallialan koulutus tuottaa uusia osaajia alalle lähes kaikissa koulutusasteissa. Kokkolan ammattiopisto tarjoaa metallialan

peruskoululutusta joko koneistajaksi tai levyseppähitsaajaksi (Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä 2011). Keski-Pohjanmaan aikuisopistolla on yli 20 vuoden kokemus aikuiskoulutuksesta sekä heillä on kattava metallialan koulutustarjonta hitsauksesta, koneistuksesta sekä robotiikasta (Keski-Pohjanmaan aikuisopisto 2011). Koulutuksen laajuutta lisää vielä Kokkolassa sijaitseva Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun Tekniikan ja liiketalouden yksikkö, joka kouluttaa insinöörejä (AMK) kone- ja metallialalle (Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu 2011).

## 4 METALLIMATERIAALIT

Tässä luvussa tutustutaan yleisellä tasolla esiselvityksessä vastaan tulleisiin metalliseoksiin, niiden ominaisuuksiin ja käyttökohteisiin. Ihalaisen ym. (2007) mukaan metalleilla tarkoitetaan yleisesti alkuaineryhmiä, joilla on yhteisiä metallisia ominaisuuksia. Metalleilla on säännöllinen rakenne, ja siitä johtuu niiden metallinen kiilto. Metallit ovat yleisesti myös hyviä sähkön ja lämmön johteita verrattuna muihin alkuaineisiin. Alkuainemetallit koostuvat vain yhdestä atomilajista, kun taas yleisesti käytössä olevat metallit koostuvat useimmiten useammasta alkuaineesta, jolloin puhutaan metalliseoksesta. Metallien seostamisella voidaan vaikuttaa huomattavasti syntyvän materiaalin ominaisuuksiin. Tietysti on myös sovelluksia puhtaalle, yksiatomisellekin metallille, kuten esimerkiksi kupari, joka on puhtaana erittäin hyvä lämmön sekä sähkön johde. Metallimateriaalit sijaitsevat maapallon kuorirakenteessa erilaisina yhdisteinä. (Ihalainen ym. 2007, 13.)

Rautametalli käsitteenä tarkoittaa erilaisia raudan ja hiilen yhdisteitä sekä teräsoksia (Ihalainen ym. 2007, 20). Rautametallit ovat yleisesti käytetyimpiä metallimateriaaleja koneenrakennuksessa (Ihalainen ym. 2007, 36). Puhtaan raudan massa on  $7,86 \text{ g/cm}^3$  (Koivisto, Laitinen, Niinimäki, Tiainen, Tiilikka & Tuomikoski 2010, 35).

### 4.1 Valurauta

Usein sanaa rauta käytetään lähes kaikkien rautametallien yleisnimityksenä. Rauta on kuitenkin alkuaine eikä sitä juuri käytetä seostamattomana. Raudan yleisin seosaine on hiili, jota voidaan seostaa rautaan korkeintaan 6,7 prosenttia. Valuraudat sisältävät käytettävistä seoksista runsaimmin hiiltä; hiilipitoisuus on noin 4



prosenttia. Jähmettyneenä valurauta on yleensä kovaa ja haurasta. (Ihalainen ym. 2007, 20.) Nimensä mukaisesti valurautaa käytetään lähes ainoastaan valamalla tuotettaviin kappaleisiin sen huonon työstettävyyden vuoksi (Ihalainen ym. 2007, 67–68). On olemassa useita eri mikrorakenteen omaavia valurautoja, jotka soveltuvat useisiin erilaisiin sovelluksiin, mutta näiden tarkka erittely tässä yhteydessä ei ole tarkoituksenmukaista.

## **4.2 Teräkset**

Teräksellä tarkoitetaan rautaa, jonka hiilipitoisuus on 0,03–2 prosenttia. Terästä voidaan muovata sen plastisuuden ansiosta, ja sen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa voimakkaasti erilaisilla seosaineilla. Teräs on myös lujitettavissa erilaisin lämpökäsittelymenetelmin. (Ihalainen ym. 2007, 21.)

### **4.2.1 Rakenneteräkset**

Rakenneteräksille yhteisiä ominaisuuksia ovat suhteellisen pieni hiilipitoisuus, yleensä noin 0,2–0,8 prosenttia, ja se, että ne ovat seostamattomia tai vain niukasti seostettuja ja niitä valmistetaan massatuotantona, joten rakenneteräkset ovat yleisimmin käytössä olevia teräksiä. Rakenneteräkset on määritelty tarkemmin standardissa SFS-EN 10025 vuodelta 2004. Yleisimmin käytössä olevat rakenneteräkset ovat tunnukseltaan S235, S355. Merkinnän alkukirjain S tarkoittaa rakenneterästä (Structural steel) ja numero-osa kertoo teräksen minimivyötölujuuden. Näiden merkintöjen lisäksi numero-osan perään lisätään myös tieto minimi-iskusitkeydestä ja iskukokeen lämpötilasta. (Koivisto ym. 2010, 134–135.) Kartoituksen edetessä tuli esiin lujemman S420-hienoraeteräksen lisääntyvä käyttö, jolloin käytettävän teräksen vahvuutta voidaan pienentää suuremman lujuuden an-

siosta. Tämä taas johtaa rakenteen pienempään massaan. (Yrityksen 5 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 17.2.2011.) Näiden terästen käyttöä puoltaa myös hienoraeteräksille ominainen hyvä lujuuden, sitkeyden, muovattavuuden ja hitsattavuuden yhdistelmä (Koivisto ym. 2010, 135–136).

#### **4.2.2 Kulutusteräokset**

Kulutusteräksillä tarkoitetaan teräsooksia, joiden kulutuskestävyyttä on parannettu seostamalla vähähiiliseen teräkseen yleensä kromia ja booria. Kulutuslevyteräksiä käytetään yleisesti esimerkiksi kuorma-autojen lavojen päällysteenä, kauhoissa ja tiehöylän terinä. (Koivisto ym. 2010, 142.)

#### **4.2.3 Lämmön kestävät teräokset**

Yleisesti käytössä olevien rakenne- ja hienoraeterästen lujuusominaisuudet heikenevät voimakkaasti lämpötilan noustessa. Esimerkiksi lämpötilan noustessa 300 °C:sta 400 °C:seen, laskee myötölujuus noin 65 prosentista noin 50 prosenttiin huoneenlämpötilan myötölujuudesta. Niukasti seostettujen kuumalujien terästen käyttölämpötila ulottuu aina noin 550 °C:seen asti, kun lämpötilaraja hiili- ja hienoraeteräksillä on vain noin 400 °C. Austeniittiset ruostumattomat teräokset soveltuvat noin 700 °C:een asti, ja runsaasti seostetut tulenkestävät teräokset kestävät noin 800 °C:seen asti. Niin kutsutut superseokset (muun muassa kromilla ja nikkelillä seostettu teräs) kestävät kuumuutta aina 900 °C:een asti jonka jälkeen on harkittava vaihtoehtoisia, esimerkiksi keraamisia, materiaaleja. Tulenkestävien terästen paras käyttölämpötila on noin 550 °C–800 °C, kun ympäristö on happipitoinen. Tulenkestävissä materiaaleissa käytetään seosaineena piitä, joka parantaa tulenkestävyyttä, mutta huonontaa teräksen ominaisuuksia käytettäessä sitä huoneen-

lämmössä. Kuumankestävissä teräksissä seosaineena käytetty kromi vähentää teräksen hilseilyä kuumissa ympäristöissä. (Koivisto ym. 2010, 143.)

#### 4.2.4 Korroosion kestävät teräkset

Korroosion kestävät teräkset ovat nousseet esiin korostetusti kartoituksen edetessä, Kokkolassa sijaitsevan kemianteollisuuden keskittymän vuoksi. Nämä materiaalit ovat yleisesti käytössä kemiallisesti vaikeissa olosuhteissa. Korroosion kestäville teräksillä on nimensä mukaisesti huomattavasti paremmat ominaisuudet korroosiota vastaan kuin tavallisilla teräksillä. Korroosion kestoja parannetaan seostamalla teräkseen kromia vähintään 10,5 prosenttia, yleensä noin 18 prosenttia. Tällaisten seosten kohdalla puhutaan yleisesti ruostumattomista teräksistä. Korroosion kestävyys perustuu teräksen pinnalle muodostuvaan ohueen kromioksidikerrokseen, jolla on rikkoutuessaan kyky uusiutua vaikeissakin olosuhteissa. (Outokumpu Oy 2001, 6.) Yleisesti ruostumattomat teräkset jaetaan neljään pääryhmään niiden kiderakenteen mukaan. Seuraavassa käsitellään lyhyesti näiden eroavaisuuksista.

Austeniittisten ruostumattomien terästen austeniittinen kiderakenne on saatu seostamalla teräkseen nikkeliä, mutta myös mangaanin ja hiilen avulla voidaan saavuttaa austeniittinen rakenne. Yleisimmin käytetyt korroosion kestävät teräkset ovat juuri austeniittisiä, ja ne sijoittuvat korroosion kestoiltaan ferriittisten ja austeniittisferriittisten väliin. Austeniittiset ruostumattomat teräkset soveltuvat käytettäväksi erittäin laajalla lämpötila-alueella aina  $-270\text{ °C}$ :sta  $+800\text{ °C}$ :seen, ja niitä voidaan kutsua ruostumattomiksi yleisteräksiksi, niiden erinomaisen sitkeyden ja kohtalaisen lujuuden ansiosta. Austeniittiset teräkset ovat myös hyvin hitsattavissa lähes kaikilla menetelmillä, vaikka voimakas lämpölaajeneminen on otettava huomioon hitsattaessa. Lastuavassa työstössä austeniittiset teräkset vaativat terä-

vät työkalut suurehkon syötön ja tehokkaan jäähdytyksen voimakkaan muokkauslujittumisen vuoksi. (Koivisto ym. 2010, 145–146.)

Ferriittisen mikrorakenteen omaavat ruostumattomat teräkset ovat mekaanisesti ja fysikaalisesti hyvin lähellä hiiliteräksiä. 12 prosenttia kromia sisältävää ferriittistä terästä käytetään hyvän hitsattavuutensa ansiosta yleisesti kuljetusvälineiden rakenteissa ja rakennusten kantavissa rakenteissa. 17 prosenttia kromia sisältävä ferriittinen teräs on käytetyintä; sitä käytetään muun muassa kotitaloustarvikkeissa, pesukoneissa ja lämminvesivaraajissa. (Koivisto ym. 2010, 146–147.) Näiden käyttölämpötila varsinkin hitsatuissa rakenteissa on hyvin rajallinen (Outokumpu Oy 2001, 11).

Austeniittis-ferriittisiä teräksiä kutsutaan yleisesti Duplex-teräksiksi ja niiden kahdesta eri kiderakenteesta koostuva mikrorakenne on saavutettu seostamalla teräkseen kromin lisäksi nikkeliä. Yhdistettynä Duplex-terästen huomattavasti muita korroosion kestäviä teräksiä suurempaan lujuuteen niiden sitkeys, hyvä hitsattavuus ja korroosionkestävyys voidaan siitä toteuttaa muita kevyempiä hyvin korroosiota kestäviä rakenteita. Duplex-teräksiä voidaan helposti yhdistää hiiliterästen kanssa niiden yhtenevän lämpölaajenemiskertoimen ansiosta. (Koivisto ym. 2010, 147.)

Viimeisenä ryhmänä ovat martensiittiset ruostumattomat teräkset. Nämä ovat muita lujempia, mutta kestävät korroosiota austeniittisiä teräksiä huonommin, eivätkä ne ole yhtä kovia eivätkä lujia kuin muut ruostumattomat teräkset. Martensiittisten terästen syöpymisen ja kulutuskestävyyden yhdistelmä on kuitenkin monessa sovelluksessa paras mahdollinen. Martensiittisen ruostumattoman teräksen lopullinen rakenne varmistetaan lähes poikkeuksetta karkaisemalla. Martensiittisten ruostumattomien terästen kromipitoisuus on tyypillisesti noin 13 pro-

senttia ja yleisimpiä käyttökohteita ovat muun muassa laivojen potkurit, vesiturpiinien siivet ja ruokailuvälineet. (Koivisto ym. 2010, 148.)

Myös molybdeenia ja typpeä käytetään parantamaan varsinkin austeniittisten ruostumattomien terästen korroosion kestävyyttä erilaisia happoja vastaan ja parantamaan niiden ominaisuuksia, kuten muovattavuutta ja sitkeyttä. Molybdeenillä seostetuista teräksistä käytetään usein nimitystä ”haponkestävä teräs” juuri parantuneiden haponkesto-ominaisuuksien vuoksi. (Outokumpu Oy 2001, 7.) Erilaiset hapot asettavat hyvinkin erilaisia vaatimuksia niiden kanssa kosketuksissa oleville materiaaleille, joten haponkestäviä teräksiä, kuten muitakin, on hyvin paljon erilaisia, esimerkkinä mainittakoon rikkihapon ja suolahapon vaatimat täysin toisistaan poikkeavat materiaalit. (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 323–397.)

### **4.3 Muut metallit**

Muihin metalleihin kuuluvat alkuainetaulukon loput metalliset alkuaineet. Useimmille puhtaille metalleille ei ole juuri käyttöä konepajateollisuudessa, ja siksi muita metalleja käytetään lähinnä seosaineina erilaisissa teräksissä. Seostamalla puhtaita muita metalleja sekä rautaa syntyy metalliseos, jolle voidaan luoda haluttuja ominaisuuksia erilaisilla seosaineilla. (Ihalainen ym. 2007, 36–37.) Tässä luvussa käsittelen esiin tulleita yleisesti käytössä olevia muita metalleja.

#### **4.3.1 Alumiini**

Alumiini on maankuoressa esiintyvistä alkuaineista kolmanneksi yleisin ja kahdeksan prosentin pitoisuudella se on maankuoren yleisin metalli. Alumiini kuuluu kevytmetalleihin, eli sen tiheys on alle 5 g/cm<sup>3</sup>, tarkemmin sanottuna 2,7

g/cm<sup>2</sup>. Puhdasta alumiinia käytetään yleisesti sähköjohtimena sen erinomaisen sähkönjohtokyvyn ja keveyden vuoksi. Puhdas alumiini on myös hyvä pinnoite-materiaali sen hyvän korroosion keston ansiosta. Alumiinin huonoina puolina voidaan pitää sen epäjaloutta, jolloin alumiinin ollessa kosketuksissa jalomman metallin kanssa syntyy galvaanista eli kosketuskorroosiota. Myös alumiinin emäk-sen kesto on verrattain heikko. Puhdas alumiini on haastavaa hitsattavaa sen pin-taan syntyvän oksidikalvon huomattavan korkean sulamispisteen vuoksi verrat-tuna perusaineeseen, ja hitsattaessa on oksidikalvo poistettava ennen hitsaamista. Alumiini on haastava materiaali myös lastuamisominaisuuksiltaan sen sitkeyden ja pehmeiden vuoksi. Sopivalla seostuksella voidaan kuitenkin alumiinin hitsaus- ja lastuttavuusominaisuuksia parantaa huomattavasti. Yleisesti alumiinit ovat hy- vin muokattavissa, ja erilaisia alumiiniseoksia onkin markkinoilla runsaasti usei- siin käyttötarkoituksiin. (Koivisto ym. 2010, 163–174.) Erilaisten alumiiniseosten ominaisuuksiin ei tässä yhteydessä ole tarkoituksenmukaista syventyä tämän enempää.

### 4.3.2 Kupari

Kuparin tärkeimmät ominaisuudet teknisessä käytössä ovat sen erinomainen säh- kön- ja lämmönjohtavuus sekä hyvä syöpymiskestävyys. Kupari on rakenteensa ansiosta sitkeää ja helposti muokattavaa lämpötilasta riippumatta, mutta myös sen lujuusarvot ovat alhaiset johtuen sitkeydestä. Sähkönjohtavuuden ansiosta puh- dasta kuparia käytetään laajasti sähkönjohtotarkoituksiin tai rakennusten pellityk- siin. Hieman fosforilla (0,005–0,012 prosenttia) seostettu kupari on erinomaista lämmönsiirtotarkoitukseen, ja sitä käytetäänkin erilaisissa lämmönsiirtimissä, lämmönsiirtoputkistoissa ja ilmastointijärjestelmissä. Hapeton kupari ei nimensä mukaisesti sisällä lainkaan happea ja on tämän ansiosta erinomainen sähkönjohde, myös sen muovattavuus ja mekaaniset ominaisuudet ovat hieman muita kupari-

laatuja paremmat. Kuparin lämmönkestoa, lujuutta ja lastuttavuutta voidaan parantaa erilaisin seosainein, jolloin kuparin käyttöympäristöä voidaan laajentaa huomattavasti. (Koivisto ym. 2010, 176–178.)

### 4.3.3 Titaani

Titaania käytetään kohteissa, joissa tarvitaan materiaalille hyvää lujuuspainosuhdetta yhdistettynä erittäin hyvään korroosionkestävyyteen. Tyypillisimmät titaanin käyttökohteet löytyvät kemian- ja puunjalostusteollisuudesta, ilmailu- ja avaruustekniikasta sekä laivanrakennusteollisuudesta. Kalleutensa vuoksi titaania käytetään ainoastaan sovelluksissa, joissa sen erikoisominaisuuksia voidaan hyödyntää. Titaanin lujuutta voidaan parantaa huomattavasti erilaisilla seosaineilla ja lämpökäsittelyillä. Titaanin käsittelyn vaikeus asettaa suuria vaatimuksia sen käyttöön; hitsaamisessa on sauman molemmat puolet suojattava kaasulla, ja titaanin soveltuvuus lastuavaan työstöön on melko huono voimakkaan muokkauslujittumisen vuoksi. Titaaniseokset soveltuvat kuitenkin käytettäväksi sekä korkeissa lämpötiloissa, aina noin 550 °C:seen asti, että alhaisissa lämpötiloissa, joten ne soveltuvat erinomaisesti myös kylmätekniikkakäyttöön. Titaani on yleisesti käytössä myös lääketieteellisissä sovelluksissa, koska se on kudosta ärsyttämätön aine. (Koivisto ym. 2010, 185–187.)

## 5 LISÄARVOA TUOTTAVAT TYÖSTÖ- JA VALMISTUSMENETELMÄT

Tässä luvussa esitetään perusteet kartoituksen edetessä esiin tulleista, tärkeimmistä lisäarvoa kohottavista työstömenetelmistä. Pyrin kertomaan myös kuhunkin menetelmään liittyvistä tärkeimmistä ominaisuuksista. Menetelmät kuvaavat samalla hyvin Kokkolan seudulta löytyvää osaamista.

### 5.1 Lastuavat työstömenetelmät

Lastuavat työstömenetelmät ovat vielä nykyaikanakin tärkeimpiä työstömenetelmiä niiden kalleudesta huolimatta. Lastuavassa työstössä työstettävää materiaalia huomattavasti kovempi terä tunkeutuu työstettävään kappaleeseen irrottaen siitä materiaalia lastujen muodossa. Lastuavaa työstöä käytetään useimmiten suurta mittatarkkuutta vaativien osien valmistukseen. Lastuava työstö voidaan yleensä jakaa kahteen osaan, rouhintatyöstöön ja viimeistelytyöstöön. Rouhintatyöstössä pyritään materiaalia irrottamaan mahdollisimman tehokkaasti kerralla syntyvästä mittatarkkuudesta tai pinnanlaadusta välittämättä. Viimeistelytyöstössä irrotetaan materiaalia huomattavasti vähemmän pyrkien vaadittavaan mittatarkkuuteen sekä pinnanlaatuun. Lastuamisen tärkeimmät parametrit ovat lastuamisnopeus, syöttö ja lastuamissyvyys. (Ihalainen ym. 2007, 140–141.)

#### 5.1.1 Sorvaaminen

Sorvaaminen on yleisin käytössä oleva lastuamismenetelmä. Sorvauksessa yleensä vaakatasossa oleva työstettävä kappale pyörii oman pituusakselinsa ympäri työkalun eli sorvinterän tehdessä työstöliikkeet. Sorvissa on useimmiten vain yksi



työstön suorittava terä. Sorvaamista käytetään yleensä pyörähdyssymmetrisille kappaleille. (Ihalainen ym. 2007, 140–141.)

### 5.1.2 Jyrsiminen

Jyrsimisessä edelleen työkalu suorittaa työstöliikkeet, mutta nyt työstettävä kappale on kiinnitetty jyrsinkoneeseen kiinteästi. Jyrsinkoneen pyörivässä työkalussa on useita teriä, jotka suorittavat lastuamisen. Jyrsinkoneen lastuamissuunta on yleensä kohtisuora työkalun akselin suhteen. Jyrsiminen soveltuu hyvin monimutkaisille kappaleille, joita ei voida esimerkiksi sorvaamalla valmistaa. Jyrsiminen on huomattavasti sorvaamista tehokkaampi työtapana, mutta saavutettu pinnanlaatu jää useimmiten huonommaksi, ja myös jyrsinkoneiden tehontarve on huomattavasti sorveja suurempi sekä työkalukustannukset suuremmat usean terän vuoksi. (Ihalainen ym. 2007, 163.)

### 5.1.3 Poraaminen

Poraus on eräs vanhimmista ja tunnetuimmista lastuamismenetelmistä. Poraamisessa valitun kokoinen pora kiinnitetään toisesta päästään porakoneen istukkaan. Poran päässä sijaitsevat poranterät suorittavat lastuavan työstön poran pyöriessä akselinsa ympäri. Poraamisen työstöliike on akselin suuntainen. Poraamista käytetään yksinomaan reikien tekemiseen. Poran varressa oleva spiraali poistaa irrotetun materiaalin poranreiästä. (Ihalainen ym. 2007, 174.)

#### 5.1.4 Sahaaminen

Sahaaminen on yleinen menetelmä käytettävän materiaalin paloitteluun, kiristysurien työstöön ja kappaleiden irrottamiseen aihioista. Sahaaminen ei ole mittatarkka menetelmä, vaan sahatessa tehdään yleensä aihioita, jotka viimeistellään muilla lastuamismenetelmillä. Sahakoneita on useita erityyppisiä sahaustapahtuman sekä sahaavan terän mukaan. Konesahauksessa sahataan suoralla, edestakaisin liikkuvalla terällä. Vannesahassa teränä toimii päättymätön teränauha, ja pyörösahausta tapahtuu pyörivällä teräkiekolla. Sahausmenetelmä valitaan yleensä muun muassa halutun tarkkuuden, nopeuden, automatisoitavuuden ja sahattavan materiaalin mukaan. (Ihalainen ym. 2007, 194–195.)

### 5.2 Muovaavat työstömenetelmät

Tässä luvussa käsittelen kartoituksen edetessä vastaan tulleita työstömenetelmiä, joiden avulla käytetty materiaali saadaan haluttuun muotoon mekaanisesti muokkaamalla. Mainitut menetelmät ovat yleisesti käytössä ohutlevytyöstössä.

#### 5.2.1 Leikkaaminen

Leikkaaminen on yleisnimitys lävistämiselle, irrottamiselle ja muille leikkaustavoille. Leikkaaminen on yleensä ensimmäinen varsinainen työvaihe ohutlevytyöstössä, ja siinä irrotetaan työstettävä levyaihio isommasta arkista. Lävistämiseksi kutsutaan suljetun muodon, esimerkiksi reiän, leikkaamista aihioon. Irrottamisessa leikataan esimerkiksi aihio irti suuremmasta kappaleesta. (Ihalainen ym. 2007, 252.)

Leikkaamiseen on käytössä useita menetelmiä. Yleisimpiä leikkausmenetelmiä ovat suorateräiset "saksileikkausmenetelmät" joissa kaksi terää, ylä- ja alaterä, tunkeutuvat voiman vaikutuksesta kappaleeseen molemmin puolin, terävälän etäisyydellä toisistaan, ja tämän seurauksena kappale leikkautuu irti. Suuntaus-  
sakset ovat yleinen käytössä oleva saksileikkausmenetelmä, ja siinä leikkausterät toimivat yleensä hydraulisesti. (Ihalainen ym. 2007, 252–253.) Pyöreiden muotojen leikkaamiseen käytetään yleensä kiekkoikkureita. Näissä kaksi toisiaan vasten pyörivää kiekkoista terää suorittaa leikkaamisen levyn kulkiessa niiden välistä. (Ihalainen ym. 2007, 256.)

### 5.2.2 Vesileikkaus

Vesileikkaus perustuu korkeapainepumpulla tuotettuun suurinopeuksiseen ja suuripaineiseen vesisuihkuun, joka johdetaan pienihalkaisijaisen erikoisputkiston ja safiirisuuttimen läpi leikkauskohteeseen. Vesisuihkuun voidaan seostaa erilaisia kovia aineita, yleensä hiekkaa, tehostamaan leikkausta, ja se soveltuu erittäin monenlaisten materiaalien leikkaamiseen. Vesileikkauksessa kappaleeseen ei kohdistu lainkaan lämpö- eikä kemiallisia vaikutuksia, ja tämä onkin ehdoton etu metalleja leikattaessa. Vesileikkaus soveltuu metallimateriaaleillekin aina noin 70–100 millimetrin ainevahvuuksiin saakka. Vesileikkauksella päästään erittäin hyvään leikkaustarkkuuteen, sillä leikkausrailon leveys on vain noin 0,1–0,8 millimetriä. (Tuomainen, Mertala, Nurmesniemi, Saarelainen & Taipale 2007, 69–75.)

### 5.2.3 Taivuttaminen

"Taivuttamisella tarkoitetaan tiettyyn kulmaan tai muotoon taivutetun osan valmistamista aiheista" (Ihalainen ym. 2007, 236). Taivuttaessa on otettava huomioon

taivutettavan materiaalin murtumisherkyys materiaaliin kohdistuvien jännitysten vuoksi sekä materiaalin takaisinjousto. Takaisinjouston vuoksi materiaalia on taivutettava hieman liikaa, jotta haluttu muoto saavutetaan. (Ihalainen ym. 2007, 236–237.)

Särmäyspuristin on yleisesti käytössä oleva taivutusmenetelmä, jolla taivutetaan yleensä pitkiä, vain yhteen suuntaan tehtäviä ohutlevytaivutuksia, mutta erilaisilla työkaluilla särmäyspuristin soveltuu myös muihin ohutlevytöihin. Särmäyspuristimet toimivat yleensä hydraulisesti, ja ne ovat erittäin voimakkaita. (Ihalainen ym. 2007, 268–270.)

Pyörityskoneella taivutettaessa kappale johdetaan koneessa olevien pyörivien teulojen, joita on kahdesta neljään, välistä, jolloin kappale saavuttaa halutun muodon. Pyörityskoneella voidaan valmistaa erilaisia lieriö- ja kartiomuotoja, ja se soveltuu yleensä useille materiaalipaksuuksille sekä erilaisille profiilimateriaaleille. (Ihalainen ym. 2007, 274–275.) Samalla periaatteella tapahtuu myös putkien taivuttaminen.

### 5.3 Hitsaus

”Hitsaus: Valmistusprosessi(-menetelmä), jolla osia liitetään toisiinsa tai päällystetään käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat liittyvät toisiinsa pysyvästi. Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen.” (Lukkari 2002, 24.) Hitsaaminen jaetaan alakategorioihin hitsausmenetelmien mukaan. Hitsausmenetelmille on ominaista, että hitsauslaitteiston asetukset eli parametrit on valittava kulloisenkin kohteen mukaan ja parametrien valintaan vaikuttavat muun muassa hitsattava materiaali ja

sen paksuus, hitsausasento, käytettävä lisäaine ja kaasuu. Seuraavaksi käsitellään esiin tulleet yleisimmät hitsausmenetelmät.

### 5.3.1 Puikkohitsaus

Puikkohitsaus on keksitty jo 1800-luvun lopulla, mutta merkittäväksi se nousi 1905 kun ruotsalainen Oskar Kjellberg keksi nykyaikaisen, päällystetyn hitsauspuikon. Puikkohitsaus on metallikaarihitsausta, jossa sähköinen valokaari palaa lisäaineeksi sulavan hitsauspuikon ja työkappaleen välillä. Sula lisäainemateriaali siirtyy hitsaussaumaan joko oikosulkujen kautta suurina pisaroina tai suihkumaisesti pieninä pisaroina ilman oikosulkuja käytettävän puikkotyypin mukaan. (Lukkari 2002, 88–89.)

Hitsauspuikko on määrämittainen, suora lisäainelanka, ja niitä on olemassa kulloiseenkin sovellukseen omansa muun muassa hitsattavan materiaalin, ulkoisten olosuhteiden ja hitsaussaumaan haluttujen ominaisuuksien mukaan. Päällysteellä on suuri merkitys hitsauspuikon ja syntyvän hitsaussauman ominaisuuksiin, sen tehtävänä on muun muassa suojata hitsaustapahtuma ympäröivältä hapelta, luoda muoto syntyvälle hitsaussaumalle ja seostaa hitsisaumaa. (Lukkari 2002, 95–97.)

Puikkohitsaus on käsinhitsausmenetelmä, sen mekanisoitavuus on vaikeaa, ja hitsaussaumaan tulee runsaasti aloitus- ja lopetuskohtia määräpituiseen, suoran puikon vuoksi, joten puikkohitsaus on hidas menetelmä ja sen asentohitsausmahdollisuudet ovat erittäin rajalliset. Puikkohitsauksella on kuitenkin useita etuja, kuten monipuolisuus ja joustavuus, toimivuus kaikissa olosuhteissa, laaja lisäainevalikoima, yksinkertaiset laitteet ja hyvä hitsin laatu, joten se on vielä laajasti käytössä oleva menetelmä. (Lukkari 2002, 91) Metalliyrityksissä puikkohitsaus on vielä laa-

jasti käytössä varsinkin asennus-työmailla puikkohitsauslaitteiston helpon liikuttavuuden ansiosta.

### 5.3.2 MIG/MAG-hitsaus

MIG/MAG-hitsaus on metallikaasukaarimenetelmä, jossa automaattisesti syötetty lisäainelanka sulaa langan ja työkappaleen välillä palavassa valokaassa suojakaasun ympäröimänä, ja sula metalli siirtyy pisaroina langan kärjestä hitsisulaan. MIG/MAG-hitsauksessa sekä lisäainelanka että suojakaasu valitaan hitsattavan materiaalin mukaan. MIG-hitsauksella tarkoitetaan hitsaamista inertillä suojakaasulla ja MAG-hitsauksessa käytetään vastaavasti aktiivista suojakaasua. Aktiivinen suojakaasu on yleensä kaasuseos, joka sisältää argonia ja hiilidioksidia, argonia ja happea, argonia, happea ja hiilidioksidia tai pelkästään hiilidioksidia, ja se reagoi hitsisaumassa olevien aineiden kanssa. Inertti suojakaasu on argonia, hiilidioksidia tai näiden seosta. (Lukkari 2002, 159.)

MIG/MAG-hitsaus on yleensä ainakin osittain käsin hitsausta, sillä vaikka hitsauslaitteisto syöttääkin hitsauslankaa sekä suojakaasua automaattisesti hitsaussaumaan, on hitsaajan liikutettava työvälinettä eli hitsauspistoolia kuitenkin mekaanisesti (Lukkari 2002, 160). MIG/MAG-hitsaus on erittäin pätevä menetelmä lähes kaikkien hitsattavien, sekä terästen että useimpien ei-rautametallien, liittämiseen. MIG/MAG-laitteistot ovatkin yleisimpiä metallipajoilla tavattavia hitsauslaitteistoja. Eri materiaalien hitsaaminen voidaan suorittaa samalla laitteistolla, ainoastaan hitsauslisäainetta (hitsauslankaa) ja suojakaasua vaihtamalla sekä hitsausparametreja muuttamalla hitsaussaumasta saadaan yhtenäinen jatkuvan lisäaineen ansiosta ja voidaan hitsata lähes missä asennossa tahansa. Tämä hitsausmenetelmä ei kuitenkaan sovellu käytettäväksi ulkona suojakaasun häviämisen vuoksi ja lait-

teiston monimutkaisuuden ja koon vuoksi MIG/MAG-hitsausta ei useinkaan käytetä kenttäolosuhteissa. (Lukkari 2002, 175–177.)

### 5.3.3 TIG-hitsaus

Nimitys TIG-hitsaus tulee Englannin kielen sanoista Tungsten Inert Gas welding, joka tarkoittaa Suomeksi volframi-inerttikaasuhitsausta. Se on kaasukaarihitsausmenetelmä kuten MIG/MAG-hitsauskin. Kuten MIG/MAG-hitsauksessa, hitsaus tapahtuma suoritetaan kaasulla suojattuna, mutta toisin kuin MIG/MAG-hitsauksessa TIG-hitsauksessa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välissä. Mahdollisen lisäaineen syöttö hitsaussaumaan tehdään mekaanisesti. TIG-hitsausta voidaan suorittaa varsinkin ohuille levy materiaaleille myös ilman lisäainetta, jolloin valokaari sulattaa kappaleet kiinni toisiinsa. Vaikka TIG-hitsaus onkin erittäin hidas hitsausmenetelmä, on sen ehdottomina etuina muihin menetelmiin verrattuna erinomainen sulan hallinta, jolloin hitsaussaumasta saadaan erittäin siisti, sekä pieni lämmöntuonti hitsattavaan kappaleeseen, jolloin lämmöstä johtuvat materiaalien muodonmuutokset jäävät minimaalisiksi. Tämän ansiosta TIG-hitsaus soveltuu ohuempien materiaalien hitsaamiseen kuin muut edellä mainitut menetelmät. TIG-hitsauksella saadaan erittäin siisti, puhdas ja hyvälaatuinen valmis hitsaussauma, mutta sen ongelmat ovat kuitenkin hyvin samantyyppisiä kuin MIG/MAG-hitsillä, eli suojakaasun vuoksi se ei sovellu käytettäväksi vetoisissa olosuhteissa, TIG-hitsi on myös arka epäpuhtauksille, ja hitsisauman juurenpuoli eli pohjapuoli tulisi suojata kaasulla hitsauksen aikana. Menetelmä on puikkohitsauksen tapaan myös melko hidas. (Lukkari 2002, 249–257.)

### 5.3.4 Plasmahitsaus

Plasmahitsauksessa käytetään hyväksi suojakaasussa palavaa valokaarta kuten edellisissäkin menetelmissä. Valokaarityypit plasmahitsauksessa ovat plasmakaari, jota käytetään plasmahitsauksessa, ja plasmasuihku, jonka pääasiallinen käyttökohde on leikkaaminen. Nämä kaarityypit eroavat hieman toisinta niin muodoltaan kuin ominaisuuksiltaan. Plasmahitsaus muistuttaa melko paljon TIG-hitsausta, mutta plasmahitsauksessa valokaari on vielä tarkempi ja terävämpi kuin TIG-hitsissä. Riittävän tehokkaalla laitteistolla voidaan hitsata paksumpiakin materiaaleja kerralla läpi asti, jolloin ei tarvita useampaa hitsauskertaa. Plasmahitsauksessa ei käytetä yleensä lisäainetta ja hitsaaminen on sulattavaa hitsaamista. Plasmahitsauksella saavutetaan suuri hitsausnopeus, todella hyvä hitsin laatu ja matala sauma pienellä lämmöntuonnilla eli pienillä muodonmuutoksilla. Haittapuoloina kuitenkin mainittakoon plasmahitsauslaitteiston korkeahko hinta, juuri-kaasun käytön tarve, hitsauslaitteiston parametrien tarkka säätö ja vaatimukset hitsattavan railon laadusta. (Lukkari 2002, 272–276.)

### 5.3.5 Jauhekaarhitsaus

Jauhekaarhitsauksessa valokaari palaa hitsauslangan ja hitsattavan kappaleen välillä hitsausjauheen suojaamana. Jauhekaarhitsauslaitteistossa sijaitsee hitsausjauheen annostelu- ja keräysjärjestelmä sekä langansyöttö ja virtalähde. Hitsausjauheen tehtävänä on suojata hitsaustapahtumaa ympäröivältä ilmasta. Osa hitsausjauheesta sulaa muodostaen sulan kuonakerroksen hitsausnauman päälle, ja tämä kuonakerros jähmettyy jäähtyessään kiinteäksi kuonakerrokseksi, joka on poistettava aivan kuten puikkohitsauksessakin. Sulamaton hitsausjauhe imetään talteen ja käytetään uudelleen. Jauhekaarhitsauksessa aineen siirtyminen hitsauslangan sulaessa tapahtuu yleensä pieninä tai suurina pisaroina ilman oikosulkuja,



hitsausvirran suuruuden mukaan. Jauhekaarihitsaus on automatisoitu menetelmä ja siihen onkin kehitetty useita erilaisia välineitä. Isojen kappaleiden valmistava hitsaus voidaan suorittaa erilaisin puomihitsauslaitteistoin, joissa hitsauslaitteisto on sijoitettu vaakapuomiin, jossa se liikkuu lineaarisesti suorittaen hitsauksen. Toinen yleinen menetelmä on jauhekaarihitsaustraktori, joka etenee yleensä automaattisesti hitsattavaan kappaleeseen kiinnitettyä ohjaukiskoa pitkin. Traktori suorittaa hitsauksen säädettyjen hitsausparametrien mukaan. (Lukkari 2002, 121–123.)

Jauhekaarihitsausprosessia käytetään lähinnä keskiraskaassa ja raskaassa konepajateollisuudessa ja laivanrakennuksessa. Jauhekaarihitsaus soveltuu parhaiten suurille ainepaksuuksille, mutta sillä voidaan erikoistapauksissa hitsata alkaen kahden millimetrin materiaalipaksuuksista, ja ylärajaa materiaalipaksuudelle ei käytännössä ole. Jauhekaarihitsaus on yleisesti käytössä myös kattila-, säiliö- ja paineastiavalmistuksessa, suurten palkkien valmistuksessa, suurihalkaisijaisten putkien, kierresaumaputkien sekä suurten savupiippujen valmistuksessa. Jauhekaarihitsaus soveltuu hyvin kaikille hitsattaville teräksille. (Lukkari 2002, 126–130.)

Jauhekaarihitsauksen etuina ovat muun muassa suuri hitsausnopeus, suuri tunkeuma, hyvä hitsin laatu, roiskeeton hitsaus ilman työterveydellisiä haittoja, koneellinen hitsaus ja se, että jatkuva hitsaus on mahdollista. Kun taas haittapuolina mainittakoon rajalliset asentohitsausmahdollisuudet, kallis laitteisto, tiukat railon valmistusrajoitukset ja suuri hitsausenergia. (Lukkari 2002, 131.)

## 5.4 Lasertyöstö

Tässä luvussa käsittelen pintapuolisesti lasertyöstön ominaisuuksia ja sovelluskohteita paneutumatta sen tarkemmin lasersäteen syntymekanismeihin tai eri lasertyyppeihin. Kokkolan seudulla on vahva osaaminen lasertyöstössä ja laserpinnoittamisessa. Laser- ja materiaalitekniikka sekä lasertyöasemapalvelut kuuluvat osaltaan Ketek Oy:n erityisosaamiseen (Ketek Oy c 2011), ja alueella sijaitsee laserpinnoittamiseen erikoistunut yritys Kokkola LCC Oy (Kokkola LCC Oy. 2011).

Laser vakiinnutti asemansa teollisena työkoneena jo 1980-luvun lopulla ja 1990-luvulla lasertyöstömenetelmät kehittyivät huomasti. Tänä aikana kehitettiin muun muassa täysin uusia lasertyyppejä, uudentyyppisiä käyttökohteita laserilla ja uusia hyödyntämistapoja laserille. Laserilla on useita kiistattomia etuja konepajateollisuudessa verrattuna perinteisiin menetelmiin. Se soveltuu lähes kaikille käytössä oleville materiaaleille, ja sillä voidaan muun muassa merkata, leikata, porata, höyrystää, sulattaa, hitsata, juottaa, pinnoittaa ja lämpökäsitellä materiaaleja. (Kujanpää, Salminen & Vihinen 2005, 14–20.)

Lasertyöstömenetelmistä laserleikkaus ja lasermerkkaus ovat tällä hetkellä laajimmin käytössä metalliteollisuudessa. Lasertyöstö on useimmiten alihankintatoimintaa laitteistojen vaatiessa suuria investointeja ja suurta volyymia. (Kujanpää ym. 2005, 15.)

### 5.4.1 Laserleikkaus

Laserleikkausprosessit ovat lähes poikkeuksetta automatisoituja prosesseja, joissa perinteisesti tasoleikkauksen suorittaa kone, jossa leikkauspää tai leikattava kap-

pale liikkuu. Laserleikkausta sovelletaan yhä enemmän myös valmiiden kolmiulotteisten kappaleiden leikkaamisessa, jolloin leikkauspää on yleensä kiinnitetty teollisuusrobottiin. Laserleikkauksessa lasersäde on kohdistettu yleensä erittäin pienelle alueelle. Säteen halkaisija on vain noin 0,1–0,6 millimetriä, joten pienelle alueelle saadaan tuotettua hyvin suuri teho, joka leikkaa materiaalin. Tarkkuuden ohella eräs laserin tärkeimpiä ominaisuuksia leikatessa on sen vähäinen lämpövaikutus leikattavaan kappaleeseen, jolloin lämmöstä johtuvilta muodonmuutoksilta vältytään. Laserilla leikkaamalla voidaan kappaleisiin tehdä erittäin tarkkoja sovitteita helpottamaan kasausvaihetta. (Kujanpää ym. 2005, 21–22.)

#### **5.4.2 Laserhitsaus**

Laserhitsauksella saavutetaan useita kiistattomia etuja verrattuna perinteisiin hitsausmenetelmiin, ja se onkin maailmanlaajuisesti eräs eniten hyödynnetyistä ja kehitetyistä lasertyöstömenetelmistä. Kuten laserleikkauksessakin on laserilla hitsattaessa kappaleeseen kohdistuva lisälämmöntuotto pieni verrattuna perinteisiin hitsausmenetelmiin. Laserhitsauksen muita etuja ovat muun muassa suuri hitsausnopeus, pienet muodonmuutokset ja soveltuvuus erilaisiin tuotantojärjestelmiin. Etujen hyödyntäminen vaatii kuitenkin tuotteen tarkkaa suunnittelua, tarkkoja sovitteita hitsattaville osille ja hyvää railonseurantajärjestelmää. Laserhitsauslaitteistot ovat useimmiten myös automatisoituja, kuten muutkin lasertyöstömenetelmät. (Kujanpää ym. 2005, 23–24.)

#### **5.4.3 Laserpintakäsittely**

Pintakäsittelyllä pyritään parantamaan käsiteltävän kappaleen pinnan ominaisuuksia vastaamaan paremmin kappaleen käyttöolosuhteita. Laseria voidaan so-

veltaa muun muassa pintakarkaisuun, jolla parannetaan kappaleen mekaanisia tai kemiallisia ominaisuuksia, kuten kovuutta, kulutuksenkestoa tai korroosionkestoa. Laserilla suoritettu karkaisu voidaan kohdistaa vain kappaleen pintaan, jolloin materiaalin ominaisuudet syvemmillä kappaleessa säilyvät ennallaan. Laseria sovelletaan usein kappaleen päällystämiseen toisella metallimateriaalilla, jolloin ohuella pintakerroksella voidaan parantaa peruskappaleen pinnan ominaisuuksia. Laserin avulla voidaan pinnoittaa ainoastaan käytön kannalta kriittiset kohdat, jolloin säästetään pinnoituskustannuksissa. (Kujanpää ym. 2005, 24–25.)

#### **5.4.4 Lasermerkkaus**

Lasermerkkausta käytetään yleisesti tuotteiden merkkaukseen tai kaiverrukseen useissa eri käyttökohteissa. Sillä voidaan tehdä tuotteisiin päivämäärämerkintöjä, kohdistusmerkkejä tai tunnistusmerkintöjä nopeasti ja joustavasti. Lasermerkkauksen ehdottomina etuina on sen suuri tarkkuus ja sen soveltuvuus myös ohuille materiaaleille kosketuksettoman työstömenetelmän ansiosta ja merkinnän syvyyden ollessa yleensä vain millimetrin osia. (Kujanpää ym. 2005, 27–28.)

#### **5.5 Pintakäsittely**

Oikean pintakäsittelyn avulla voidaan vaikeissakin olosuhteissa käyttää edullisempia rakenneaineita, jotka eivät kestäisi kyseisissä olosuhteissa ilman pintakäsittelyä (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 163). Tässä luvussa on esitelty muutamia pintakäsittelymenetelmiä. Ominaista eri pintakäsittelymenetelmille on käsiteltävän kappaleen ehdoton puhtaus joten myös puhdistamiseen on valittava sopiva menetelmä (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 570–574).

### 5.5.1 Maalaaminen

Maalaaminen on varmasti yleisin tapa parantaa kappaleen korroosionkestävyyttä erilaisia ympäristöjä vastaan. Maalatessa maali levitetään suojattavalle pinnalle nestemäisenä tai jauhemaisena ohuena kerroksena sopivaa maalausmenetelmää käyttäen. Maali kovettuu kuivuessaan ohueksi ja kiinteäksi kerrokseksi maalattavan kappaleen pintaan. (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 677.)

Erilaisia maaleja on useita erityyppisiä luokiteltuna muun muassa maalien kuivausmenetelmien mukaan (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 682–685). Myös maalauksen suorittamiseen on olemassa lukuisia erilaisia menetelmiä, joista tulee valita kuhunkin käyttötarkoitukseen sopiva. Osalle eri maalityypeistä soveltuvat vain tietyt maalausmenetelmät. (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 698–703.)

### 5.5.2 Pinnoittaminen

Vaikka myös maalaaminen on eräänlaista pinnoittamista, tarkoitetaan tässä yhteydessä pinnoittamisella korroosionestotapaa, jossa perusaine pinnoitetaan jollakin muulla aineella parantaen perusaineen ominaisuuksia. Perusaine voidaan pinnoittaa esimerkiksi eri metalleilla, sähköisellä oksidikerroksella eli anodisoidulla, erilaisin keraamisin pinnoittein, kumeilla tai lukuisien muiden menetelmien avulla. (Kunnossapitoyhdistys ry 2004, 585–742.) Erilaisia metallien pinnoitusvaihtoehtoja on lukuisa määrä, eikä tässä yhteydessä ole tarpeen tutustua niihin sen tarkemmin, Kunnossapitoyhdistyksen Korroosiokäsikirjasta löytyy kattavasti tietoa erilaisista korroosionestomenetelmistä.

## 6 TUTKIMUS

Opinnäytetyön tutkimusosuudessa esitellään käytetyt tutkimusmenetelmät ja se miten niitä käytettiin tutkimuksen edetessä. Tekemäni tutkimus oli kartoitusluonteinen esiselvitys Teknologiakeskus Ketek Oy:lle metalliyriyten käyttämistä materiaaleista sekä lisäarvoa tuottavista työmenetelmistä, jotka ovat yleisesti käytössä Kokkolan seudulla.

Tärkeimpiä kysymyksiä, joihin tutkimuksessa etsittiin vastauksia, olivat seuraavat:

Mitkä materiaalit ovat laajimmin käytössä alueella?

Mitkä ovat yleisimmät vaatimukset materiaaleille ja mitä vaatimuksia käytetyt materiaalit aiheuttavat työmenetelmille?

Mitkä ovat alueen yleisimmät, arvoa kohottavat valmistusmenetelmät?

### 6.1 Tutkimuksen toteutus

Vierailin tutkimuksen kuluessa kaikkiaan seitsemässätoista (17) Kokkolan seudulla sijaitsevassa metallialan yrityksessä 14.2.2011–8.3.2011 kartoittaen niiden käyttämiä metallimateriaaleja, painottaen lähinnä metallimateriaaleja. Tutkimuksen aikana kiinnitin huomiota myös yritysten käyttämiin lisäarvoa tuottaviin työmenetelmiin, materiaalien mahdollisesti asettamiin erityisvaatimuksiin sekä yhteistyöhön muiden paikallisten yritysten kanssa. Tutkimukseen osallistuvat yritykset valitsin työni toimeksiantajan, Ketek Oy:n kehityspäällikkö Tuomo Peltolalta saamani listauksen pohjalta ottaen huomioon Tuomon toiveita tutkimukseen mukaan pyydettyistä yrityksistä. Yrityksiä valitessani tutustuin kunkin yrityksen toimialaan ja sitä kautta valitsin yrityksiä useilta eri toimialoilta. Myös yritysten ko-

koon kiinnitin huomiota, ja kartoituksessa onkin mukana yrityksiä yhden miehen pajoista isojen konsernien toimipisteisiin.

Lähestyin valitsemiani yrityksiä puhelimitse pyrkien tavoittamaan joko tuotannosta vastaavan henkilön tai yrityksen johdon sen mukaan minkä kokoinen yritys oli kyseessä. Puhelinkeskustelun tavoitteena oli tapaamisen ja teemahaastattelun järjestäminen yrityksen toimitiloissa. Lähestyin yritysten edustajia puhelimitse maksimoidakseni osallistumisprosentin ja uskoakseni sähköpostitse lähetetyllä valmiilla lomakkeella vastaukset jäävät helpommin saamatta kuin sovitulla yrityskäynnillä.

Otettuani yhteyttä kahteenkymmeneen yritykseen oli tuloksena seitsemäntoista toteutunutta vierailua kahden yrityksen kieltäytyttyä ja yhden estyttyä lukuisten aikataulumuutosten seurauksena. Yrityskäynnit pyrin sopimaan ja järjestämään niin, että niistä aiheutuisi mahdollisimman vähän haittaa yritykselle, joten aikataulut ja käynteihin käyttämämme aika riippui kunkin yrityksen edustajan aikataulusta.

Yrityskäyntien aikana seurattiin ensisijaisesti yrityksen päätuotteen polku materiaalivarastosta yrityksen lopputuotteeksi, joka voi olla myös osavalmiste toiselle yritykselle. Yrityskäynteihin käyttämämme aika vaihteli noin puolesta tunnista kahteen tuntiin. Menetelmänä käytin teemahaastattelua, jolloin keskustelu kulki vapaasti aihealueen ympärillä. Haastattelun yhteydessä tutustuimme yritysten tuotantotiloihin ja työmenetelmiin, mikäli se oli aikataulullisesti tai muiden seikkojen vuoksi mahdollista. Muutaman ensimmäisen yrityskäynnin aikana menetelmät ja käyttämäni haastattelurunko, joka oli lähinnä muistilistan muodossa, vakiintuivat, ja loput haastattelut sujuivatkin melko vaivattomasti.

Materiaalien käyttö voi olla suoraan tai välillisesti jopa yli puolet yrityksen muuttuvista kustannuksista toimialan mukaan.(Tekes – teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus 2011.)

## **6.2 Tutkimusmenetelmät**

Haastatteluun tutkimusmenetelmänä päädyin siksi, että toimeksiannossa työ oli määriteltä tehtäväksi yrityskäynnein. Tällöin yrityksen toiminnasta saadaan kokonaisvaltaisempi kuva, ja koska tutkittavat yritykset sijoittuvat usealle eri toimialalle, voidaan haastattelun kulku räätälöidä helposti kutakin yritystä varten.

Hirsjärven & Hurmeen (2000) mukaan haastattelulla on helpompi tavoittaa tutkittava kohderyhmä ja myös osallistumisprosentti muodostuu korkeammaksi kuin lomaketutkimuksissa. Heidän mukaansa myös saatavat vastaukset ovat täsmällisempiä lopputuloksen kannalta, koska kysymyksiä sekä vastauksia voidaan tämentää haastattelun edetessä. Hirsjärvi & Hurme (2000) mainitsevat myös, että haastattelu on joustavampi tapa kerätä tietoa kuin kyselylomake, eikä haastattelu ole sidottu tarkasti kysymysjärjestykseen. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 36.)

### **6.2.1 Teemahaastattelu**

Hirsjärven & Hurmeen (2000) mukaan teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä, jossa haastattelu kohdennetaan tiettyihin teemoihin, joista keskustellaan. Teemahaastattelussa keskustellaan tietystä, ennalta sovitusta aiheesta eli temasta, ja tämä voikin olla haastattelun ainoa tarkoin määriteltä asia. Teemahaastattelulle on ominaista, ettei haastattelijalla ole tarkasti muotoiltuja kysymyksiä esitettäväksi, vaan pelkkä kysymysrunko, jolloin haastatteliija voi tehdä vapaasti lisäkysymyksiä tai tarkentavia kysymyksiä, ja näin hänen tehtäväkseen



jääkin lähinnä keskustelun ohjaaminen kohti haluttua päämäärää. Teemahaastattelussa myöskään kysymysten järjestys ei ole liian sidottu, jolloin haastattelun toteuttaminen erilaisissa ympäristöissä on helppoa. (Hirsjärvi & Hurme. 2000, 47–48.)

### **6.2.2 Kvalitatiivinen lähestymistapa**

Hirsjärven, Remeksen ja Sajavaaran (2004, 152) mukaan yksinkertaisimmillaan kvalitatiivinen lähestymistapa pyrkii kuvaamaan kiinnostuksen kohteena olevia asioita, joita ei voi mitata määrällisesti, esimerkiksi ”Oliko elokuva hyvä” (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2004, 152). Toisaalta kuten Anttila (2000, 182) toteaa, ei kvalitatiivista ja kvantitatiivista tutkimusotetta voi asettaa suoraan vastakkain, koska myös kvalitatiivista tietoa voidaan kuvata määrin ja numeroin (Anttila 2000, 182). Tyypillistä kvalitatiiviselle tutkimukselle on laadullisten metodien käyttö. Hirsjärvi ym. (2004, 155) mainitsevat tällaisiksi muun muassa teemahaastattelun, osallistuvan havainnoinnin, ryhmähaastattelut sekä erilaisten tekstien ja dokumenttien analyysit. Heidän mukaansa kvalitatiivista tutkimusta tehdessä myös tutkimuksen kohdejoukko valitaan huolellisesti eikä satunnaisesti. Kuten teemahaastattelussa, niin myös kvalitatiivisessa tutkimuksessa on tyypillistä, että tutkimus muotoutuu tutkimuksen edetessä. (Hirsjärvi ym. 2004, 155.)

### **6.2.3 Kvantitatiivinen lähestymistapa**

Kvantitatiivisella lähestymistavalla tarkoitetaan määrällistä lähestymistapaa. Kuten on myös aiemmin mainittu, myös Hirsjärvi ym. (2004, 127) luonnehtivat kvantitatiivista ja kvalitatiivista tutkimusta toistensa täydentäjinä, ei vastakkaisina metodeina. Eikä niitä voi tarkasti erottaa toisistaan (Hirsjärvi ym. 2004, 127). Anttila

(2000, 176) kuitenkin korostaa, että kvantitatiivista tutkimusotetta käytetään yleensä silloin, kun on mahdollista määrittää numeerisessa muodossa ilmaistavia muuttujia (Anttila 2000, 176). Kvantitatiivinen aineisto esitetään usein tilastollisessa tai taulukkomuodossa (Hirsjärvi ym.. 2004, 131). Tekemässäni tutkimuksessa lähinnä materiaalmäärät, tuotantomäärät sekä kustannukset tukevat kvantitatiivista tutkimusotetta.

## 7 TULOKSET

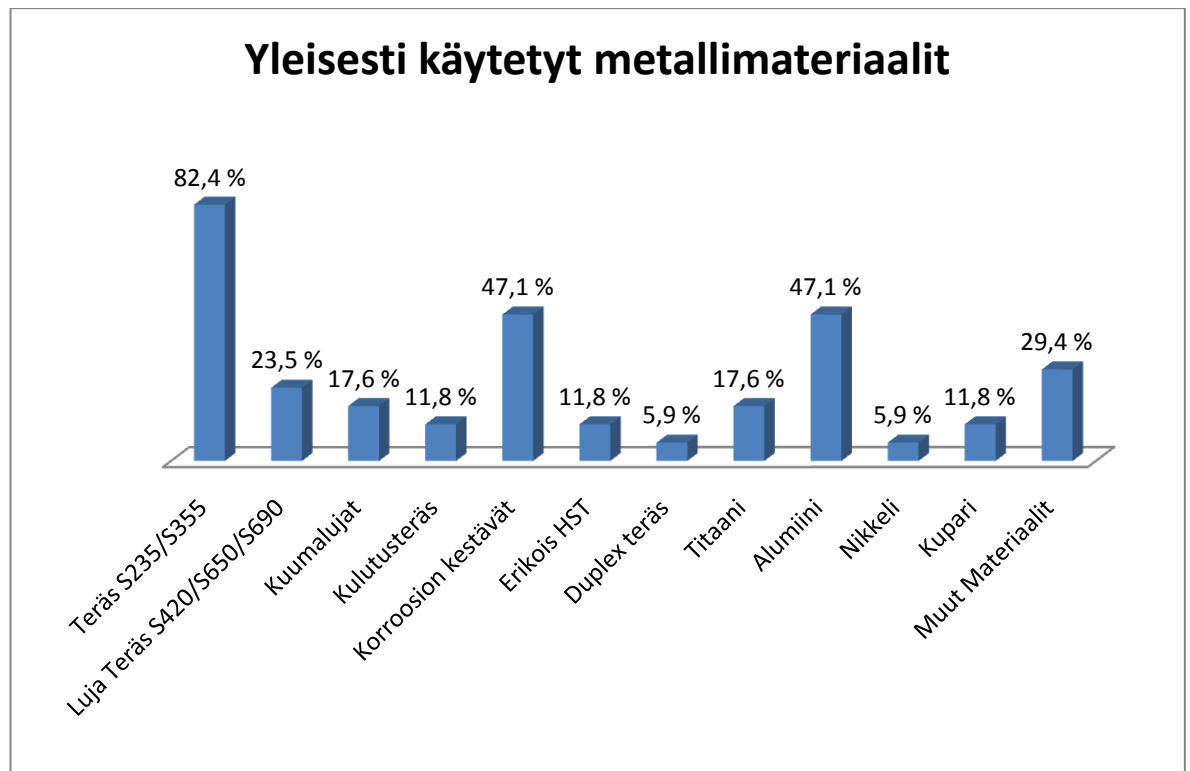
Tuloksissa esitän tutkimuksen yhteydessä tekemiäni yhteenvetoja erilaisten kuvioiden muodossa kertoen jokaisesta kuvioista olennaiset tiedot. Kuvioista ilmenee ainoastaan käyttö-/esiintymistiheyksiä, ei selkeitä määriä. Tulokset on koottu yrityskäyntien ja teemahaastattelujen aikana kunkin yrityksen edustajan kertomien tietojen pohjalta. Haastattelut suoritettiin luottamuksellisesti, eikä osallistuneita yrityksiä tai heidän edustajiaan mainita tulosten yhteydessä. Jatkossa yrityksiin viitataan numeroin yhdestä seitsemääntoista (17).

### 7.1 Materiaalien käyttö

Tekemäni tutkimuksen pääasiallinen tarkoitus oli Kokkolan seudun metallialan yritysten materiaalien käytön kartoittaminen. Tässä luvussa käsittelen tarkemmin suoranaisesti materiaalien käyttöön liittyviä asioita ja pyrin havainnollistamaan niitä erilaisin graafisin kuvaajin. Osa kuvaajista liittyy läheisesti yritysten käyttämiin päämateriaaleihin, jolloin muita samanaikaisesti pieniä määriä käytettyjä materiaaleja ei kuvaajissa ole esitetty.

#### 7.1.1 Yleisesti käytetyt metallimateriaalit

Tärkein tutkimuskysymys oli selvittää Kokkolan seudun käytetyimmät metallimateriaalit. Kuvioon 1 on kerätty tutkimuksessa esiintyneet metallimateriaalit ja niiden esiintymistiheydet.



KUVIO 1. Yleisesti käytettyjen metallimateriaalien käyttötiheys Kokkolan seudulla

Kuviossa 1 on esitetty ainoastaan materiaalien esiintymistiheyttä, ei niiden käyttömääriä, koska laajemmin vertailukelpoisia materiaalien käyttömääriä emme kartoituksessa onnistuneet saamaan. Useimpien tutkimukseen osallistuneiden yritysten toiminta on vahvasti projektiluonteista, jolloin toteutuneet projektit vaikuttavat voimakkaasti materiaalimääriin. Varsinkin pienemmät toimijat ilmoittivat, etteivät juuri seuraava käyttämiänsä materiaalimääriä tonneina, vaan enemmän euronääräisinä kustannuksina. Isommillakin toimijoilla määrät olivat lähinnä arvioita ja perustuivat aiempiin vuosiin. Lähes kaikkien yritysten edustajat ilmoittivat juuri olleen taloudellisen taantumän vaikuttaneen negatiivisesti toteutuneisiin projekteihin ja sitä kautta materiaalin kulutukseen.

Kuten kuvaajasta voidaan lukea, nousi kuitenkin niin kutsuttu perusteräs, eli S235/S355 käytetyimmäksi esiintymistiheydeltään, kun 82,4 % yrityksistä ilmoitti käyttävänsä tätä materiaalia. S235/S355-teräksen käyttömäärän ilmoitti noin puo-

let yrityksistä, ja tämä määrä on yhteenlaskettuna noin 12 115 tonnia/vuosi. Raskas konepajateollisuus käyttää yksinään parhaimmillaan useita tuhansia tonneja vuodessa erilaisia teräksiä yritystä kohden, kun pienempien yritysten käyttömäärät jäävät muutamiin tuhansiin tonneihin.

Korroosionkestävät teräkset ja alumiini kohosivat esiintymistiheydeltään selkeästi jaetulle toiselle sijalle, kun 47,1 % yrityksistä ilmoitti käyttävänsä näitä säännöllisesti. Korroosionkestävät materiaalit nousivat korostetusti esiin varsinkin yrityksissä, joiden toiminta keskittyy Kokkolan suurteollisuusalueelle tai laajemmin kemian- ja prosessiteollisuuteen. Haastattelujeni perusteella voisi yhteenvetona sanoa, että Kokkolan seudulta löytyy vahva osaaminen korroosionkestävien materiaalien jalostamisessa. Korroosionkestävistä materiaaleista emme saaneet tutkimuksen edetessä vertailukelpoisia kilomääriä. Korroosion kestäviä materiaaleja ja alumiinia ei voida käsitellä samoissa tiloissa teräksen kanssa korroosion vuoksi, tai tuotantotilat on siivottava huolellisesti eri materiaalien välillä (Yrityksen 2 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2011). Osa yrityksistä ilmoitti teettävänsä kaikki muut terästyöt alihankintana, jolloin omissa tuotantotiloissa käsitellään ainoastaan korroosionkestäviä materiaaleja.

Alumiinin käyttömäärän ilmoitti ainoastaan kolme yritystä, ja tutkimukseen osallistuneista yrityksistä kahdeksan ilmoitti käyttävänsä alumiinia. Alumiinin yhteenlaskettu määrä on vain noin 180 tonnia/vuosi määrän kertoneiden yritysten osalta. Alumiinin osalta korostui erilaisten profiilien käyttö, mutta myös levymuodossa kulutus on runsasta. Lähes kaikki levymuodossa alumiinia käyttävät yritykset ostavat materiaalin valmiina leikkeinä tai leikkauttavat sen alihankintana. Yleisin ilmoitettu leikkausmenetelmä oli laserleikkaus. Yhdessä yrityksessä tuli korostetusti ilmi myös laserleikkeiden merkkkaus laserilla; tämä menetelmähän helpottaa lopputuotteen kokoamista (Yrityksen 16 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 8.3.2011).

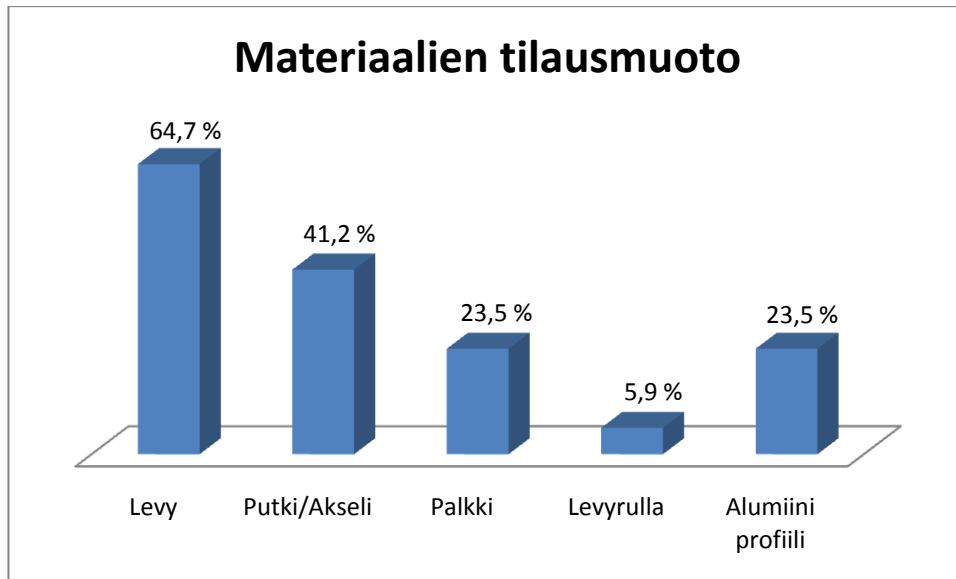
Muita materiaaleja ilmoitti käyttävänsä 29,4 % käydyistä yrityksistä. Kategoriaan muut materiaalin kuuluvat muun muassa erilaiset muovimateriaalit, komposiittimateriaalit ja puu.

Loput materiaaleista ovat käytössä lähinnä satunnaisesti ja käyttö rajoittuu kohteisiin, joissa vaaditaan joitakin näille materiaaleille tyypillisiä erikoisominaisuuksia, kuten entisestään parannettua korroosionkestävyyttä, erityisen korkean lämpötilan kestoja tai hyvää kulutuskestävyyttä. Näiden materiaalien käyttömäärät jäävät lähinnä marginaalisiksi.

### **7.1.2 Materiaalien tilausmuoto**

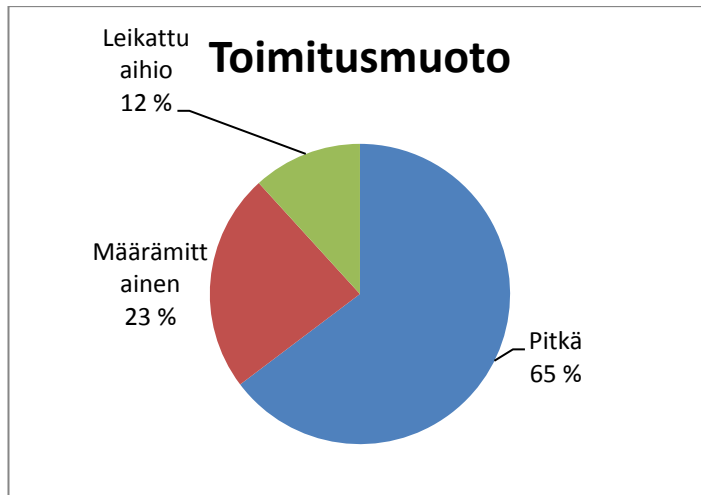
Kartoituksen aikana kiinnitimme huomiota myös yritysten käyttämien materiaalien toimitusmuotoon, jolloin kävi ilmi, toimitetaanko materiaali yrityksiin standardimuodossa vai mitoitettuna kunkin yrityksen tarpeen mukaan. Yrityksen tarpeen mukaan toimitettaessa voidaan materiaalit tilata suoraan toivottujen mittojen mukaan, jolloin materiaalin käsittelystä aiheutuva hukka jää mahdollisimman pieneksi (Yrityksen 11 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 24.2.2011). Yhden yrityksen sisällä voidaan käyttää useita erilaisia toimitusmuotoja.

Kuviosta 2 käy selkeästi ilmi, että levy muodossa toimitettava materiaali on tutkimukseen osallistuneiden yritysten keskuudessa käytetyintä, kun 64,7 % yrityksistä ilmoitti tilaavansa materiaalia erilaisina levyinä. Putki- ja akselimuodossa materiaalia tilaa 41,2 % yrityksistä, ja palkki- ja alumiiniprofiilin käytön osuus on sama 23,5 %. Ainostaan yksi yritys eli 5,9 % ilmoitti tilaavansa materiaalia kelalla, joka jatkokäsitellään omissa tuotantotiloissa.



KUVIO 2. Kokkolan seudulla käytettävien metallimateriaalien tilausmuodot

Kuviossa 3 ilmenevällä käsitteellä ”pitkä” tarkoitan tässä yhteydessä standardipituudessa tilattavaa materiaalia. Tämä tarkoittaa esimerkiksi putkimateriaalilla kuuden (6) tai 12 metrin putkisalkoa. Yrityksistä 35,3 % ilmoitti tilaavansa käytetyimmät materiaalit pääasiassa pitkänä. 23 % yrityksistä ilmoitti tilaavansa käytetyimmät materiaalit määrämittaisena, jolloin materiaali toimitetaan yrityksiin niiden toivomissa mitoissa, esimerkiksi putket toimitetaan tilaajan määrittelemässä pituudessa. Leikatulla ahiolla tarkoitan tässä yhteydessä toimitusmuotoa, jossa aihioon on esimerkiksi laserilla leikattu valmiiksi reikiä, taivutusvaroja ja muita muotoja ja jota käytetään yleisimmin ohutlevytyöiden yhteydessä, tätä toimitusmuotoa käyttää 12 % käydyistä yrityksistä.



KUVIO 3. Materiaalin toimitusmuoto

Lähes jokaisen haastattelemamme yrityksen kohdalla tuli esiin seikkoja joita he pitävät tärkeänä tilattaessa materiaaleja, samassa yhteydessä tiedustelimme yritysten käyttämiä materiaalitoimittajia. Kuvioon neljä on kerätty näitä asioita jotka ilmenivät haastattelujen edetessä.



KUVIO 4. Tärkeimmät tekijät tilattaessa materiaaleja ja toimittajat

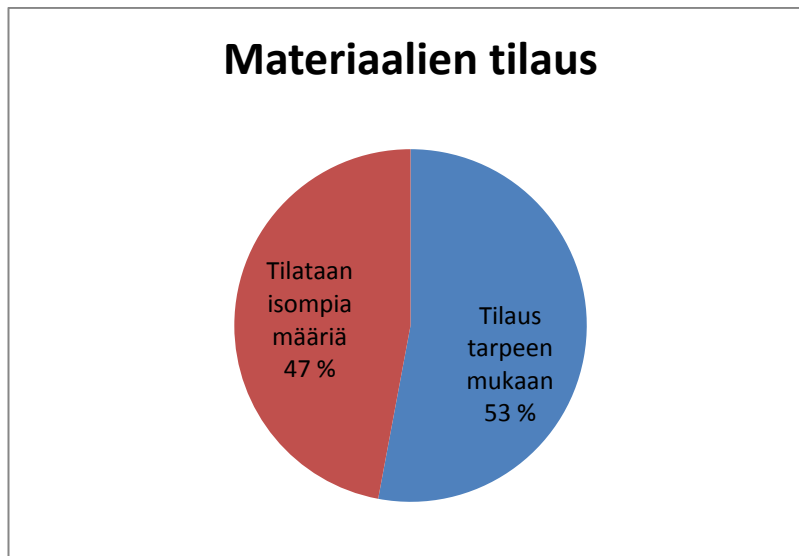


Selkeästi suurin osa yrityksistä, 70,6 % pitää tilattavien materiaalien hintaa tärkeänä seikkana tilattaessa, ja useimmilla yrityksillä onkin muutamia vakio-toimittajia, joiden kesken tilaukset kilpailutetaan. 52,9 % yrityksistä ilmoitti käyttävänsä vakio-toimittajia. Varsinkin alumiiniprofiilien käyttäjien kohdalla ilmeni, että ne ovat vahvasti sidottuja tiettyihin toimittajiin, koska profiilin vaihto edellyttäisi myös työkalujen uusimista (Yrityksen 2 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2011). Esimerkiksi yrityksen 8 edustaja kertoi yrityksensä seuraavan materiaalihintoja, mutta kuitenkin käyttävän yleensä vakio-toimittajia, joiden kesken materiaalien hinnat kilpailutetaan (Yrityksen 8 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 21.2.2011).

Käytettävän materiaalin laatuvaatimukset esiintyivät useaan otteeseen tutkimuksen edetessä, ja materiaalien laatua painottavat yritykset ostavat materiaalit yleisesti kotimaisilta valmistajilta, jolloin yleisesti korostui myös kotimaisten valmistajien erinomainen toimitusvarmuus ja nopeus. Käydyistä yrityksistä 64,7 % ilmoitti tilaavansa materiaalit pääasiallisesti suoraan tehtaalta. Varsinkin pienemmät toimijat ilmoittivat käyttävänsä pääasiassa Kokkolan seudun paikallisia materiaalien toimittajia, näin ilmoitti tekevänsä 29,4 % yrityksistä.

Yksikään kartoitukseen osallistuneista yrityksistä ei ilmoittanut tilaavansa materiaaleja halvan työvoiman maista, kuten Aasiasta. Yleisimpänä syynä tähän kerrottiin materiaalin epätasainen laatu ja pitkät toimitusajat.

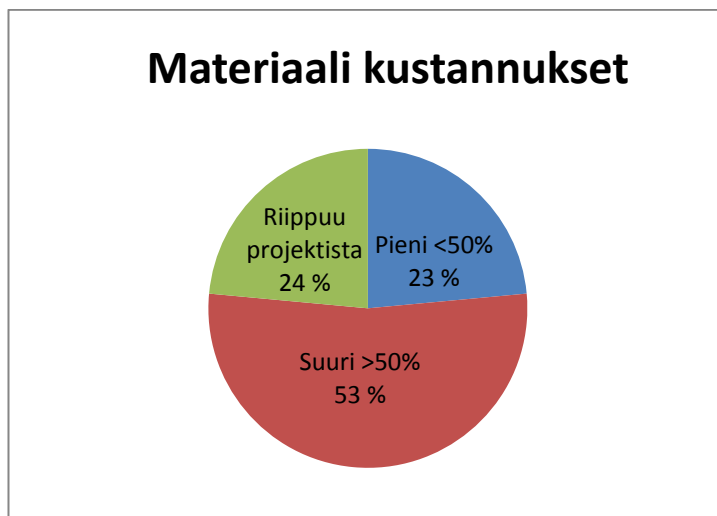
Kuvio 5 havainnollistaa materiaalien tilausmääriä. 47 % yrityksistä ilmoitti tilaavansa suurempia määriä materiaaleja kerrallaan, jolloin materiaaleja myös varastoidaan jonkin verran. 53 % yrityksistä ilmoitti tilaavansa materiaaleja vain tarpeen mukaan mikä tarkoittaa, että tarvittavat materiaalit tilataan vasta työtilauksen varmistuttua. Tarpeen mukaan tilaavien yritysten kohdalla korostui selkeästi materiaalityötoimittajan toimitusvarmuus.



KUVIO 5. Materiaalien tilaus

### 7.1.3 Materiaalikustannukset

Haastatteluissa otimme esiin myös materiaalikustannukset ja niiden osuuden tuotteen hinnassa. Kuvio 6 käy ilmi karkeasti materiaalikustannusten merkitys. Materiaalikustannusten lisäksi useimmat yritykset ilmoittivat työn osuuden olevan toinen merkittävä seikka tuotteen lopullisessa hinnoittelussa.

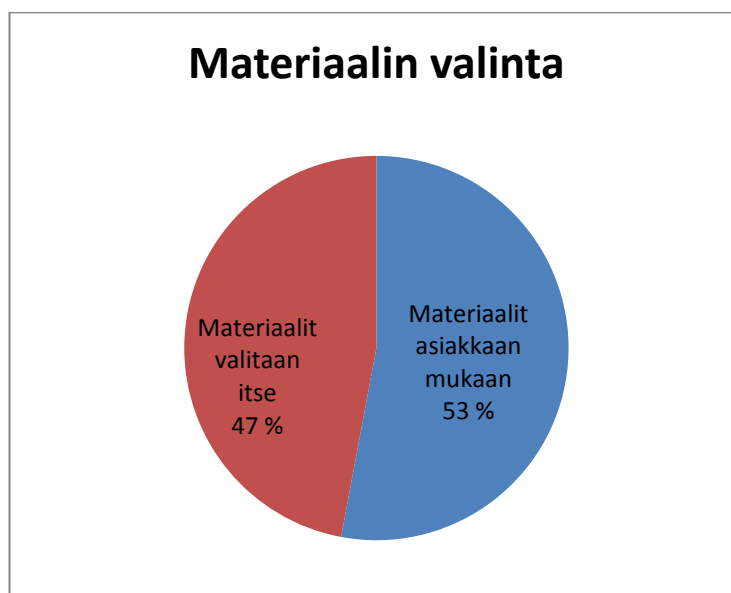


KUVIO 6. Materiaalikustannusten merkitys tuotteen hinnassa

53 % osallistuneista yrityksistä ilmoitti materiaalikustannusten olevan yli puolet tuotteen valmistuskustannuksista, ja tämä osuus on ilmoitettu kuvaajassa termillä suuri. 23 % yrityksistä ilmoitti, että materiaalikustannukset ovat alle puolet tuotteen valmistuskustannuksista, jolloin kuvaajassa on käytetty sanaa pieni. 24 % kertoi materiaalikustannusten olevan täysin projektikohtaisia.

#### 7.1.4 Materiaalien valinta

Osa haastattemistamme yrityksistä harjoitti pelkästään alihankintatoimintaa, kun osa yrityksistä valmisti myös omia tuotteita, joita ne myös markkinoivat itse. Haastattelujen yhteydessä keskustelimme myös materiaalien valintaan liittyvistä seikoista, ja kuviossa 7 ilmenee yritysten vaikutus materiaalien valintaan.



KUVIO 7. Materiaalien valinta

53 % yrityksistä kertoi, että tilaaja on määritellyt materiaalit tai ne on määritelty tilaajalta valmiina saaduissa piirustuksissa, jolloin valmistavalla yrityksellä ei juuri

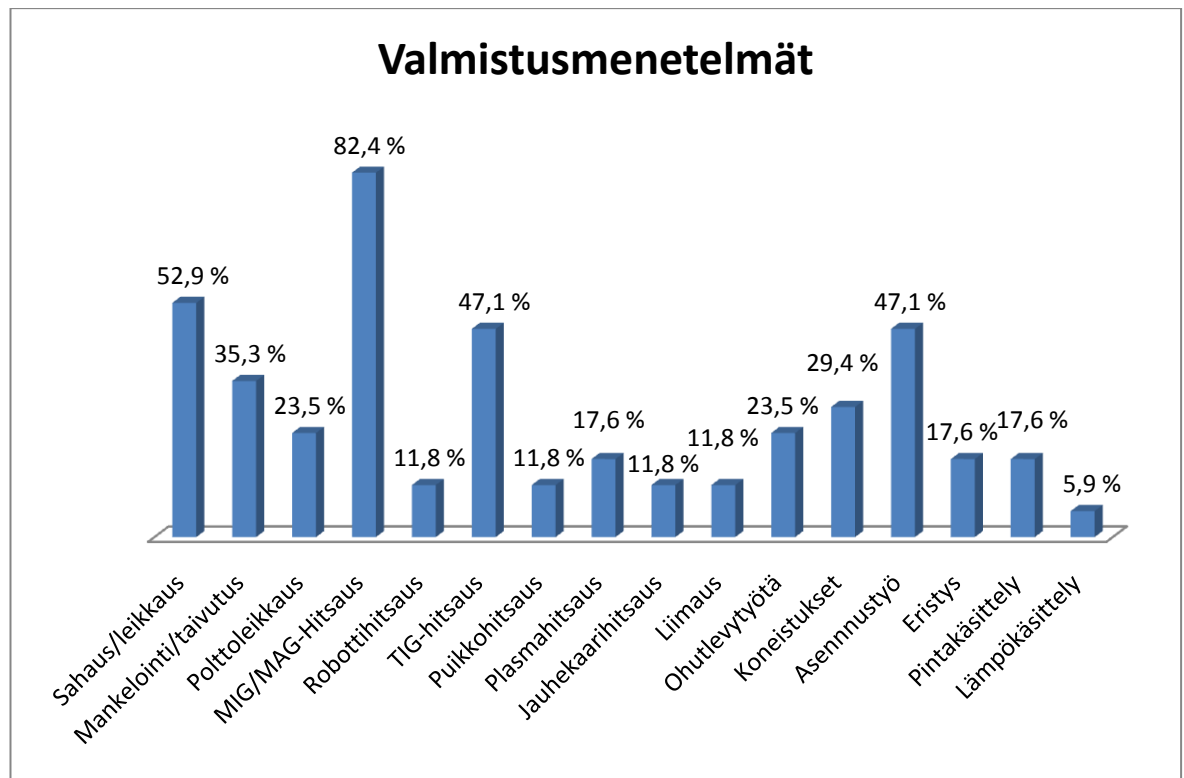
ole päätösvaltaa käytettävien materiaalien valinnan suhteen. 47 % yrityksistä kuitenkin ilmoitti kykenevänsä määrittelemään materiaalit melko pitkälti itse, yleensä joko oman suunnittelun kautta tai yhteistyössä asiakkaan kanssa.

## **7.2 Valmistusmenetelmät**

Yksi tutkimukseni pääkysymyksistä oli selvittää, mitkä ovat yleisimmät Kokkolan seudulla käytetyt, lisäarvoa kohottavat valmistusmenetelmät. Tähän kysymykseen etsimme vastauksia yritysvierailuiden yhteydessä pyrkien vierailemaan yritysten tuotantotiloissa ja seuraamalla tuotteen valmistuspolkua alusta loppuun saakka. Tapauksissa, joissa emme syystä tai toisesta päässeet tuotantotiloihin, pyrimme selvittämään valmistuspolun muulla tavoin haastattelun yhteydessä.

### **7.2.1 Lisäarvoa kohottavat valmistusmenetelmät**

Kuvioon 8 on kerätty tutkimuksen edetessä vastaan tulleet valmistusmenetelmät, jotka ovat käytössä yritysten omissa tuotantotiloissa, joten kuvio 8 ei huomioi alihankintana teetettävää työtä.



KUVIO 8. Kokkolan seudulla yleisesti käytetyt, lisäarvoa kohottavat valmistusmenetelmät

Ehdottomasti eniten käytetty lisäarvoa kohottava valmistusmenetelmä, jota ilmoitettiin käyttävänsä jopa 82,4 % käydyistä yrityksistä, on liittäminen MIG/MAG-hitsaamalla. Kuviossa 8 esiintyvä robottihitsaus 11,8 % osuudella kuuluu myös MIG/MAG-hitsauksen piiriin. TIG-hitsaus nousi tutkimuksessa kolmanneksi yleisimmäksi menetelmäksi 47,1 %:n osuudella. TIG-hitsaus esiintyi useimmiten yrityksissä, jotka jalostavat korroosionkestäviä materiaaleja ja alumiinia. Plasmahitsausta ilmoitti käyttävänsä 17,6 % ja puikko- sekä jauhekaarihitsausta 11,8 % tutkimukseen osallistuneista yrityksistä.

Sahaus/leikkaus kuului yleisesti tuotantoprosessin alkupäähän, ja 52,9 % yrityksistä ilmoitti käyttävänsä sahausta/leikkausta omissa tuotantotiloissaan.

Mankelointi ja taivutusmenetelmät esiintyivät yleisesti levyjä käyttävissä yrityksissä, nämä olivat käytössä 35,3 %:lla käydyistä yrityksistä.

Polttoleikkauksen ja ohutlevytöiden esiintymistiheys oli kummallakin 23,5 %:lla yrityksistä. Nämä menetelmät tulevat korostetusti esiin alihankintatöiden yhteydessä.

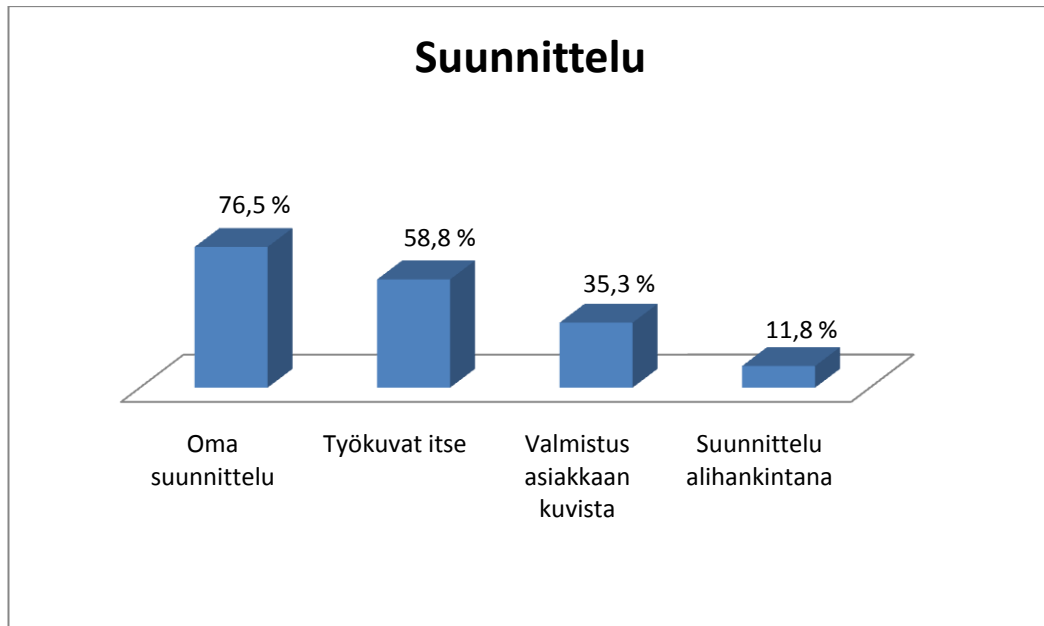
Liittämismenetelmänä liimaaminen nousi esiin alumiiniprofiilien liittämisenä, ja tähän oli erikoistunut kaksi käymäämme yritystä eli 11,8 %.

Eristämistä ja erilaisia pintakäsittelyjä teki 17,6 % yrityksistä, ja varsinkin pintakäsittely oli lähes yksinomaan alihankintana ostettavaa työtä.

47,1 % käydyistä yrityksistä ilmoitti asennustyön kuuluvan myös toimenkuvaansa, joko omien tuotteiden asennuksissa tai kiireavun tarjoamisessa muille yrityksille. Kiireapua tarjoavat yritykset vuokraavat omaa työvoimaa lisätyövoimaksi sitä tarvitseville yrityksille.

### **7.2.2 Suunnittelutyö**

Koska suunnittelu on oleellinen osa tuotteen valmistuspolkua, otimme haastatteluidemme kuluessa esiin myös tämän seikan. Kaikilla yrityksillä ei ole resursseja tai tarvetta omalle suunnittelulle ja kuvioista 9 ilmenee suunnittelun käyttö yrityksissä.

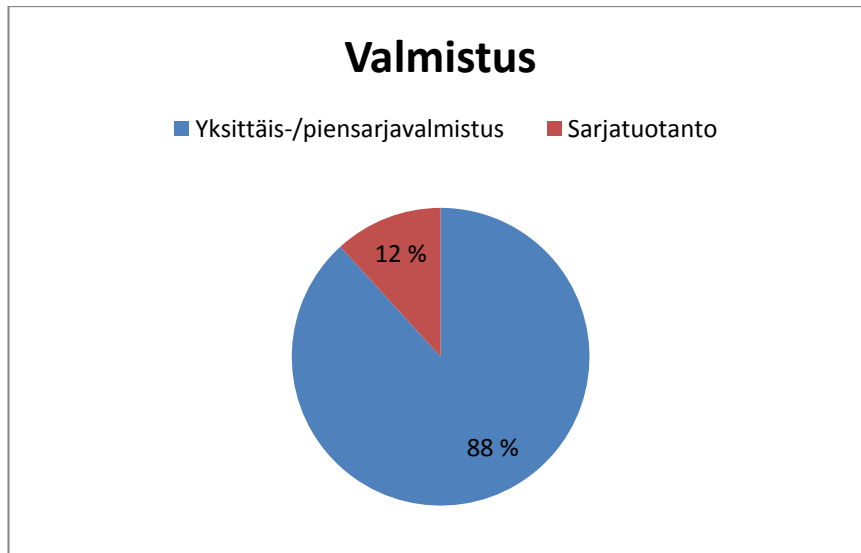


KUVIO 9. Suunnittelu

Kuten kuviosta 9 voi huomata, käyttää jopa 76,5 % tutkimukseen osallistuneista yrityksistä omaa suunnittelua. Kuviossa esiintyvät menetelmät eivät sulje toisiaan pois, joten yhdessä yrityksessä voi olla käytössä useampikin kuviossa esiintyvä menetelmä. 58,8 % yrityksistä ilmoitti tekevänsä ainakin työkuvat itse, vaikka asiakkaalla olisikin valmiit piirustukset. 35,3 % ilmoitti käyttävänsä asiakkaidensa toimittamia piirustuksia, ja 11,8 % teettää suunnittelua alihankintana.

### 7.2.3 Valmistus

Tuotteiden valmistaminen ja materiaaleihin kohdistettavat työmenetelmät poikkeavat voimakkaasti toisistaan eri yritysten välillä, joten selkeää yhteenvetoa tuotteiden valmistuspoluista en tehnyt. Kuviosta 10 ilmenee karkeasti yritysten tuotannon luonne.



KUVIO 10. Valmistus

Ehdottomasti suurin osa käydyistä yrityksistä tuottaa pääasiassa yksittäis- tai piensarjatuotantoa. Tämänkaltaista tuotantoa kertoi harjoittavansa jopa 88 % yrityksistä. Ainoastaan 12 % yrityksistä kertoi ainakin osan tuotannostaan lasketta- van sarjatuotannoksi, eli ne valmistavat jatkuvasti vakiotuotteita.

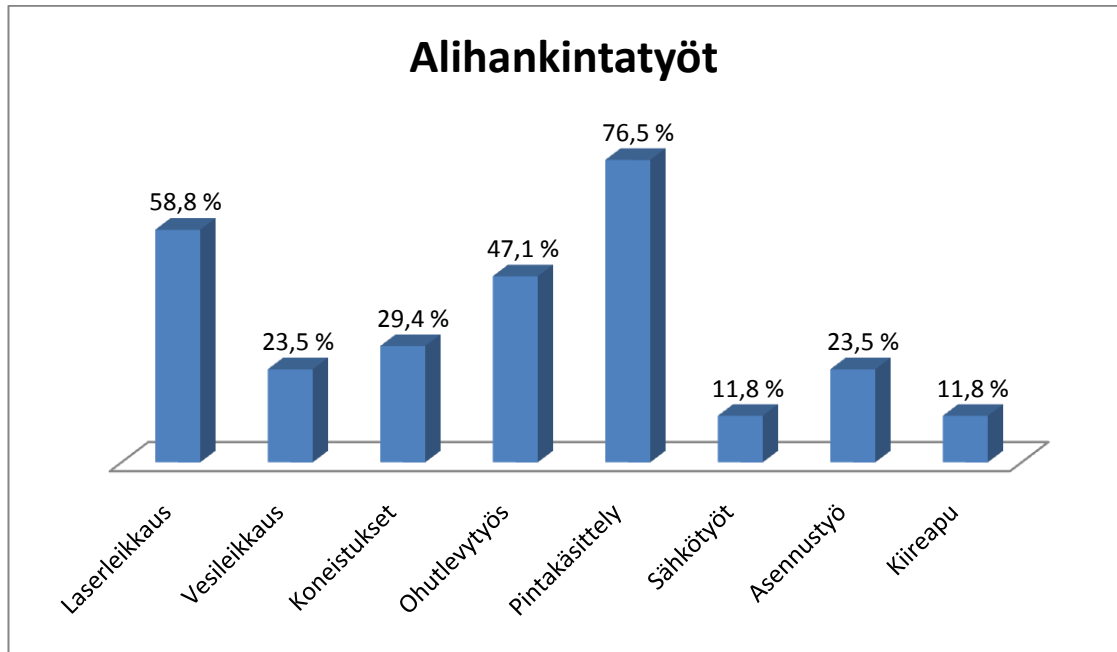
Kaikki yritykset ilmoittivat tuotteiden valmistuksen keskittyvän omiin tiloihinsa, jolloin vain välttämättömät toimenpiteet, kuten asennustyö suoritetaan asiakkaan tiloissa. Yrityksen 1 edustajan mukaan tuote valmistetaan yrityksen omissa toimi- tiloissa mahdollisimman pitkälle, jolloin minimoidaan asiakkaan tiloissa tehtävä työmäärä, koska tämä voi haitata asiakkaan tuotantoa (Yrityksen 1 edustajan hen- kilökohtainen tiedonanto 14.2.2011).

### 7.3 Alihankinta- ja yhteistyö

Aina ei ole taloudellisesti tai muuten järkevää panostaa kaikkien palvelujen tuot- tamiseen omissa tuotantotiloissa, ja tällöin onkin järkevää käyttää alihankintatyö-



tä. Tutkimuksen edetessä alihankintatyön käyttäminen esiintyi lähes jokaisen yrityksen yhteydessä. Kokkolan seudulta löytyy runsaasti alihankintapalveluita tuottavia ammattitaitoisia yrityksiä, joihin osa tutkimukseenkin osallistuneista yrityksistä kuuluu. Kuvioon 11 on koottu kartoituksen edetessä vastaan tulleita, useimmiten alihankintana teetettävää töitä.



KUVIO 11. Alihankintatyöt

Erilaiset pintakäsittelytyöt ovat selkeästi useimmiten alihankintana teetettäviä töitä, ja 76,5 % yrityksistä ilmoitti teettävänsä nämä työt alihankintana. 58,8 % yrityksistä ilmoitti käyttävänsä laserleikkeitä, ja näistä jokainen yritys teettää kyseisen työn alihankintatyönä, joko paikallisesti tai muualla. Myös ohutlevytöiden teettäminen alihankintana nousi usean yrityksen kohdalla esiin ohutlevytöiden vaatimien kalliiden laitteiden ja suuren tilantarpeen vuoksi (Yrityksen 2 edustajan henkilökohtainen tiedonanto 15.2.2011). Ohutlevytyöt ilmoitti teettävänsä alihankintana 47,1 % yrityksistä. Erilaisia koneistuksia teettää alihankinnassa 29,4 % yrityksistä, ja vesileikkauksen ja asennustöiden osuus on 23,5 %. Sähkötöitä ja kiireapua alihankinnasta kertoi käyttävänsä 11,8 % eli kaksi yritystä.

Kuvio 12 kuvaa käytyjen yritysten yhteistyötä muiden Kokkolan seudun yritysten kanssa. Vähäisen ja laajan yhteistyön rajaa en ole määritellyt kovin tarkasti, mutta vähäinen yhteistyö tarkoittaa lähinnä satunnaista yhteistyötä 1–3 paikallisen yrityksen kanssa. Laajan paikallisen yhteistyön yrityksissä on jatkuvaa yhteistyötä usean paikallisen yrityksen kanssa muun muassa koneistuksissa, pintakäsittelyssä, laserleikkauksissa sekä muissa työmenetelmissä.



KUVIO 12. Paikallinen yhteistyö

Yhteistyön osalta hieman yli puolet yrityksistä eli 53 % ilmoitti tekevänsä laajaa yhteistyötä muiden paikallisten yritysten kanssa. Lopun 47 % yrityksistä toiminta on hyvin omavaraista.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli kartoittaa Kokkolan seudun metalliyrityksissä yleisesti käytettyjä metallimateriaaleja sekä lisäarvoa kohottavia valmistusmenetelmiä. Kartoituksen aikana kävimme yhdessä tutkimusinsinööri Juha Kauppisen kanssa yhteensä seitsemässätoista (17) metallialan yrityksessä Kokkolan seudulla. Yrityskäynnit ajoittuivat helmi–maaliskuuhun 2011. Otanta edustaa noin neljännestä seudun metalliyrityksistä, joten saatuja tuloksia voimme pitää melko hyvin yleistettävänä. Kartoitukseen osallistuneet yritykset edustivat myös useita eri toimialoja, ja tarkoituksena olikin saada mukaan mahdollisimman laajasti erilaisia materiaaleja sekä valmistusmenetelmiä.

Tulokset koottiin yrityskäyntien aikana suoritettujen teemahaastattelujen pohjalta, osallistuneiden yritysten edustajien toimiessa tiedonantajina. Osallistuneita yrityksiä ja tiedonantajia ei ole tässä yhteydessä syytä mainita.

Tulosten pohjalta löytyi myös vastaukset tärkeimpiin tutkimuskysymyksiin. Yhteenvetona voi todeta, että Kokkolan seudulla yhä eniten käytetyt metallimateriaalit ovat perinteiset teräkset, erilaiset korroosion kestävät teräkset ja alumiini. Yleisesti ottaen käytettävät materiaalit määritellään tilaajan toimesta, eikä valmistavalla yrityksellä usein ole juuri vaikutusvaltaa materiaalien valinnan suhteen. Eniten käytetyt arvoa kohottavat valmistusmenetelmät Kokkolan seudulla ovat MIG-hitsaus sekä yleensä tuotannon alkupäähän sijoittuvat erilaiset sahaus/leikkausmenetelmät.

Työn edetessä huomioni kiinnittyi Kokkolan seudulta löytyvään erittäin monipuoliseen metalliosaamiseen. Useat monesti vaikeaksi mielletyt materiaalit hallitaan alueella hyvin. Tätä edesauttaa varmasti alueella sijaitseva laaja kemianteollisuus-

den keskittymä. Kuitenkin korvaavien, uusien materiaalien hyödyntämiseen tuotannossa eivät kartoitukseen osallistuneet yritykset vaikuttaneet juuri kiinnittäneen huomiota, ja mielestäni tässä voisi olla potentiaalinen kehitysmahdollisuus. Eräs kartoituksen yhteydessä herännyt ajatus oli eri yritysten kanssa yhteistyössä tehtävä materiaalien tilaus suoraan tehtaalta. Isompia eriä tilaavien yritysten välillä tämä menetelmä voisi tuottaa kustannussäästöjä.

Työmenetelmissä jo aiemmin mainittu MIG-hitsaus esiintyy hyvin korostetusti, mutta samalla menetelmällä toteutettu robottihitsaus on hyvin vähän käytetty menetelmä. Robottihitsaus edellyttää suhteellisen suuria sarjakokoja, mikä on varmasti osasy syy menetelmän vähäiselle käytölle mutta mielestäni tämän menetelmän toteuttamista vaikkapa alihankintatyönä voisi tutkia laajemmin.

Myös yritysten välinen yhteistyö vaikuttaa toimivan hyvin Kokkolan seudulla. Työmenetelmissä nousi usein esiin alihankintana tehtävä laserleikkaus, jota Kokkolan seudulla käytetään hyvinkin yleisesti. Alihankintana teetettävällä laserleikkauksella saavutetaan useita kiistattomia etuja, ja mielestäni tämän hyödyntämistä kannattaisi tutkia yrityksissä laajemmin.

Kartoituksen alkaessa sovin valitsemieni yritysten edustajien kanssa puhelimitse tapaamiset kunkin yrityksen toimitiloihin. Menetelmä osoittautui toimivaksi ja suhtautuminen työhöni oli kokonaisuudessa hyvin positiivista. Sovittuani yrityskäynnit puhelimitse uskon saaneeni yrityksiä osallistumaan kartoitukseen paremmin kuin sähköpostin välityksellä.

Toki parannettavaakin löytyy, ja mielestäni jatkossa tämänkaltaisia töitä tehdessä tulisi kuitenkin ajankäyttö suunnitella huolellisemmin ja suorittaa yrityskäynnit mahdollisesti tiiviimmällä aikataululla, tällöin välttyttäisiin turhalta edestakaisin ajelulta. Yrityksissä käydessä tulisi myös toimitiloihin tutustuminen tehdä jo vie-

railun alkuvaiheessa, jolloin osaisi haastattelussa esittää tarkemmin kohdennettuja kysymyksiä yritysten toimintaan liittyen. Yrityskäyntien aikana opin kuitenkin paljon uusia asioita ja näin monenlaisia toinen toistaan mielenkiintoisempia yrityksiä.

## LÄHTEET

Ammattinetti. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.ammattinetti.fi/web/guest/alat;jsessionid=328D10196827070682A8E84796EC51B9?p\\_p\\_id=akysearchammattiala\\_INSTANCE\\_6tRI&p\\_p\\_action=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_akysearchammattiala\\_INSTANCE\\_6tRI\\_command=detailView&\\_akysearchammattiala\\_INSTANCE\\_6tRI\\_alaId=14&\\_akysearchammattiala\\_INSTANCE\\_6tRI\\_subAlaId=14.11](http://www.ammattinetti.fi/web/guest/alat;jsessionid=328D10196827070682A8E84796EC51B9?p_p_id=akysearchammattiala_INSTANCE_6tRI&p_p_action=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&_akysearchammattiala_INSTANCE_6tRI_command=detailView&_akysearchammattiala_INSTANCE_6tRI_alaId=14&_akysearchammattiala_INSTANCE_6tRI_subAlaId=14.11). Luettu 31.1.2011.

Anttila, P. 2000. Artefakta 2 – Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. 3. painos. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

Boliden Kokkola. Www-dokumentti. 2010. Saatavissa:

<http://www.boliden.com/www/bolidense.nsf/%28WebSiteMapDocs%29/d94fce15ea35d529c125720d00272b76>. Luettu 31.1.2011.

Hirsjärvi, S & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki. Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S. Remes, P. Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. 10. painos. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy.

Ihalainen, E. Aaltonen, K. Aromäki, M. & Sihvonen, P. 2007. Valmistustekniikka. 12. Painos. Helsinki. Hakapaino Oy.

Keski-Pohjanmaan aikuisopisto. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.kpakk.fi/Kpakk.aspx?id=1&p1=1&p2=1>. Luettu 20.1.2011.

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://web.cou.fi/Page.aspx?id=1381&p1=41&p2=261>. Luettu 20.1.2011.

Keski-Pohjanmaan koulutusyhtymä. Kokkolan ammattiopisto. Kone- ja metalliala. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kpedu.fi/?deptid=11678>. Luettu 20.1.2011.

Ketek Oy a. Yritysesittely. Www-dokumentti. Saatavissa:

[http://www.ketek.fi/page.php?page\\_id=23](http://www.ketek.fi/page.php?page_id=23). Luettu 20.1.2011.

Ketek Oy b. Etusivu. Www-dokumentti. Saatavissa:

<http://www.ketek.fi/page.php>. Luettu 20.1.2011.

Ketek Oy c. Ketek Mechanics. Www-dokumentti. Saatavissa:  
[http://www.ketek.fi/page.php?page\\_id=51](http://www.ketek.fi/page.php?page_id=51). Luettu 20.1.2011.

Koivisto, K. Laitinen, E. Niinimäki, M. Tiainen, T. Tiilikka, P. & Tuomikoski, J. 2010. Konetekniikan materiaalioppi. 12. painos. Helsinki. Edita Prima Oy.

Kokkolan kaupunki a. Historia. Www-dokumentti. Saatavissa:  
[http://www3.kokkola.fi/historia/meresta\\_noussut\\_kaupunki/orastava.htm](http://www3.kokkola.fi/historia/meresta_noussut_kaupunki/orastava.htm). Luettu 20.1.2011.

Kokkolan kaupunki b. Historia. Www-dokumentti. Saatavissa:  
[http://www3.kokkola.fi/historia/meresta\\_noussut\\_kaupunki/liikenne.htm](http://www3.kokkola.fi/historia/meresta_noussut_kaupunki/liikenne.htm). Luettu 20.1.2011.

Kokkola LCC Oy. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.lcc.fi/>. Luettu 20.1.2011.

Kokkolanseudun Kehitys Oy. Toimialat/ Metall- ja laser. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.kosek.fi/Kosek.aspx?id=148&pid=144&pid1=144>. Luettu 20.1.2011.

Kujanpää, V. Salminen, A. & Vihinen, J. 2005. Lasertyöstö. Tampere. Tammer-Paino Oy.

Kunnossapitoyhdistys ry. Korroosiokäsikirja. 2004. 2. painos. Hamina. Oy Kotkan kirjapaino Ab.

Lukkari, J. 2002. Hitsaustekniikka, perusteet ja kaarihitsaus. 4. painos. Helsinki. Edita Prima Oy.

LuTek-esite. PDF-dokumentti/Paperiesite. 2011. Saatavissa:  
<http://www.chydenius.fi/yksikot/informaatioteknologia/projektit/lutek-2013-esite>. Luettu 2.2.2011.

Metalliliitto. Www-dokumentti. Saatavissa:  
[http://www.metalliliitto.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=4b9924bb-1495-4de9-bc59-6a12f6d1464a&groupId=10137](http://www.metalliliitto.fi/c/document_library/get_file?uuid=4b9924bb-1495-4de9-bc59-6a12f6d1464a&groupId=10137). Luettu 31.1.2011.

Metallin toimialakatsaus. PDF-dokumentti. 2010. Saatavissa:  
[http://www.metalliliitto.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a089c82c-b2db-45bc-9316-cd5a39b9eb8e&groupId=10137](http://www.metalliliitto.fi/c/document_library/get_file?uuid=a089c82c-b2db-45bc-9316-cd5a39b9eb8e&groupId=10137). Luettu 7.2.2011.

OMG Kokkola Chemicals. Www-dokumentti. 2011. Saatavissa:  
<http://www.kip.fi/Organisation.aspx?tid=12>. Luettu 7.4.2011.

Outokumpu Oy. 2001. Raaka-ainekäsikirja 2001. PDF-dokumentti. 3. painos. Saatavissa: [http://www.outokumpu.com/applications/upload/pubs\\_1220142259.pdf](http://www.outokumpu.com/applications/upload/pubs_1220142259.pdf).  
Luettu 21.2.2011.

Tekes – teknologian ja innovaatioiden kehittämiskeskus. Uutiset. Www-dokumentti. Saatavissa:  
<http://www.tekes.fi/fi/community/Uutiset/404/Uutinen/1325?name=Materiaali-+ja+energiatehokkuus+auttaa+parantamaan+yrittäjien+tuottavuutta>. Luettu 26.1.2011.

Teknologiateollisuus a. Kone- ja metallituoteteollisuus. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/a/kone--ja-metallituoteteollisuus.html>.  
Luettu 31.1.2011.

Teknologiateollisuus b. Alueraportti. 2011. PDF-dokumentti. Saatavissa:  
<http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/raportit.html>. Luettu 7.4.2011.

Tuomainen, I. Mertala, M. Nurmesniemi, M. Saarelainen, V. & Taipale, K. 2007. Kivitekniikka. Kivituotteiden valmistus ja materiaalioppi. Edita Prima Oy.

Työ- ja elinkeinoministeriö. Www-dokumentti. 2009. Saatavissa:  
<http://www.tem.fi/index.phtml?s=3102>. Luettu: 2.2.2011.



**Haastattelurunko**

1. Yrityksen päätoimiala ja mahdollinen erityisosaaminen?
2. Yrityksen kilpailuvaltti?
3. Yrityksen päätuote
  - Vaatimukset materiaalin suhteen
4. Käytetyimmät raaka-aineet?
  - Raaka-aineiden valintaperusteet?
  - Käytetyt raaka-aine määrät?
  - Tilausmäärät sekä tilausperusteet(vakiotoimittaja, hintakilpailutus)?
  - Materiaali kustannusten merkitys lopputuotteessa?
5. Tuotteeseen kohdistettavat työmenetelmät (pääprosessi, tukiprosessit).
  - Työmenetelmien aiheuttamat erityisvaatimukset (hitsauksessa, koneistuksessa tms.)
  - Raaka-aineiden aiheuttamat erityisvaatimukset.
6. Yhteistyö muiden metalli yritysten kanssa?
  - Onko tarvetta?