



# **ALUMIINIHIITSAUKSEN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN**

**Ähtärin ammatti-instituutissa**

**Jari Hautamäki, Pertti Vähämaa, Arto Koskela**

**Kehittämishankeraportti  
Marraskuu 2008**



**JYVÄSKYLÄN  
AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Ammatillinen opettajakorkeakoulu*

Tekijä(t) HAUTAMÄKI, Jari  VÄHÄMAA, Pertti  KOSKELA, Arto	Julkaisun laji Kehittämishankeraportti	
	Sivumäärä 60	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi ALUMIINIHIITSUKSEN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN Ähtärin ammatti-instituutissa		
Koulutusohjelma Ammatillinen opettajakorkeakoulu		
Työn ohjaaja(t) LIETONEN, Raija		
Toimeksiantaja(t) Ähtärin ammatti-instituutti		
Tiivistelmä Kehittämishankkeen aiheena oli alumiinihitsauksen opetuksen kehittäminen toisen asteen koulutusohjelmassa. Työn painopisteenä oli alihankintahitsaus.  Alumiinihitsauksen opetus on ollut oppilaitoksessamme vähäistä. Siksi tämän kehittämishanketyön tarkoituksena oli kehittää alumiinihitsauksen opetusta Ähtärin ammatti-instituutissa vastaamaan lähiyritysten tarpeita.  Työn tarkoituksena on antaa opiskelijoille käsitys siitä, mitä alumiinihitsaus ja siihen liittyvät variaatiot, joita alihankintahitsaus käytännössä vaatii.  Ähtäri on Suomen alumiiniveneeteollisuuden keskittymä, joten alumiinihitsauksen opetuksen kehittäminen Ähtärin ammatti-instituutissa on tarpeellista.		
Avainsanat (asiasanat) hitsaus, alumiini, alihankinta		
Muut tiedot		

Author(s) HAUTAMÄKI, Jari  VÄHÄMAA, Pertti  KOSKELA, Arto	Type of Publication Development project report	
	Pages 60	Language Finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until _____	
Title DEVELOPMENT OF TEACHING IN ALUMINIUM WELDING In Ähtäri vocational institute		
Degree Programme Teacher Education College		
Tutor(s) LIETONEN, Raija		
Assigned by Ähtäri Vocational Institute		
Abstract  <p>The matter of this development plan was development of teaching in aluminium welding at the study programme of the secondary level. The focus of this study was subcontracting welding.</p> <p>The amount of instruction in aluminium welding has been slight. Because of that, the purpose of this study was to develop the teaching of aluminium welding to match the needs of companies nearby.</p> <p>The point of this study was to give students view of what is that the aluminium welding and it's variation, for example subcontracting welding in the practice requires.</p> <p>Ähtäri is a centre of aluminiumboat industry in Finland and because of that, the development of teaching in aluminium welding at Ähtäri's vocational-institute is necessary.</p>		
Keywords Welding, aluminium, subcontracting		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

1 ALKUSANAT .....	3
2 HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT .....	5
3 HANKKEEN ETENEMISJÄRJESTYS .....	5
4 ALUMIINI JA ALUMIININ HITSAUS .....	6
4.1 Alumiini .....	6
4.2 Alumiinin seostus .....	7
4.3 Alumiinin lämpökäsittelyt .....	8
4.4 Alumiinin ominaisuudet ja käyttö .....	8
4.5 Alumiinin hitsauksen perusteet .....	9
4.6 Suojakaasun tehtävät .....	11
4.7 TIG-hitsaus .....	11
4.8 MIG-hitsaus .....	12
4.9 Muita alumiinin hitsausmenetelmiä .....	14
5 KONEET JA LAITTEET .....	15
5.1 Levyleikkuri .....	15
5.2 Kulmahiomakone .....	16
5.3 Plasmaleikkauskone .....	17
5.4 Särmäyspuristin .....	18
6 OPETTAJIEN OMA OSAAMINEN .....	18
7 OPETUSSUUNNITELMAN PAINOTUKSET .....	19
8 PEDAGOGISIA PERIAATTEITA .....	22
9 ERITYISOPISKELIJAT .....	25
10 ALIHANKINTAVERKOSTON LUOMINEN .....	26

<b>11 ALUMIINIOSIEN HITSUKSEN OPETUKSEN TOTEUTUS.....</b>	<b>29</b>
<b>12 POHDINTA.....</b>	<b>30</b>
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>32</b>
<b>LIITTEET.....</b>	<b>32</b>

# 1 ALKUSANAT

Ähtäriin ammatti-instituutin omistaa Suomenselän koulutuskuntayhtymä. Kuntayhtymään kuuluvat Alavus, Lehtimäki, Multia, Pylkönmäki, Soini, Töysä, Virrat ja Ähtäri. Koulutuskuntayhtymän tehtävänä on jäsenkuntien puolesta järjestää ammatillista koulutusta, ammatillista aikuiskoulutusta ja oppisopimuskoulutusta. Kuntayhtymän ylläpitämässä oppilaitoksessa voidaan järjestää myös oppilaitoksessa annettavaa opetusta tukevaa palvelu- ja tutkimustoimintaa. Toiminta-ajatuksena on järjestää laatutietoisien ja aktiivisen henkilökunnan avulla nuorille ja aikuisille korkeatasoista, laaja-alaista ja joustavaa ammatillista koulutusta sekä palvelutoimintaa vastaten omistajakuntien elinkeinoelämän ja yritysten tarpeisiin. (Ähtäriin ammatti-instituutti 10.11.2008)

Työn tarkoituksena on kehittää alumiinihitsausta Ähtäriin ammatti-instituutissa, koska veneenrakennusteollisuudessa on jatkuva pula ammattitaitoisista veneenrakentajista. Alihankintahitsaus puoltaa paikkaansa alumiinin käsittelyssä ja hitsauksessa, koska näin opetusta voidaan viedä eteenpäin pieninä palasina. Tämä siitä syystä, että alumiinihitsaus on erittäin vaativa hitsausmenetelmä ja sen opetus ja opettelu vaatii opiskelijoilta ja opettajilta niin motivaatiota kuin pitkäjänteisyyttäkin. Tavoitteena on oppia opettamaan teknisen alan osaamista ensisijaisesti käytännön työtehtävien avulla työpainotteisesti. Tavoitteena on myös, että suurin osa opiskelijan oppimisesta tapahtuu työn ääressä. Mahdollisimman laajasti pyritään huomioimaan eri opiskelijoiden erilaiset lähtökohdat.

Hankkeen avulla kehitetään metallialan opettamista oppilaitoksessa. Alihankinta tuodaan mukaan metallialan opetuskäytäntöön, koska uskotaan saavan lisäarvoa opiskelijoiden ammattiin opiskelemiseen. Ajateltua mallia voidaan soveltaa myös puualan koulutukseen, koska nämä tekniset alat ovat samantyyppisiä. Koulun kannalta tämä on merkittävä askel saada koulutettua uusia osaavampia alumiiniosaajia Ähtäriin ja samalla saada pidettyä työvoima paikkakunnalla. Oppimiskäsitykset ohjaavat opetuksen kehittämistä etenkin kognitiivinen oppipoikamalli näyttäytyy merkittävästi.

Oppilaitoksessamme järjestettävä erityisopetus on yksilösuuntautuvaa ja korjaavaa opetusta. Joskus sillä voi olla myös terapeuttista vaikutusta. Sitä antaa erityisopettaja yhdelle tai muutamalle opiskelijalle kerrallaan. Sitä voidaan toteuttaa laaja-alaisena toimintana, jolloin opiskelijalla on mahdollisuus saada apua moniin eri aineisiin. Se voi olla myös johonkin tiettyyn vaikeuteen, esim. lukivaikeuteen keskittyvä. Toisena käytäntönä käytetään samanaikaisopetusta. Samaa ryhmää voi opettaa kaksi opettajaa. Näin on paremmin mahdollista opetusryhmän opiskelijoiden eriyttäminen ja yksilöllinen ohjaus. Opettajat voivat olla samanaikaisesti työsalissa tai teoriatunnilla koko ryhmän kanssa. Toinen vaihtoehto on, että ryhmän erityisopiskelijat muodostavat pienryhmän, jota voi opettaa joko luokan oma opettaja tai rinnakkaisopettaja. Opettajat voivat myös vaihdella tehtäviään muun luokan ja pienryhmän välillä. (Ähtärin ammatti-instituutti 10.11.2008)

Tämän työn tekemiseen osallistuivat metallialan opettajat Hautamäki ja Vähämaa sekä puualan opettaja Koskela. Työssä pyrimme hyödyntämään omia vahvuusalueita saavuttaaksemme mahdollisimman laajan näkemyksen alihankinnan tuomisesta opetukseen. Vahvuuksinamme näemme vankan metalli- ja puualan työkokemuksen ja erityisopetuksen tuntemuksen.

## 2 HANKKEEN LÄHTÖKOHDAT

Lähtökohtana on oman opettajuuden kehittäminen käytännön tehtävän yhteydessä. Tärkeää on oppia tunnistamaan ja täten siirtämään tehokkaita pedagogisia menetelmiä teknisellä alalla. On esitettävä todeksi se seikka, että eri teknisten alojen eroilla ei ole niinkään merkitystä pedagogiikan kannalta. Tärkeämpää on käytettävät oppimismenetelmät. Hanke toteutetaan erilaisten teknisten alojen työryhmänä, jolloin syntyy moniammatillista osaamista.

### **Alumiinin alihankintahitsauksen tärkeys**

Kun opiskelijat lähtevät työssäoppimisjaksolle, haluaisivat he mahdollisimman nopeasti päästä hitsaamaan ja varustelemaan veneitä. Tämä ei kuitenkaan heti mahdollistu, koska veneen valmistus, ja varsinkin alumiininhitsaus on erittäin vaativa tehtävä. Työpaikkaohjaajat eivät uskalla antaa vaativia hitsaustöitä aluksi, koska opiskelijoiden ammattitaito ei ole vielä tarpeeksi hyvä. Siksi monet opiskelijat turhautuvat, kun he esim. joutuvat aluksi siivoamaan tai pesemään veneitä eivätkä heti pääse niin sanottuihin ”oikeisiin töihin”. Tästä syystä veneen alumiiniosien alihankintahitsaus on merkittävä muutos työssäoppimista ajatellen. Kun opiskelijat jo koulussa opettelevat hitsaamaan samoja osia, joita he tulevat hitsaamaan sitten, kun työssäoppiminen alkaa. Tämä malli sopii ainakin venealan yrityksille, saavathan ne entistä ammattitaitoisempia ja osaavampia veneen rakentajia.

## 3 HANKKEEN ETENEMISJÄRJESTYS

- Ensimmäisessä osiossa pyritään antamaan läpileikkaus alumiinin fysikaalisista ominaisuuksista sekä käsittelemään alumiinin hitsausmenetelmät sekä tiivistelmä käytettävissä olevista koneista ja laitteista.
- Toinen osio käsittelee opetussuunnitelmaa ja sen painotuksia, opetusmenetelmiä sekä erityisopiskelijoita ja heidän opetustaan.



- Kolmannessa osiossa käsitellään itse alihankintakuviota, kuten verkoston luomista, alumiinisten osien hitsauksen opetusta ja toteutusta.

## 4 ALUMIINI JA ALUMIININ HITSAUS

### 4.1 Alumiini

Alumiini on tullut yhä tärkeämmäksi ja yleisemmäksi rakennusaineeksi. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi autojen, junien ja veneiden rakentamiseen. Hitsaus on yleisin menetelmä liittää metalleja. Alumiinin käyttö edellyttää tietoa sekä itse materiaalista että sen hitsauksesta. Yleisimmät hitsausprosessit ovat TIG- ja MIG- hitsaus.

Alumiini on hapen ja piin jälkeen kolmanneksi yleisin alkuaine maapallolla. Sen pitoisuus maankuoressa on noin 8 %. Alumiini muodostaa herkästi yhdisteitähapen ja muiden alkuaineiden kanssa, joten se ei esiinny puhtaana maankuoressa, vaan useimmiten oksideina ja silikaatteina. Alumiinia valmistetaan melkein yksinomaan bauksiitista, jota maapallolla esiintyy etupäässä lämpimällä vyöhykkeellä. Tärkeimmät raaka-aineiden tuottajamaat ovat Venäjä, Jamaika ja Australia. Yhden alumiinikilon valmistamiseen tarvitaan noin 2 kg alumiinioksidia, jonka tuottamiseen tarvitaan noin 4 kg bauksiittia. Bauksiitti on rapautumisen tuloksena syntynyt kivilaji. Alumiinin valmistus vaatii hyvin paljon sähköenergiaa. Alumiinioksidin valmistus bauksiitista vaatii lämpöenergiaa noin 45MJ (11kWh) ja edelleen puhtaan alumiinin valmistamiseen oksidista elektrolyysillä kuluu sähköenergiaa noin 47 MJ (13 kWh) kiloa kohti. (Lukkari 2001, 8)

## 4.2 Alumiinin seostus

Puhdas seostamaton alumiini on hyvin pehmeä metalli, joten sen käyttö on lujuutta vaativissa rakenteissa vähäistä. Puhtaalla alumiinilla on kuitenkin erittäin hyvä sähkönjohtavuus, noin kaksinkertainen verrattuna lujiin alumiinisekoituksiin. Lämmönjohtavuus on suuri, noin puolitoistakertainen verrattuna lujiin alumiiniseoksiin. Korroosionkestävyys on myös erinomainen, lukuun ottamatta tiettyjä olosuhteita, esimerkiksi merivettä, joka on kloridipitoista. Alumiiniksi määritellään metalli, joka sisältää vähintään 99 % alumiinia. Puhutaan seostamattoman alumiinin puhtausaste vaihtelee 99,0–99,99 %. Epäpuhtaudet ovat pääasiassa rautaa ja piitä, joiden yhteenlaskettu pitoisuus on alle 1 %.

Alumiiniin voidaan lisätä seosaineita, joilla saavutetaan hyödyllisiä ominaisuuksia alumiiniseoksiin muun muassa lujuutta, korroosionkestävyyttä ja valettavuutta. Tärkeimmät seosaineet ovat mangaani, magnesium, kupari, pii ja sinkki. Muita seosaineita, kuten titaania, zirkonia ja lyijyä lisätään joskus pieniä määriä. Alumiinin seostamisen yleisin päätavoite on lujuuden parantaminen. Uusimmissa lujissa alumiiniseoksissa on seosaineina muun muassa litiumia (Li): AlLi-seokset, scandiumia (Sc): AlMgSc-seokset ja berylliumia (Be): AlBeMet-seokset. Alumiiniseosten seosaineet vaikuttavat eri tavoin seoksen lopullisiin ominaisuuksiin. Kupari ja sinkki parantavat lujuutta, pii alentaa sulamisaluetta ja parantaa juoksevuutta. Mangaani lisää lujuutta menettämättä olennaisesti sitkeyttä ja magnesium lisää lujuutta menettämättä hyvää korroosionkestävyyttä. Lujuutta, muovattavuutta ja pursotettavuutta lisää myös magnesium/pii. Alumiinin korroosionkestävyyttä se ei silti vähennä. (Lukkari 2001, 10-11)

### 4.3 Alumiinin lämpökäsittelyt

Lämpökäsittelyllä vaikutetaan alumiinista valmistettujen tuotteiden mekaanisiin ja fysikaalisiin ominaisuuksiin. Lisäksi alumiinituotteita voidaan lämpökäsittellä mittapysyvyyden saavuttamiseksi työstössä. Yleisimmät lämpökäsittelyt ovat erkautuskarkaisu, pehmeäksihehkus, jännityksenpoistohehkus ja homogenisointi. (Lukkari 2001, 16)

### 4.4 Alumiinin ominaisuudet ja käyttö

Kevytmetalliksi nimitetään tavallisesti metallia, jonka tiheys (ominaispaino) on alle  $5 \text{ kg/dm}^3$ . Käytetyimmät kevytmetallit ovat alumiini ( $2,7 \text{ kg/dm}^3$ ), titaani ( $4,5 \text{ kg/dm}^3$ ) ja magnesium ( $1,8 \text{ kg/dm}^3$ ). Alumiinilla on monia hyötyominaisuuksia, jotka tekevät siitä monikäyttöisen ja taloudellisen rakenneaineen. Tiheys (ominaispaino) on pieni,  $2,7 \text{ kg/dm}^3$ . Keveyden ja suhteellisen hyvien lujuusominaisuuksien sekä hyvän hitsattavuuden ansiosta lujat alumiiniseokset ovat sopivia rakennusaineita hitsattuihin rakenteisiin, esimerkiksi kuljetusväline- ja ilmailualalla. Alumiinin käytöllä voidaan saavuttaa huomattavia painosäästöjä verrattuna vastaaviin hitsattuihin teräsrakenteisiin. Hitsattavuus on useimmilla alumiiniseoksilla hyvä, mitä ilman alumiinin käyttö olisikin vähäisempää. Jotta metalli olisi nykyaikana kilpailukykyinen ja käyttökelpoinen, sen hitsattavuuden pitää olla hyvä. Sään ja korroosion kestävyys on hyvä. Se perustuu alumiinin nopeaan luonnolliseen oksidoitumiseen (hapettumiseen), sekä syntyvän oksidikalvon (hapettumiskerroksen) kiinnipysyvyyteen, kovuuteen ja tiivyyteen. Tämä ominaisuus tekee alumiinista sopivan rakennusaineen mm. elintarvike-, pakkaus-, kemian- ja kuljetusvälineteollisuuteen. Muovattavuus (muun muassa pursotettavuus) on alumiinin matalan sulamislämpötilan ansiosta erinomainen. Tämä tekee mahdolliseksi hyvin monimuotoisten pursotettujen profiilien valmistamisen. (Lukkari 2001, 24)

Profiilit antavat monipuolisia mahdollisuuksia alumiinirakenteiden suunnitteluun ja valmistamiseen. Kimmomoduuli on pieni, noin kolmasosa teräksen arvosta. Tämä on edullinen tekijä iskumaisissa kuormituskohteissa,

koska alumiinin energian absorptiokyky on suuri. Taipuman perusteella mitoitetuissa rakenteissa kimmomoduulin pienuus voidaan kompensoida käyttämällä sopivan muotoisia profiileja. Jos alumiini- ja teräskannattimen poikkipintaleikkaus on samanlainen, alumiinista tehty kannatin taipuu kolme kertaa enemmän kuin teräksestä tehty kannatin. Sähkönjohtavuus on noin 60 % kuparin sähkönjohtavuudesta. Tämä tekee alumiinista sopivan rakenneaineen moniin sähkö- ja elektroniikkateollisuuden komponentteihin. Lämmönjohtavuus on 30–50 % kuparin lämmönjohtavuudesta. Tämän ansiosta alumiinia käytetään mm. mäntien, sylintereiden ja lämmönsiirtimien rakenneaineena. Pintakäsittelymahdollisuudet ovat monipuoliset, minkä ansiosta alumiinituotteita käytetään paljon rakennusteollisuudessa. Sitkeysominaisuudet pysyvät käytännössä vakiona lämpötilan laskiessa hyvinkin mataliin lämpötiloihin, kun taas lujuusominaisuudet kasvavat. Alumiinilla ei ole ns. transitilämpötilaa ("haurautumislämpötilaa"), jossa murtumiskäyttäytyminen muuttuu sitkeästä hauraaksi, kuten useammilla teräksillä. Tämä tekee alumiinin sopivaksi matalalämpötilakäyttöön, esim. LNG- säiliöt (-163° C). Hygieenisyytensä ja myrkyttömyytensä, sekä hajua ja makua antamattomuutensa ansiosta alumiinia voidaan käyttää mm. elintarvikkeiden pakkaamisessa ja kotitalouksesineissä. Kipinättömyyden ansiosta alumiini ei kipinöi iskettäessä. Tästä on hyötyä mm. sotateollisuudessa ja polttoainetankeissa, esim. kerosiinitankeissa. Heijastuskyky on erittäin hyvä. Kiillotettu alumiinipinta heijastaa jopa 99 % säteilystä takaisin. Heijastavuusominaisuuksia voidaan hyödyntää mm. valaisimien heijastimissa. Ei-magneettisuutensa ja häiveominaisuutensa takia alumiinia käytetään mm. ohjusveneissä. (Lukkari 2001, 24)

#### **4.5 Alumiinin hitsauksen perusteet**

Hitsaus on alumiinin yleisin liittämismenetelmä. Alumiinia voidaan hitsata useimmilla tunnetuilla hitsausprosesseilla, joista kuitenkin, kuten terästenkin hitsauksessa, vain pienellä osalla on laajaa käytännön merkitystä teollisuudessa. Kaasukaarihitsausprosessien (MIG- ja TIG-hitsaus) kehittäminen 1940-luvulla lisäsi huomattavasti alumiinin käyttöä eri teollisuuden aloilla. Itse asiassa alumiinia pidettiin ennen tätä huonosti

hitsattavana materiaalina. Hitsausprosessien kehitys jatkuu edelleen ja uusia prosesseja tulee myös alumiinin hitsaukseen. Hitsaustekniikan kehitys yhdessä alumiinin materiaalitekniikan kehityksen kanssa on lisännyt huomattavasti hitsattujen alumiinirakenteiden käyttöä. Alumiinin materiaaliominaisuudet poikkeavat huomattavasti teräksen ominaisuuksista, mikä on otettava huomioon jo rakenteiden suunnittelussa ja myös myöhemmässä hitsauksessa. (Lukkari 2001, 56)

Yleisin ja tärkein hitsausprosessien ryhmä on kaasukaarihitsaus (MIG-, TIG- ja plasmahitsaus), joka on syrjäyttänyt kaasua- ja puikkohitsauksen. Kaasuhitsauksessa valokaari pystyy poistamaan alumiinin pinnalla olevan ja hitsausta haittaavan oksidikalvon. Se on kuitenkin yleensä poistettava ennen hitsausta. Kaasu- ja puikkohitsauksessa tarvitaan juoksetta oksidikalvon poistamiseen. Lisäksi kaasuhitsauksen kaasuliekin ja puikkohitsauksen valokaaren energiayhteydet ovat melko pieniä, minkä takia hitsaus ei ole myöskään erityisen tehokasta. (Lukkari 2001, 57)

Alumiinin sulamislämpötila on matala ( $660^{\circ}\text{C}$ ), mikä pienentää hitsauksessa tarvittavaa lämpö määrää. Kuitenkin alumiinin lämmönjohtavuus on moninkertainen teräkseen verrattuna, minkä takia lämpö siirtyy pois hitsin alueelta nopeammin ja laajemmalle alueelle alumiinin hitsauksessa. Suuri lämmönjohtavuus suurentaa hitsauksessa tarvittavaa lämpö määrää, mikä on samaa luokkaa kuin teräksen hitsauksessa.

Alumiini hapettuu ilman hapen vaikutuksesta herkästi, minkä tuloksena alumiinin pinnalle muodostuu hyvin ohut oksidikalvo. Sillä on moninainen vaikutus hitsaukseen. Oksidikalvo on kova ja sitkeä, se on painavampaa kuin alumiini ( $\text{Al}$ :  $2,7 \text{ kg/dm}^3$  ja  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $3,9 \text{ kg/dm}^3$ ), joten oksidikalvon hiukkaset vajoavat helposti hitsisulassa alaspäin ja aiheuttavat hitsausvirheitä, oksidisulkeumia ja liitosvirheitä. Oksidin sulamispiste on huomattavan korkea ( $\text{Al}$ :  $660^{\circ}\text{C}$  ja  $\text{Al}_2\text{O}_3$ :  $2050^{\circ}\text{C}$ ), minkä takia se ei sula hitsauksessa. Se on hygroσκοoppinen eli sitoo itsensä helposti kosteutta, josta vapautuu vetyä hitsauksessa. Oksidikalvo myös hydratoituu (vedyttyy) helposti, mikä on myös vedyn lähde hitsauksessa ja se on sähköinen eriste, mikä voi haitata hitsausta. (Lukkari 2001, 58)

Vaikka oksidikalvo on erittäin ohut, se on riittävä suojaamaan, muuten niin aktiivista alumiinia korroosiolta, monissa eri olosuhteissa. Oksidikalvo on läpinäkyvä ja yleensä noin 2–5 nm paksu. (Lukkari 2001, 59)

#### **4.6 Suojakaasun tehtävät**

Suojakaasun tehtävänä kaasukaarihitsauksessa on antaa suoja hitsaustapahtumalle sekä lisäksi kuumalle elektrodille TIG- ja plasmahitsauksessa, ympäröivän ilman haitallisia vaikutuksia vastaan. Suojakaasu vaikuttaa tämän lisäksi moniin muihin asioihin kuten tiivyyteen, hitsausnopeuteen, puhdistuskykyyn ja syttyvyyteen sekä hitsaussavuihin. (Lukkari 2001, 196)

#### **4.7 TIG-hitsaus**

Lyhenne TIG tulee englanninkielisistä sanoista Tungsten arc Inert Gas (volframi, inertti, kaasu) Suojakaasu (argon) suojaa hitsisulan lisäksi kuumaa elektrodin kärkeä hapettumiselta. (Lukkari 2001, 101)

TIG-hitsausta voidaan tehdä käyttäen lisäainetta tai myös ilman lisäainetta. Lisäaine syötetään käsinhitsauksessa toisella kädellä edestäpäin hitsisulaan. Mekanisoidussa hitsauksessa tuodaan lisäaine hitsisulaan lankakelalta langansyöttölaitteen avulla. TIG-hitsauksen etuja ovat mm. hyvä sulan ja tunkeuman hallinta. Ohuiden ainepaksuuksien hitsaus on mahdollista ilman lisäaineita. Hyvä valokaaren pintapuhdistuskyky on myös yksi TIG-hitsauksen eduista. (Lukkari 2001, 101)

Hitsausprosessi on kuonaton ja juoksutteeton, hitsin ulkonäkö, muoto ja tiiveys ovat hyviä. Roiskeita ei synny ja TIG-hitsaus on myös erittäin kätevä pienissä korjaushitsauksissa. Haittoja ovat pieni tuottavuus suurten railojen täyttämässä, sekä suhteellisen suuri lämmöntuonti ja siitä johtuvat muodonmuutokset. (Lukkari 2001, 102)

TIG-hitsausta käytetään paljon alumiinin hitsauksessa, vaikka MIG-hitsauksen käyttö on lisäainekulutuksella mitattuna aivan ylivoimainen. TIG-hitsaus on tärkeä ja korvaamaton prosessi, jota käytetään mm. ohuiden aineenpaksuuksien, lyhyiden hitsien ja putkien hitsauksessa sekä hitseissä, joissa tarvitaan erinomaisen hyvää ulkonäköä. Hitsattava aineenpaksuusalue on 0,5-10 mm. Suurempiakin aineenpaksuuksia voidaan hitsata, mutta tehontarve on silloin huomattava ja suuren railon täyttäminen hidasta. Aineenpaksuuden vaihdellessa TIG-hitsaaja voi käyttää lisäainetta harkinnan mukaan. (Lukkari 2001, 102)

TIG- tasavirralla hitsattaessa elektrodi on normaalisti kytketty –napaan ja ”maa” +napaan, koska silloin saadaan aikaan suurin tunkeuma työkappaleeseen ja pienin lämpömäärä elektrodiin. Tässä tapauksessa –napaan kohdistuu lämmöstä 30 % ja +napaan 70 %. Elektroodin virrankestävyys tässä tapauksessa on suuri ja elektrodit voivat olla suhteellisen ohuita. Alumiinin hitsauksessa tällä normaalitavalla valokaarella ei ole kuitenkaan tarvittavaa puhdistuskykyä. Jos elektrodi kytketään +napaan, niin valokaarella on hyvä puhdistuskyky, mutta suurin osa lämmöstä (70 %) kohdistuu elektrodiin. Tämä edellyttää hyvin paksuja elektrodeja, jotta ne kestävät. Tästä syystä alumiinin hitsauksessa yleensä käytetään vaihtovirtaa, jolla on riittävä puhdistuskyky aina joka toisen puolijakson aikana, ja lämpövaikutus ei ole liian suuri. Tosin tasavirtahitsauskin onnistuu –navassa, mikäli käytetään suojakaasuna heliumia, joka nostaa kaaritehon riittävän korkeaksi. (Lukkari 2001, 103)

## 4.8 MIG-hitsaus

Lyhenne MIG tulee englanninkielisistä sanoista Metal arc Inert Gas (metalli, inertti, kaasu). Sula metalli siirtyy langan kärjestä pieninä pisaroina valokaaren läpi hitsisulaan. Langansyöttölaite syöttää hitsauslankaa tasaisella nopeudella hitsauspistoolin kosketussuuttimen reiästä valokaareen. Hitsausvirta tulee virtajohdinta myöten hitsauspistoolin päässä olevaan kosketussuuttimeen, josta se siirtyy hitsauslankaan. Suojakaasu voi olla MIG/MAG-hitsauksessa inertti (reagoimaton) tai aktiivinen. Kun suojakaasu on inertti, niin prosessia

kutsutaan MIG-hitsaukseksi, ja kun sen on aktiivinen, niin prosessi on MAG-hitsaus. Terästen hitsaus on MAG-hitsausta, koska suojakaasuna on käytettävä aktiivista kaasua, erilaisia seoskaasuja (argon + hiilidioksidi tai argon + happi), jotta aineensiirtyminen ja valokaaren palaminen ovat vakaita. Alumiinin, kuten muidenkin ei-rautametallien hitsaus on MIG-hitsausta, koska on käytettävä inerttiä suojakaasua, argonia tai argonin ja heliumin seoskaasua. (Lukkari 2001, 119)

MIG-hitsaus on tehokas ja tuottava, sitä on helppo mekanisoida, se on kuonaton ja juoksuhteeton hitsausprosessi, sillä on hyvä valokaaren pintapuhdistuskyky ja hitsaus kaikissa asennoissa on mahdollista. Se on kuitenkin suhteellisen arka huokosille, ja siinä ei aina päästä kaikkien hitsauskohteiden luokse. MIG-hitsaus sopii lisäksi melko huonosti ohuiden aineiden hitsausmenetelmäksi. (Lukkari 2001, 119)

MIG-hitsauksen kuumakaaren käyttöalue alkaa noin 3 mm:n aineenpaksuudesta ylöspäin. Jos käytetään pulssihitsausta, alaraja on noin 1 mm. Pulssi-MIG-hitsauksen nopeus on 2-3 -kertainen TIG-hitsaukseen verrattuna ohuiden, alle 3 mm:n aineenpaksuuksien hitsauksessa, mikä merkitsee pienempää lämmöntuontia ja vastaavasti pienempiä muodonmuutoksia. Ylärajaa ei luonnollisestikaan ole. Pulssi MIG-hitsaus on syrjäyttänyt melko paljon juuri TIG-hitsausta ohuiden aineenpaksuuksien hitsauksessa. (Lukkari 2001, 120)

MIG-hitsaus soveltuu kaikkiin hitsausasentoihin, erityisesti pulssi-MIG-hitsaukseen. MIG-hitsausta on helppo mekanisoida ja automatisoida aina robotisoituun hitsaukseen saakka. Telakoilla käytetään hitsauspistoolin kuljettamiseen muun muassa pientä traktoria, joka kulkee levyjen päällä. MIG-hitsaus on herkempi huokosille kuin TIG-hitsaus. Yhtenä syynä ovat MIG-hitsauksessa käytettävät ohuet langat. Ohuen MIG-langan (esim. 1,2 mm) railoon tuoma pinta-ala on monikertainen verrattuna paksuun TIG-lankaan (esim. 3,0 mm). Langan pinnalla olevaan oksidikalvoon sisältyy vetyä, joka vapautuu hitsauksessa ja aiheuttaa huokosia. Toisena syynä mainittakoon se, että koska MIG-hitsauksessa kaaren läpi siirtyvien sulapisaroiden lämpötila on hyvin korkea ja pinta-ala hyvin suuri, edesauttaa



se vedyn liukenemistä. MIG-hitsausta voidaan käyttää paljon muun muassa alumiinilaivojen ja teräslaivojen alumiinisten kansirakenteiden, pienveneiden, säiliöautojen ja linja-autojen valmistuksessa. (Lukkari 2001, 120)

Tehokas tapa profiilien yhteenliittämiseen on kiinteä hitsausasema, johon sisältyy käsittelypöytä, levynreunakiinnittimet, hitsauslaitteisto ja juurituki. Se tehdään usein yhdeltä puolelta hitsauksena, mitä varten käytetään joko laitteistossa valmiina olevaa tai erillistä muotoiltua juuritukea. (Lukkari 2001, 121)

MIG/MAG-hitsauksessa käytetään tasavirtaa ja hitsauslanka (elektrodi) on kytkettynä +napaan riippumatta siitä, mitä metallia hitsataan. Tämän ansiosta alumiinin hitsauksessa valokaarella on luontaisesti hyvä oksidin pintapuhdistuskyky. Kuitenkin ennen hitsausta oksidikalvo on poistettava esimerkiksi harjaamalla. MIG-hitsauksessa aineen siirtyminen langan sulasta kärjestä tapahtuu pieninä pisaroina joko oikosulkusiirtymisenä, jolloin pisarat siirtyvät oikosulkujen kautta, tai suihkumaisena siirtymisenä, jolloin pisarat lentävät hyvin hienona pisarasumuna ilman oikosulkuja. Edelliseen aineensiirtymiseen kuuluvaa kaarityyppiä kutsutaan lyhytkaareksi, kun taas jälkimmäisen kaarityyppi on joko kuumakaari tai pulssikaari. (Lukkari 2001, 121)

#### **4.9 Muita alumiinin hitsausmenetelmiä**

Kaarihitsaus soveltuu hyvin pystyhitsaukseen, kuonahitsaus on erittäin tehokas pystyhitsausprosessi paksujen levyjen hitsaukseen. Soveltamista käytäntöön on hyvin vähän. Räjähdyshitsausta käytetään mm. telakoilla, kun joudutaan liittämään alumiinia teräkseen. Kehityksen tuloksena on tullut myös uusi menetelmä, nimeltään kitkahitsaus. Hitsaus tapahtuu pyörivällä työkalulla (FS-hitsaus). Tässä prosessissa perusaine ei ole sulassa olomuodossa vaan hitsaus tapahtuu ns. jähmeässä tilassa. Lisäksi on vielä sädehitsaus, joka korvaa sekä pistehitsausta, että MIG-hitsausta.

## 5 KONEET JA LAITTEET

### 5.1 Levyleikkuri

#### Levyleikkurin päätyypit

Levyleikkureita on käyttömekanismiltaan kahta päätyyppiä, hydraulisia ja mekaanisia. Leikkaustapahtuma on molemmissa samanlainen, erona on vain käyttömekanismi. Hydraulisisissa leikkureissa teräpalkki suorittaa leikkuuliikkeen hydraulisylintereiden avulla. Mekaanisissa leikkureissa teräpalkki saa ylösalas -liikkeen sähkömoottorin pyörittämästä kampikoneistosta. (Kärnä ym. 1986, 107)

#### Toimintaperiaate

Leikattava levy työnnetään leikkurin kitaan takavastinta vasten. Painetaan jalkapolkimesta, jolloin ohjausventtiili päästää öljynpaineen hydraulisylintereihin ja levypidin puristaa levyn pöytää vasten. Terät leikkaavat levyn ja teräpalkki palaa leikkuun suoritettua yläasentoonsa. (Kärnä ym. 1986, 108)

#### Leikkausarvot

Terävällys on normaalisti n.10 % levyn vahvuudesta. Esim. 10 mm:n vahvuisen levyn leikkauksessa välyys on n.1,0 mm. Terävällys on erittäin merkittävä paksujen levyjen leikkauksessa, jolloin liian pientä välystä käytettäessä leikkuuvoima kasvaa hyvin suureksi ja leikkuujäljestä ei tule hyvä. Ohuita liuskoja leikattaessa kitakulma säädetään mahdollisimman pieneksi niiden vääntymisen välttämiseksi. Vastaavasti taas paksuja levyjä leikattaessa kitakulma on maksimissaan. Tärkein leikkurin varuste on takavaste, jota vasten suurin osa leikkauksista tapahtuu. Tämä leikkurin pituinen vaste liikkuu johteissa yleensä sähkömoottorin vetämänä. Pienissä mekaanisissa leikkureissa vaste on käsikäyttöinen ja sitä säädetään mekaanisesti käsipyörän avulla. Kun leikataan pitempiä levyjä, kuin vasteen ääriasento edellyttää, nousee vaste ylös taka-asennossaan. Tarkoissa leikkauksissa on takavaste säädettävä vastaamaan näyttölaitteen lukemaa. Koneen pöydällä oleva sivuvaste, joka on varustettu mitta-asteikolla, ilmoittaa

etäisyyden terästä. Lukittavat vastenokat mahdollistavat leikkaamisen tätä asteikkoa hyväksi käyttäen. (Kärnä ym. 1986, 109)

### **Työturvallisuus**

Levyleikkuri on työturvallisuuden kannalta vaarallinen kone, ellei käyttöohjeita noudateta ja ellei leikkuri ole rakenteeltaan määräyksien mukainen.

Käsivahinkoja voi sattua, jos sormet joutuvat terien väliin tai levynpainimen alle leikkuuliikkeen aikana. Levyleikkurin on oltava työsuojeluhallituksen hyväksymää tyyppiä. Käsivahinkojen estämiseksi on leikkuri varustettava jollain seuraavista suojaamista: sormisuojaus, valoverho tai kaksinkäsin laukaisulaite. (Kärnä ym. 1986, 110)

## **5.2 Kulmahiomakone**

Kulmahiomakone on yleinen ja käyttökelpoinen levysepän käyttämä työkalu monentyyppisiin leikkauksiin. Leikkaaminen tapahtuu kulmahiomakoneeseen kiinnitetyn 1-3 mm paksuisen ja halkaisijaltaan 60-230 mm lasikuituvahvisteisen katkaisulaikan avulla. Yleisimmin käytettyjä koneita ovat suora paineilmalla toimiva hiomakone Ø 60-125 mm:n laikoille, tai sähköllä toimiva kulmahiomakone Ø 100-230 mm:n laikoille. (Kärnä ym. 1986, 129)

### **Hiominen ja hiomalaikat**

Hiominen tapahtuu hiomalaikalla, jossa sitkeään sideaineeseen on lajiteltu tasaisesti hiomajyviä. Terävät ja erittäin kovat hiomajyvät kaapivat pieniä lastuja hiottavasta aineesta. Kun hiomajyvät tylsyvät, ne kuumenevat ja irtoavat sideaineesta. Uusia, teräviä hiomajyviä paljastuu tilalle. Ilmiötä kutsutaan itseteroittumiseksi, ja siihen perustuu hiomalaikkojen toiminta. Hiomamateriaaleja on hyvin monenlaisia eri käyttötarkoitusta varten. Hiomalaikat on varustettava molemmiin puolin esitekortilla, jossa esitetään seuraavat tiedot: valmistaja, suurin sallittu kehänopeus, laikan päämitat, laatumerkintä ja mahdolliset käyttörajoitukset esim. ei käsivaraiseen hiontaan, ei märkähiontaan. Oikean hiomalaikan valinta kohteeseen on hionnan keskeisiä asioita, joten tarkastelemme laikkojen laatumerkintöjä. Merkinnät ovat standardoituja ja useimmat valmistajat käyttävät niitä. Esim. 37 C 36 – JV

(alumiinille). Hioma-aine C, hioma-aineen tunnus piikarbidi. Karkeusmerkintä 36 ilmoittaa lajittelussa käytetyn seulan silmälukumäärää pituustuuman matkalle. Numeron lisäksi käytetään ilmaisuja karkea (8-24), keskikarkea (30-6), hieno (70-180), erittäin hieno (220-600). (Keinänen ym. 1988, 166)

Valinnassa määrääviä tekijöitä ovat aineenpoistonopeus, hiottavan aineen kovuus ja kosketuspinnan koko. Sideaine J ilmoittaa hiomalaikan sideaineen kovuuden, joka kuvaa sitä voimaa, jolla sideaine sitoo hiomajyvät itseensä. Kovuudesta käytetään ilmaisuja pehmeä, keskikova ja kova. V ilmoittaa sideaineen muunnoksen, yleisiä ovat V keraaminen sideaine, B bakeliitti ja R kumi. (Keinänen ym. 1988, 166)

### 5.3 Plasmaleikkauskone

Plasmalla tarkoitetaan korkeaan lämpötilaan kuumennettua dissosioitunutta ja ionisoitunutta sähköä johtavaa kaasua, joka muodostuu erillisistä molekyyleistä, atomeista, ioneista ja elektroneista. Plasman tehtävänä plasmaleikkauksessa on perusaineen sulatus ja leikkaus. (Aga 10.11.2008)

Plasmaleikkaus on sulatusleikkausta, jossa kuumen plasmakaaren energiaa hyväksi käyttäen sulatetaan leikattavaan kappaleeseen railo. Plasmaleikkaus eroaa polttoleikkauksesta, jossa leikattava materiaali palaa prosessiin syötettävässä kaasussa, hapessa. (Aga 10.11.2008)

Plasman tuottamiseen tarvitaan kaasua ja energiaa sekä plasmapolttin. Plasmakaasu ionisoituu suuttimessa, eli tulee sähköä johtavaksi. Metallien leikkauksessa energianlähteenä käytetään sähköistä valokaarta (tasavirtalähde), joka palaa elektrodin ja työkappaleen välillä. Jotta valokaaren ja plasman yhdessä tuottama lämpöenergia saadaan siirrettyä mahdollisimman keskitetysti työkappaleeseen, käytetään pienireikäistä suutinta. Plasmasuihkua voidaan tehostaa edelleen esim. ympäröimällä plasmakaari toisella kaasuvirtauksella tai vesisuihkulla. Usein plasmaleikkaus suoritetaan veden alla käyttämällä esim. vesiallasta. Vettä käyttäen voidaan suojata ympäristöä leikkauksen aiheuttamalta melulta, säteilyltä ja

hengitysilman epäpuhtauksilta. Plasmaleikkausta käytetään runsaasti seostetuilla teräksillä, ruostumattomilla ja haponkestävillä teräksillä, kuparilla ja alumiinilla. Plasmakaasuina käytetään argonia, vetyä, typpeä ja niiden seoksia sekä paineilmaa, että happea. (Aga 10.11.2008)

## 5.4 Särmäyspuristin

CNC-ohjelmoitavissa särmäyspuristimissa särmäysparametrit perustuvat annettuihin kappale- ja raaka-aine tietoihin. Särmäävä liike saadaan aikaa hydraulisylintereiden avulla. Asetus ja ohjauslaitteiden avulla levy saadaan oikealle etäisyydelle (etu/takavaste). Asetteluihin vaikuttaa haluttu särmäyskulma, käytettävät työkalut ja raaka-aine. Koneen käyttövoima säädetään levynpaksuuden mukaan. Särmäyspuristimen työkalut ovat painin ja vastin. Hydraulisissa puristimissa voi liikkua joko ylä- tai alapalkki. Yläpalkkisissa koneissa työ- ja paluuliike saadaan aikaan hydraulilla, kun alatoimisissa paluuliike perustuu painovoimaan. Palkin valintaan vaikuttavat särmättävä muoto, raaka-aineen laatu ja levyn vahvuus. Yleisesti käytetty ylätyökalun muoto on joutsenkaula, sen kuormitettavuus riittää särmättäessä 90:een asteeseen. Yli 6 mm:n paksuuksilla ja suurempi tehoisissa puristimissa käytetään suoria ylätyökaluja. Ylätyökalun kärjen pyöristyssäde on isompi paksummilla levyillä. Alumiinia särmättäessä levyn valssaussuunnalla on merkitystä, jos taivutetaan yli 90 asteen kulmia. Alatyökalun valintaan vaikuttavia seikkoja ovat käytettävä ylätyökalu, materiaalin vahvuus ja laatu. (Lepola ym. 1998, 380-382)

## 6 OPETTAJIEN OMA OSAAMINEN

Olemme kaikki tähän hankkeeseen osallistuvat opettajat koulutukseltamme insinöörejä. Työkokemusta on kertynyt vuosien varrella veneiden suunnittelusta, veneenrakentamisesta ja työnjohtotehtävistä metalliteollisuudessa. Kaikilla on lisäksi kokemusta kone- ja metallitekniikan sekä puutyölinjan opettamisesta ammatillisessa oppilaitoksessa useamman

vuoden ajalta. Kehittämishankkeen aihetta miettiessämme alumiinihitsauksen opetuksen kehittäminen tuntui luontevalta valinnalta.

## 7 OPETUSSUUNNITELMAN PAINOTUKSET

Nykyistä opetussuunnitelmaa (Liite 1) ei sinänsä tarvitse muuttaa.

Opintokokonaisuuteen alumiinin ja ruostumattoman teräksen levy- hitsaustyöt on sisällytetty jo aiemminkin samantyyppistä sisältöä, mutta on nähty tarpeelliseksi muuttaa opintojakson painotusta alihankintaan soveltuvaksi.

Kaikki tarvittava arviointiaineisto alumiinihitsauksen kehittämiseen löytyy jo olemassa olevasta aineistosta. Osaamistaso muuttuu vaativammaksi, niin että alihankintahitsausta opiskellaan arviointikriteerien H3, H4 ja K5 perusteella.

Tämä siksi, että alihankintahitsauksen vaatimustaso edellyttää vähintäänkin näiden tasoista osaamista, koska on vastattava tuotteiden laatuvaatimuksiin.

### **Kone- ja metallialan opetussuunnitelman opintokokonaisuuden alumiinin ja ruostumattoman teräksen levy- ja hitsaustyöt uudet painotukset**

Painotukset ilmenevät lihavoituna tekstissä.

#### **Tavoitteet**

Opintokokonaisuuden yleistavoitteena:

- ***Alumiinin ja ruostumattoman teräksen hitsaustaito***
- Opiskelijan tulee osata kaikissa työvaiheissa huolehtia työturvallisuudesta ja henkilökohtaisista suojarusteistaan.
- Hänen on osattava tehdä raskaiden kappaleiden ja suurien levyjen ja muototeräksien nostoja ja siirtoja turvallisesti.

#### **Opiskelutavat**

Työsali-, teoriatuokkaopetus ja työssäoppiminen.

## **Oppimateriaali**

Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat harjoitustehtävät.

## **Arvioinnin toteutus**

Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettut lähiopiskelutehtävät, harjoitustyöt ja kokeet.

## **Arviointikriteerit**

Opetushallituksen määrittelemät opetussuunnitelman perusteet:

[www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf](http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf)

Kansallinen näyttöaineisto:

[db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone\\_ ja \\_metalli.doc](http://db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ ja _metalli.doc)

## **Tyydyttävä T1**

Opiskelijan on :

- osattava tehdä levy- ja muototerästöiden perustyömenetelmät
- osattava levy- ja teräsrakennetöiden kokoonpanohitsauksen perusteet
- osattava levyjen ja muototerästen katkaisu ja muotoilu
- huolehdittava työturvallisuudesta kaikissa työvaiheissa
- osattava hitsata alumiinia MIG-hitsausprosessilla
- osattava hitsata ruostumatonta terästä MIG-prosessilla
- osattava peitata ruostumaton hitsisauma.

## **Tyydyttävä T2**

Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.

### Hyvä H3

Opiskelijan on :

- **osattava hitsata alumiinia MIG/TIG-hitsausprosessilla**
- osattava hitsata ruostumatonta terästä MIG/ TIG-prosessilla.

### Hyvä H4

**Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.**

### Kiitettävä K5

**Edellisten lisäksi opiskelija:**

- **osaa tehdä mahdollisia teräsrakenteiden muotoilu-, taivutus- ja oikaisutöitä**
- **osaa hitsata kokoonpanohitsauksia**
- **pystyy itsenäisesti tekemään levytyökoneisiin tarvittavat asetukset ja säädöt**
- **osaa tehdä kokoonpanun rakenteen mitta-, muoto- ja sijaintivaatimusten tarkastusmittaukset**
- **osaa tehdä itsenäisesti hitsausarvojen valinnan.**

Edellä mainitut arviointikriteerit on otettu Ähtärin ammatti-instituutin Kone- ja metallialan opetussuunnitelmasta. (Ähtärin ammatti-instituutti 10.11.2008)

Tätä samaa logiikkaa voidaan suoraan käyttää Ähtärin ammatti-instituutin muillakin osastoilla soveltaen. Parhaiten tätä kyseistä mallia voidaan hyödyntää lähinnä puualalla. Näiden teknisten alojen samankaltaisuus näyttäytyy teollisissa prosesseissa. Esim. puualan alihankintakomponentin valmistus on samantyyppistä kuin metallialan alumiiniosien valmistus.



## 8 PEDAGOGISIA PERIAATTEITA

### Oppimiskäsitys

Opetus tulee pitkälti mukailemaan konstruktivismista paradigmaa. Siinähan oppiminen nähdään aktiivisena tiedon rakentamisen prosessina. Konstruktivismin keskeisenä ajatuksena on, että tieto ei siirry vaan oppija rakentaa sen itse uudelleen. Siksi sama asia voidaan käsittää ja tulkita monella eri tavalla. Oppijan omat aikaisemmat tiedot, käsitykset ja kokemukset opittavasta asiasta säätelevät hyvin paljon sitä, mitä hän asiasta havaitsee ja miten hän asiaa tulkitsee. Oppiminen liittyy toimintaan ja palvelee toimintaa. Olennaista on, että oppijassa heräävät omiksi koetut, opittavaan asiaan liittyvät kysymykset, oma kokeilu, ongelmanratkaisu ja ymmärtäminen. Oppiminen on oppijan oman toiminnan tulosta. Tätä toimintaa ohjaa sen tavoite, ja tavoitetta ohjaavat oppimisen kriteerit – mutta oppimista säätelee se, mitä oppija tekee. Sosiaalisella vuorovaikutuksella katsotaan olevan merkittävä vaikutus oppimiseen. Oppimisympäristössämme meillä on jatkuva sosiaalinen vuorovaikutustilanne. Oppimiskäsitys laajeneekin yksilön keskittyvästä näkökulmasta suurempaan vaikutuspiiriin. Opettajan rooli on myös selvästi luonteeltaan ”pehmeämpi” kuin oppimiskäsitysten aiemmissa kehitysvaiheissa, mutta vaatii enemmän ammattitaitoa.

### Taidot opitaan tekemällä

Käytännön ammattitaidon kokonaisuus muodostuu monista tekijöistä, esimerkiksi tietämisen erilaisista taidoista. Taitojen kehittyminen tapahtuu paljolti tekemällä käytännön työtä sen jälkeen kun perusteet on opittu. Koulutuksen aikana on mahdollista oppia ammatissa tarvittavien taitojen perusteita monipuolisesti, kun taas joutuisa työskentely, työrutiinit ja työkuulttuuri opitaan usein vasta työpaikalla. (Salakari 2007, 7)

Ammatillisen opettajan työssä taitojen opettaminen on keskeisessä asemassa. Jos opettaja tietää millainen käytännön työtaitojen oppimisprosessi on, sekä mitkä tekijät edistävät oppimista, hänen on helpompi luoda oppimiselle otolliset olosuhteet. Opettajan on hyödyllistä tuntea se, millä tavoin hän voi toimia erilaisissa tilanteissa niin, että oppijan taidot kehittyvät. Kuhunkin tilanteeseen sopivia opetusmenetelmien ja oppimisympäristöjen

avulla, mm. monipuolisen ja tarkoituksenmukaisten oppimisympäristöjen tai uuden oppimisteknologian avulla oppimista voidaan tehostaa. (Salakari 2007, 7)

Käytännön taitoja opitaan vain tekemällä. Niitä ei voi oppia lukemalla tai pelkästään katsomalla. Monia työtaitoja voidaan myös hankkia itse tekemällä, mutta silloin yrityksen ja erehdyksen kautta oppimisen osuus korostuu ja oppiminen vie enemmän aikaa. Kun käytännön taitoja opitaan tekemällä, ammattitaitoisen ja kokeneen henkilön opastamana, oppiminen nopeutuu. Tarvitaan kumpaakin, sekä itse tekemistä että ohjausta. (Salakari 2007, 7)

### **Miten opimme parhaiten käytännön työtehtävissä tarvittavia taitoja?**

Metallinkäsittelytaitojen, esimerkiksi hitsauksen, oppiminen tapahtuu paljolti mallioppimisen kautta. Engeström on todennut mallioppimisesta, että siinä oppija omaksuu tietyn käyttäytymismallin jäljittelemällä esikuvaa. Se saattaa olla erittäin tehokasta. Siihen pätevät samat rajoitukset kuin yleensä ehdollistumiseen. Jätetään käyttämättä ihmiselle ominaisia voimavaroja, kuten tietoisuutta, tahtoa, kyvyn asettaa tavoitteita ja määrätietoisen ponnistelun niiden saavuttamiseksi. Mallioppiminen saattaa olla kokonaisvaltaisempaa kuin tavanomainen ehdollistuminen, mutta opitulla ei kuitenkaan ole laajaa sovellettavuutta. (Engeström 1996, 23)

Yhtenä mahdollisena lähestymistapana voidaan käyttää kognitiivista oppipoikamallia. Aluksi oppijaa ohjataan kädestä pitäen, mutta sen jälkeen vastuunantoa oppijalle lisätään nopeasti. Pyritään lisäämään oppijan omaa ajattelua. Vastuun lisääminen auttaa oppijaa kehittämään taitojaan. Alussa oppija havainnoi koko suoritusta, eikä vain yhtä vaihetta esim. hitsauksen aloitusta. Tällöin oppijalle muodostuu ajattelumalli käsiteltävästä asiasta. Opettaja voi tuoda esille ammattilaisten niksejä. Tämän jälkeen oppija luonnostaan jo arvioi omaa työtään ja yrittää löytää parannettavaa. Tuntuman työhön lisääntyessä voidaan siirtyä vaikeimpiin työvaiheisiin. Kehittymisen myötä voidaan ohjausta vähentää. Oppijan tietoisuus asiassa lisääntyy sellaiseksi, että hän kykenee myöhemmin näkemään esimerkiksi uudessa alihankintatyössä työvaiheita, joita hän on aiemmin oppinut.

Taitoja opetettaessa opetus voi aluksi olla hyvin opettajakeskeistä, mutta vähitellen oppijan roolista tulee yhä keskeisempi. Oppija ottaa lisääntyvästi vastuuta työtehtävistä ja opettajan rooli muuttuu kohti tutorin roolia. Myöhemmin opettaja auttaa vain tarvittaessa. Koulutusta suunniteltaessa tai toteutettaessa voidaan soveltaa hyväksi koettujen taitojen opetuksen menetelmiä ja periaatteita, joiden tiedetään edistävän oppimista. Opetus on prosessi, jolla parhaalla mahdollisella tavalla tuetaan oppimista. Oppimisen ydin on tekemisessä, siksi opetuksen tiedollinen osuus tulee rakentaa tekemisen varaan; harjoitustöiden tai projektien varaan. Oppijan tiedon hankinnan tulee tukea ydinprosessia, tehtävää työtä. Monessa tapauksessa työn tekeminen voidaan aloittaa jo varsin vähäisen perustiedon varassa siten, että oppija hakee jatkuvasti lisää tietoa tarpeen mukaan ja soveltaa sitä sitten jatkuvasti työssään. (Salakari 2007, 8)

Taitojen oppiminen voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen. Koulutuksen ensimmäisessä vaiheessa, jossa opitaan työn periaatteita voidaan soveltaa taitojen opetuksen menetelmiä. Uusissa menetelmissä otetaan huomioon paitsi oppimiseen liittyvät kognitiiviset tekijät niin myös motivaatioon ja emootioihin liittyvät seikat. Kun perusteet on opittu, opittuja taitoja harjoitellaan oppimisen toisessa vaiheessa kiinnittämällä ne jatkuvaksi toiminnaksi. Opettajan rooli on olla tässä vaiheessa entistä enemmän taka-alalla, kuitenkin opettaja voi antaa palautetta tehdystä työstä, rohkaista ja auttaa tarvittaessa. Oppimistehtävien tulee olla motivoivia ja sopivan haastavia, ei liian vaikeita, mutta ei myöskään liian helppoja. Kolmannessa vaiheessa oppija parantaa taitavuuttaan, työskentelyn nopeuttaan, työnsä laatua sekä opitun yleistettävyyttä, sitä millä tavoin hän kykenee soveltamaan oppimaansa uusissa tilanteissa. Ensimmäinen ja mahdollisesti toinenkin vaihe tapahtuu oppilaitoksessa, mutta kolmas vaihe toteutuu usein työssäoppimispaikassa, jossa oppija saa palautetta työpaikkaohjaajalta. Työtä tehdään usein kokeneemman ammattilaisen kanssa, jolloin ohjausta saadaan tarvittaessa häneltä. Oppimisen kannalta on olennaisen tärkeää, että oppijalle annetaan hänen taitojensa lisääntyessä jatkuvasti lisää vastuuta työstä ja tavoitteiden saavuttamisesta. (Salakari 2007, 9)

Opetus tulee järjestää siten, että oppiminen on tehokasta, ja oppimistavoitteet tulevat saavutetuiksi. Oppimistuloksia parantavat mm. oppijan aktiivinen toiminta, tekemällä oppiminen, oikeiden töiden tekeminen harjoitustöinä, tai kun tämä ei ole aina mahdollista, oppimistehtävien sitominen reaalimaailman tehtäviin. Oppijan tulee ottaa vastuuta omasta oppimisestaan ja arvioitava ja tarkasteltava omaa oppimistaan ja työnsä tuloksia.

### **Taitojen oppiminen**

Motorisia taitoja voi harjoitella vain kokeilemalla, yrityksen ja erehdyksen kautta. Hitsauksessa tarvitaan juuri tällaista taitoa. Sitä on vain harjoiteltava niin kauan, että motorinen suoritus kehittyy vaatimukset täyttäväksi.

Oppiminen varsinkin alussa perustuu malleista oppimiseen. Mallia on voinut antaa opettaja tai joku muu henkilö. Mallia voi saada myös työpaikkavierailuista, joissa opiskelijat tekevät havaintoja ammattilaisten suorituksista. Alkuvaiheen jälkeen tulee suurempi tarve reflektoida omaa työtään. Kuinka voisin toimia paremmin, mitä virheitä tein. Ajattelulla pyritään parantamaan työsuoritusta. Pelkkä ajattelu ei kuitenkaan paranna tulosta, vaan riittävä työn toistaminen tuo tulosta.

## **9 ERITYISOPISKELIJAT**

### **Erityistä tukea tarvitsevien opetus**

Koulumme opiskelijaryhmissä on opiskelijoita, jotka tarvitsevat erityistä tukea opintojensa eteenpäin viemiseksi. Meidän tulee pystyä palvelemaan hyvin kaikkia koulutettavia. Tällöin täytyy ottaa huomioon yksilölliset kasvatukselliset tarpeet ja edellytykset. Erityistä tukea tarvitsevien opiskelijoiden sijoittuminen ryhmiin on yleisestikin Suomessa johtunut erityisopetuksen vaikutuksia koskevien tutkimustuloksien ja toisaalta muutoksista, joita on tapahtunut oppimista, opiskelijoiden erilaisuutta ja yksilön tasa-arvoa koskevissa käsityksissä.

Koska erillisellä erityisopetuksella on todettu olevan kielteisiä ja leimaavia vaikutuksia koulutuksessa, on tässäkin tapauksessa pyrittävä mahdollisimman lähelle integraatioihannetta. Tarjotaan tasa-arvoiset

mahdollisuudet sekä mahdollisuus olla arvostettu ympäristössään. Tilannetta ei ajatella siltä kannalta, mitä pitäisi tehdä joillekin erityisopetusta tarvitseville opiskelijoille, vaan siihen, mitä pitäisi tehdä kasvatusympäristössä yhteenkuuluvuuden lisäämiseksi.

Kahden opettaja–mallin mukainen opetusjärjestely on varsin toimiva ratkaisu alumiinihitsauksen opintojakson opetusjärjestelynä. Varsinaisen opettajan hoitaessa normaalia opetustyötään, voi erityisopettajana toimiva henkilö ohjata samanaikaisesti erityistä tukea tarvitsevia. Opiskelijan osaamisen perusteella voi hitsaustehtävä olla vaativuudeltaan eritasoinen. Tämä koskee sekä normaali että erityisopiskelijoita. Mikäli on saatavilla erivaikeusasteisia hitsaustöitä, voidaan niitä antaa opiskelijoiden tehtäviksi heidän osaamisensa perusteella. Kehittyminen hitsaustyössä voi johtaa haastavampien hitsaustöiden suorittamiseen.

## **10 ALIHANKINTAVERKOSTON LUOMINEN**

Ähtärin ammatti-instituutti tarjoaa ammattitaitoista alumiinin alihankintahitsausta. Toimialueena on Ähtäri ja lähikunnat.

Ensimmäinen askel on yhteistyöyrittysten kartoitus, joka aloitettiin jo 2008 vuoden alusta ja nyt marraskuussa 2008 se on saatu päätökseen.

Yhteistyöyritykset, jotka mahdollisesti lähtevät hankkeeseen mukaan ovat seuraavat :

- Finncont Oy, Virrat
- Rintamäki N & L, Alavus
- Jarte Steel Oy, Töysä
- Masa metalli, Töysä
- Rinne Tapani, Töysä
- Fiskars Oy Inhan tehtaot (Buster), Ähtäri
- Levytyö Kauttu, Ähtäri
- Nelimetalli Oy, Ähtäri
- Silver veneet Oy, Ähtäri
- Tankki Oy, Ähtäri

Kartoitus aloitettiin jo 2008 vuoden alusta ja joitain pieniä sarjoja hitsattiin jo silloin. Levytyö Kautulta oli esim. Silver-veneiden polttoainetankkeja ja Jarte Steeliltä veneiden pohjan jäykisteitä sekä Nelimetallilta sivulaitojen osia. Kävi kuitenkin niin, että taantuma alkoi jo näkymään keväällä 2008 ja lomautukset alkoivat useissa yrityksissä, joten emme päässeet etenemään alihankintakuvion rakentamisessa niin kuin olimme kuvitelleet. Yrityksillä ei ole antaa alihankintahitsausta ulospäin tällä hetkellä.

Keskusteluja on kuitenkin käyty kyseisten yritysten kanssa jatkotoimenpiteistä. Lomautukset jatkuvat kevääseen 2009, jonka jälkeen aloitamme uudelleen neuvottelut alihankinta kuvion käynnistämistä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että seuraavat mahdolliset alihankintahitsaustyöt aloitamme 2009 syksyllä kun koulu taas alkaa.

Jos kuitenkin "lama" vielä silloinkin jatkuu eikä alihankinta työtä ole vielääkään mahdollista saada, niin kehittämishanketyö on siitä huolimatta erittäin käyttökelpoinen työkalu ottaa käyttöön koska tahansa.

### **Toimintatavat, sopimukset**

Yrityksen yhteistyöhenkilö ja alihankintahitsauksesta vastaava opettaja sopivat toimintatavasta aina tapauskohtaisesti.

### **Markkinointi**

Markkinoinnista vastaa opinto-ohjaaja ja metallialan opettajat lähinnä työssäoppimis valvontakäyntien yhteydessä. Myöhemmin hankeen edistyttyä voidaan käyttää markkinoinnin apuna esim. lehti ilmoituksia.

### **Vakuutukset**

Ähtärin ammatti-instituutilla on voimassa oleva vastuuvakuutus.

### **Koulun konekanta**

Koulun koneet ja laitteet ovat nykyaikaisia ja niillä voidaan valmistaa kaikkia kyseisten yritysten alihankintatuotteita. Koska jotkut yritykset edellyttävät, että ensin osat on leikattava, särmättävä, porattava ym. ennen kuin voidaan aloittaa itse alihankintahitsaus. Tähänkin on metalliosastolla valmiudet, mutta

lähtökohtana kuitenkin on, että pääsääntöisesti alihankinta kuvion ydin ajatus on alihankintahitsaus.

### **Materiaalit**

Lähtökohtana on, että materiaali tulee yleensä tilaajalta. Sovittaessa tästä voidaan poiketa ja koulu tilaa materiaalin ennen työn suorittamista.

### **Sarjakoot, yksittäiset tuotteet, protojen aikataulu**

Pääsääntöisesti pyritään pieniin sarjakokoihin, koska on kyse kuitenkin samalla opetuksesta eikä urakoinnista. Yksittäisten ja proto (mallityöt) kappaleiden aikatauluista sovitaan aina tapauskohtaisesti.

### **Kuljetukset**

Kuljetuksissa pyritään siihen, että tilaaja huolehtii aihiot koululle ja hakee valmiit tuotteet niiden valmistuttua.

### **Salassapito**

Salassapitovelvollisuuteen ei voi sitoutua, koska kyse on opiskelijoista. Opiskelijoilta ei voi vaatia salassapitovelvollisuutta, eikä se ole käytännössä mahdollistakaan.

### **Työkalut**

Joissain hitsauksissa tarvitaan ”jigejä” tai muita työkaluja. Ne tulevat tilaajalta ja ovat tilaajan omaisuutta. Jos ne rikkoontuvat alihankintatyössä, koulu on velvollinen korjaamaan tai korvaamaan kyseiset työkalut.

# 11 ALUMIINIOSIEN HITSUKSEN OPETUKSEN TOTEUTUS

Ähtärin ammatti-instituutissa on kiinnitetty erityisesti huomio kirkkaiden metallien, kuten ruostumattoman ja etenkin alumiinin hitsaukseen, koska veneyritykset tarvitsevat ammattitaitoisia alumiiniosajia.

Opetusta on viety eteenpäin harjoituskappaleiden hitsauksien parissa. Myös pienimuotoisia alumiinirakennelmia on valmistettu. Hitsaajan pätevyyskokeet ovat myös opetusohjelmassa. Ne suoritetaan ammattiosaamisen näyttönä. Uutena projektina on ollut ison alumiiniveneen rakentaminen joka valmistui n. 2 vuotta sitten. Tämä edellä mainittu projekti oli uusi aluevaltaus koulumme hitsauksen opetuksessa. Tämän jälkeen on rakennuttu yli 10 kpl pienempiä alumiiniveneitä. Nämä molemmat projektit ovat aikaansaaneet alumiinihitsauksen opetuksen ihan uusille urille.

Nyt toisen luokan opiskelijat alkavat hitsaamaan näitä pienimuotoisia hitsausharjoituksia, kun taas kolmannen luokan opiskelijat tekevät näitä edellä mainittuja vene-projekteja. Näin alumiinihitsauksen opetus saadaan vietyä todella jouheasti eteenpäin koko metalliosastolla.

Alihankintahitsauksen opetus on jatkoa koko alumiini-projektille, jonka idea tuli Ähtärin veneyrityksiltä.

Alihankintahitsauksen opetus ei poikkea siitä opetuksesta mitä me olemme jo vieneet eteenpäin. Ainostaan hitsauksien laatuvaatimukset tulevat näyttelemään suurta osaa alumiiniosien valmistuksessa. Esimerkiksi veneiden polttoainetankkien hitsauksessa on kiinnitettävä suurta huomiota tankkien tiiviyyteen, eli ne on koeponnistettava ennen kuin ne luovutetaan päähankkijalle. Koeponnistus on uusi työvaihe, joka on myös opetuksen kannalta uusi asia.

Näin eri vaiheet veneenrakennusteollisuudessa tulevat tutuiksi veneen osien valmistuksen osalta. Opiskelijat ovat näin ollen huomattavasti valmiimpia menemään töihin kyseisiin vene-yrityksiin sitten, kun opiskelut saadaan päätökseen.



Tässä on nyt pääsääntöisesti käsitelty veneyrityksiä ja niille suunnattuja alihankintatöitä. Muiden yritysten kanssa aloitetaan neuvottelut alihankinta töistä keväällä 2008.

Työprosessi ei poikkea juuri siitä, mitä veneyritysten kanssa on neuvoteltu, eli samaa toimintamallia voidaan käyttää myös muissa yrityksissä.

## 12 POHDINTA

Alussa työn tarkoituksen ja eri ammattialoin laajennetun työn perusteleminen oli tekijäryhmän jäsenten välisen pohdinnan alaisena hyvinkin pitkään. Kouluttajamme rohkaisemina kuitenkin ymmärretyksi tuli se seikka, ettei tässä työssä ole kyse vain yksittäisen ammattialan opetuksen kehittämisestä, vaan tässä työssä aikaansaatu alihankintamalli on toteutettavissa muillakin aloilla. Kouluttajamme ilmaisu ”Mind over material” onkin hyvin liitettävissä tähän työhön.

Opettajankoulutuksemme sisältöön on kuulunut perehtymistä pedagogiikan, opiskelijatuntemuksen ja arvioinnin aihealueisiin. Näistä on ollut hyötyä tämän työn kokoamiseksi. Kehityshanketta on myös viitoittanut tekijöiden ammattiantuntemus ja kokemukset. Koska tämä työ kytkeytyy suoraan käytännön opetustoimintaan, on ollut tarkastelun alle asetettava useita käytäntöön läheisesti liittyviä asioita. Näitä ovat olleet muun muassa työelämän näyttäytyminen opetuksessa, alihankintatoiminnan rakentuminen ja erilaisten opiskelijoiden huomioiminen.

Tärkeänä tavoitteena on opiskelijoiden ammattitaidon kehittyminen. Lisääntyvän elinkeinoyhteistyön myötä ala näyttäytyy laajemmin opiskelijoille. Alihankintatyössä opiskelijat motivoituvat paremmin, koska he pääsevät lähemmäksi ammattitöitä. Yhtenä isona haasteena koimme erityistä tukea tarvitsevien opiskelijoiden osaamisen näyttäytymisen alihankintatyössä. Alihankintatyöt ovat todellisia yritysten tuotteita, jolla on olemassa tietyt laatuvaatimukset. Näissä vaatimuksissa on pysyttävä myös oppilaitostyössä. Alihankintatyöt ovat kuitenkin vaatimustasoltaan alan opetussuunnitelmaan

sisältyviä. Erityistä tukea tarvitsevat opiskelijat tulee huomioida opetuksessa, mutta siitä ei tule tehdä kaavamaista toimintaa esimerkiksi laskemalla vaatimustasoa. Tällaisen opiskelijan vaikeuden tunteminen on tiedostettava ja yritettävä tukea häntä suoriutumaan samanlaisesta tehtävästä kuin normaaliopiskelija. Voihan olla, että opiskelijan jonkin osa-alueen heikkous ei näyttäydy tässä vaiheessa.

Tämän työn myötä luotiin kontakteja alueen elinkeinoelämään. Koulutus etenee tämän ansiosta kohti lähemmäs elinkeinoelämää, joka on tänä päivänä varsin merkittävä tavoite. Tulevaisuudessa yhteistyön syventyminen on todennäköistä jo koulutuspoliittisten ratkaisujen valossa. Alueen yritykset saavat alumiinihitsauksen osaajia heidän tarpeisiinsa.

Työn myötä on tapahtunut oppilaitoksessa alojen lähentymistä yhteistyön vuoksi. Erilaiset näkemykset ovat rikastuttaneet käsityksiä opettajantyössä. Yhteistyöstä on jäänyt myönteinen vaikutelma.

Nykyisen taloudellisen taantuman johdosta alihankintakuvion toteuttaminen käytännössä on tällä hetkellä vaikeutunut, koska yrityksillä ei ole tarjota alihankintahitsausta. Tilanteen korjautuessa samalle tasolle, kuin se oli tämän kehittämishankkeen aloitusvaiheessa, voidaan tämä alihankintamalli ottaa käyttöön.

## LÄHTEET

<http://www.aga.fi> 10.11.2008.

Engeström, Y. 1996. Perustietoa opetuksesta. Helsinki: Edita.

Erityisopetussuunnitelma. 2007. Ähtärin ammatti-instituutti.

Kärnä, T., Lammassaari, A. & Lehtonen, R., 1986. Kone- ja metallialan perusoppi 7. Otava.

Lepola, P. & Makkonen, M., 1998. Hitsaus ja teräsrakenteet. Werner Söderström Osakeyhtiö.

Lukkari, J. 2001. Alumiinit ja niiden hitsaus. Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Salakari, H. 2007. Taitojen opetus. Saarijärvi: Eduskills Consulting.

## LIITTEET

Ähtärin ammatti-instituutin kone- ja metallialan opetussuunnitelma

## Liite 1. Ähtärin ammatti-instituutin kone- ja metallialan opetussuunnitelma

### AMMATILLISET OPINNOT / OPINTOKOKONAISUUDET

#### Opintojakson rakenne

<b>Opintojakso</b>	<b>Levy- ja hitsaustyöt</b>
<b>Laajuus</b>	<b>20 ov (10 ov / 10 ov)</b>
<b>Tavoitteet</b>	<p>Levy- ja hitsaustyöt opintojakson suorittaneen tulee osata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- levyjen turvallinen, tarkoituksenmukainen ja taloudellinen leikkaaminen suuntaisleikkurilla</li> <li>- termisen leikkauksen periaatteet, toimintamallit ja niiden soveltaminen käytännössä</li> <li>- pyörästyskoneen soveltava käyttö</li> <li>- kulmata ohutlevyjä ja hallita kulmaamiseen liittyvä tietotaito</li> <li>- särmäyspuristimen turvallinen käyttö laajalla toiminta-alueella</li> <li>- lukea hitsaustyöpiirustuksia, hallita hitsauksen perusteoria ja suorittaa keskeisimpien hitsausasentojen luokkahitsaus</li> <li>- tehdä levytyökokonaisuuksia itsenäisesti työ- ja kokoonpanopiirustusten mukaan, kyettävä analysoimaan omaa työtään työsuorituksen aikana ja sen jälkeen, kyettävä muuttamaan virheellisiä toimintatapoja</li> <li>- huolehtia työturvallisuudesta kaikissa työvaiheissa ja käytettävä asianmukaisia suoja- ja turvavälineitä</li> <li>- huolehtia työpaikan siisteydestä ja järjestyksestä</li> </ul>
<b>Opiskelutavat</b>	Työsali-, teorialuokkaopetus ja työssäoppiminen.
<b>Työssäoppiminen</b>	2. vuonna jakso III 3. vuonna jaksot IV-V
<b>Oppimateriaali</b>	Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat harjoitustehtävät.
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettut lähiopiskelutehtävät, harjoitustyöt ja kokeet.
<b>Arviointikriteerit</b>	Opetushallituksen määrittelemät opetussuunnitelman perusteet: <a href="http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf">www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf</a>

	<p>Kansallinen näyttöaineisto:</p> <p><a href="http://db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc">db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc</a></p>
<p><b>Tyydyttävä T1</b></p>	<p>Opiskelija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy ohjattuna valmistamaan pääsääntöisesti työpiirustuksen mukaisen yksinkertaisen työkappaleen</li> <li>- osaa kysyä neuvoa tarvittaessa.</li> <li>- saavuttaa erikoistumallaan hitsausprosessilla standardin SFS-EN 25817 mukaisen hitsausluokan D pienahitsauksessa FW asennoissa PA ja PB</li> <li>- osaa käyttää levytyökoneita sekä polttoleikkaus- ja hitsauslaitetta.</li> <li>- osaa leikata, polttoleikata, kulmata, pyöristää ja särmätä työkappaleita, joissa on karkeat työtapakohtaiset toleranssit. osaa suurimman osan ammattialan ydinkohdista ja pystyy ohjattuna käyttämään niitä työssään (esim. hitsausarvojen valinta).</li> <li>- osaa käyttää levyleikkureita ja särmäyspuristimia turvallisuusohjeiden mukaisesti.</li> <li>- osaa polttoleikata turvallisesti.</li> <li>- osaa kulmaus- ja pyöristyskoneiden turvallisen käytön.</li> <li>- huolehtii kaikissa työvaiheissa työturvallisuudesta.</li> <li>- huolehtii tulitöiden turvallisuudesta.</li> <li>- työskentelee niin vastuuntuntoisesti, että koneet ja laitteet eivät ole vaarassa särkyä.</li> <li>- kysyy neuvoa tarvittaessa.</li> <li>- tekee levysuunnitelman, josta kuitenkin käytännössä puuttuu suunnitelmallisuus.</li> <li>- omaa riittävät tietotekniset valmiudet tiedonhankintaan ja ohjelmointiin.</li> </ul>
<p><b>Tyydyttävä T2</b></p>	<p>Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.</p>
<p><b>Hyvä H3</b></p>	<p>Opiskelija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella ohjattuna laatimaan hyvin toimiva työsuunnitelman</li> <li>- pystyy ohjattuna suunnittelemaan työhönsä oikean työjärjestyksen, valitsemaan tarkoituksenmukaiset koneet, kiinnitysvälineet, käsityövälineet sekä mittavälineet</li> <li>- pystyy ohjattuna valmistamaan työpiirustuksen mukaisen työkappaleen siten, että se pääsääntöisesti täyttää</li> </ul>

<p><b>Hyvä H3</b></p>	<p>konepajateollisuuden levytöille sekä hitsatuille osille asettamat laatuvaatimukset mitoituksen, muodon ja hitsauksen suhteen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa valmistaa työkappaleen, joka on, ainakin vähäisin korjauksin, tuotantoon ja jatkojalostukseen kelpaava tai myytävissä asiakkaalle</li>   <li>- saavuttaa erikoistumallaan hitsausprosessilla standardin SFS-EN 25817 mukaisen hitsausluokan B, pienahitsauksessa FW asennoissa PA ja PB</li> <li>- osaa lukea työpiirustuksia. osaa tehdä vaadittavat termiset leikkaukset</li> <li>- osaa ohjattuna käyttää ja ohjelmoida NC-levytyökonetta. osaa käyttämänsä hitsausprosessin suoritustekniset perusteet ja käyttää hitsauskonetta niin, että pystyy lähes itsenäisesti suorittamaan tarvittavat säätötoimenpiteet</li> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella lähes itsenäisesti valitsemaan työhönsä soveltuvat materiaalihihot. osaa mitata levyosat</li> <li>- hallitsee pääsääntöisesti ammattialan ydinsisällöt ja pystyy lähes itsenäisesti käyttämään niitä työssään</li> <li>- osoittaa työssään tuntevansa levytyökoneiden rakenteet ja toimintaperiaatteet</li> <li>- osaa laskea oikaistut pituudet. osoittaa tietävänsä ainepaksuuden merkityksen taivutuksessa ja pyöristämisessä sekä esitaivutuksen merkityksen pyöristämisessä</li> <li>- osaa kokeilemalla säätää pyörityskoneen telat vastaamaan haluttua pyörityssädettä. pystyy tarvittaessa lähes itsenäisesti etsimään lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- osaa päätellä mahdollisesti syntyvien termisen leikkauksen ja hitsauksen virheiden syyt ja korjata työsuoritusta. osaa ohjattuna valita työhönsä turvalliset työmenetelmät ja työjärjestyksen</li> <li>- osoittaa työssään tuntevansa levyjen leikkauksen tapaturmavaarat</li> <li>- käyttää oma-aloitteisesti ja tarkoituksenmukaisesti konekohtaisia suojalaitteita ja henkilökohtaisia suojavälineitä</li> <li>- työskentelee huolellisesti ja vastuuntuntoisesti</li> <li>- osaa etsiä vaihtoehtoisia toteutustapoja</li> <li>- osaa arvioida omaa työsuoritustaan</li> <li>- työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi</li> <li>- käyttää levyjä säästeliäästi</li> <li>- tekee jollain tavoin perustellun levynkäyttösuunnitelman</li> <li>-</li> <li>-</li> </ul>
<p><b>Hyvä H4</b></p>	

	Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.
<b>Kiitettävä K5</b>	<p>Opiskelija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella itsenäisesti laatimaan hyvin toimivan työsuunnitelman</li> <li>- työskentelee suunnitelmallisesti ja valitsee parhaiten soveltuvat ja tarkoituksenmukaiset koneet, kiinnitysvälineet, käsityövälineet sekä mittavälineet työn mittaamista ja tarkastamista varten</li> <li>- tekee työpiirustuksen mukaisen työkappaleen siten, että se täyttää konepajateollisuuden levytöille sekä hitsatuille osille asettamat laatuvaatimukset mitoituksen, muodon ja hitsauksen suhteen</li> <li>- saavuttaa erikoistumallaan hitsausprosessilla standardin mukaisen hitsausluokan B silmämääräisesti arvioituna seuraavissa hitsauskokeissa seostamattomalla teräksellä (W01): pienahitsaus FW asennoissa PA ja PB sekä päittäisliitos BW levyille asennossa PA</li> <li>- pystyy arvioimaan omaa työsuoritustaan työskentelyn aikana niin, että hän parantaa ja muuttaa työsuoritustaan tarvittaessa tarkoituksenmukaiseen suuntaan</li> <li>- osaa tehdä levytyökoneisiin tarvittavat asetukset ja säädöt</li> <li>- osaa käyttää ja ohjelmoida NC-levytyökonetta ja sen oheislaitteita</li> <li>- tekee itsenäisesti tarvittavat hitsauksen edellyttämät säätötoimenpiteet</li> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella itsenäisesti valitsemaan materiaalit</li> <li>- osaa valita tarkoituksenmukaisimmat käsityövälineet ja mittavälineet</li> <li>- osaa mitata työkappaleen eri tekovaiheissa ja suorittaa valmiin kappaleen tarkistusmittaukset</li> <li>- osoittaa työssään tuntevansa levytyökoneiden käyttöalueet ja niitä koskevat rajoitukset</li> <li>- osoittaa työssään osaavansa leikkaamisessa, särmäämisessä ja pyöristämisessä tarvittavaa matematiikkaa</li> <li>- osaa ottaa huomioon ainepaksuuden merkityksen taivutuksessa ja pyöristämisessä</li> <li>- osaa itsenäisesti päättää taivutuksen työjärjestyksestä ja mittavaatimukset täyttävästä taivutussuunnitelmasta</li> <li>- osaa mittauksissa ja korjaustoimenpiteissä tarvittavaa matematiikkaa</li> <li>- osaa arvioida perusaineen epäpuhtauksien ja seosaineiden vaikutukset termiseen leikkaukseen ja suorittaa tarvittavat korjaustoimenpiteet</li> <li>- osaa valita tarkoituksenmukaiset hitsausarvot</li> <li>- osaa valita hitsausjärjestyksen oikein ottaen huomioon hitsauksen aiheuttamat jännitykset sekä mittojen ja muodon muutokset</li> </ul>

<p><b>Kiitettävä K5</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää tietojaan tehokkaasti ja pystyy tarvittaessa etsimään omatoimisesti lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- pystyy itsenäisesti ja oma-aloitteisesti valitsemaan työhönsä turvalliset työmenetelmät ja työjärjestyksen</li> <li>- huolehtii siisteydestä ja järjestyksestä työpaikalla.</li> <li>- osaa ratkoa työssä eteen tulevia ongelmatilanteita</li> <li>- toimii joustavasti ja muut huomioiden käyttäessään koneita, laitteita ja työtiloja</li> <li>- on aktiivinen ja tarvittaessa innovatiivinen</li> <li>- osaa työsuorituksen aikana analysoida ja arvioida omaa työtään sekä korjata työsuoritustaan ja välttää samojen virheiden toistumisen</li> <li>- osaa ottaa huomioon työn joutuisuuden ja kokonaistaloudellisuuden valintoja tehdessään</li> <li>- toimii järjestelmällisesti ja vastuuntuntoisesti laatuvaatimuksista kiinni pitäen</li> <li>- pystyy arvioimaan, täyttääkö valmis tuote asiakkaan vaatimukset</li> <li>- työskentelee ergonomiset seikat huomioon ottaen</li> <li>- toimii yritteliäästi ja osoittaa arvostavansa omaa työtään</li> <li>- osaa valita parhaiten soveltuvat materiaalihiot siten, että materiaalihukka on mahdollisimman pieni</li> <li>- osaa tehdä kokonaistaloudellisesti järkevän levynkäyttösuunnitelman</li> <li>- pystyy arvioimaan, täyttääkö suoritus täyttää tuotteelle asetetut laatuvaatimukset</li> </ul>
<p><b>Arvioinnin toteutus</b></p>	<p>Arvosana muodostuu opintojaksojen arvosanoista (esim. kokeet, tehtävät harjoitustyöt, projektit tms.) sekä ammattiosaamisen näytön arvosanasta tai mahdollisesti vain ammattiosaamisen näytöstä . Näytön ja muun arvioinnin suhde riippuu siitä montako keskeistä osaamista ammattiosaamisen näytöissä suoritetaan.</p>
<p><b>Ammattiosaamisen näyttö</b></p>	
<p><b>Keskeinen osaaminen, mikä näytetään</b></p>	<p>a) Levyrakennetyö</p> <p>Opiskelija tekee työpiirustusten mukaan levy- ja hitsaustyökokonaisuuden, joka on eri osakokonaisuuksista koostuva tuote tai tuotteen osa. Valmistettavassa tuotteessa tai tuotteen osassa on tavanomaisia levy- ja hitsaustöitä, kuten piirroitusta, leikkausta suuntaisleikkurilla ja/tai polttoleikkaamalla, pyöristystä, kulmaamista/särmäämistä ja kokoonpanohitsausta. Levyosien valmistukseen liittyy jossain vaiheessa levynkäyttösuunnitelman teko. Tuotteen ja osavalmistuksen laadulta, mittatarkkuuksilta ja hitsausaumoilta edellytetään normaaleja konepajateollisuuden laatuvaatimuksia.</p> <p>Tavanomaiset kiuas- ja savustuslaiterakenteet täyttävät usein</p>



	<p>edellä mainitut työvaihe- ja laatuvaatimukset. Myös monet putkisto- ja säiliörakennekokonaisuudet ovat riittävän monipuolisia ja vaativia.</p> <p>Näyttöön kuuluu valmistettavan tuotteen lisäksi myös työsuunnitelman laatiminen. Työsuunnitelmassa otetaan huomioon muun muassa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• raaka-aineiden valinta</li> <li>• levynkäyttösuunnitelma</li> <li>• tarvittavat koneet ja laitteet</li> <li>• hitsauslisäaineet</li> <li>• tarvittavat käsityövälineet</li> <li>• työjärjestyksen (työvaiheiden) suunnittelu.</li> </ul> <p>Näytön jossakin vaiheessa opiskelija suorittaa vähintään yhden NC-levytyökoneen (levyleikkurin, särmäyspuristimen) ohjelmoinnin.</p> <p>Työaikaisten mittausten lisäksi opiskelija tarkastaa valmiitten kappaleitten mittatarkkuuden ja laadun. Hän toteaa työpiirustuksessa esitettyjen mittojen toteutumisen ja tekee tarvittaessa vaadittavat korjaustyöt. Työhön kuuluu myös tuotteen viimeistely.</p> <p>Näyttöön kuuluvat myös muun muassa käsityövälineiden puhdistus- ja huoltotoimenpiteet, tarvittavat koneiden säädöt, suuntaisleikkurin terän välyksen säätö, MIG/MAG-hitsauskoneen virtasuuttimen vaihto, monitoimikaapelin puhdistus ja hitsauslangan vaihto.</p> <p>b) Hitsauskoe</p> <p>Opiskelija suorittaa seostamattomalla teräksellä ja sillä hitsausprosessilla, johon on erikoistunut, standardin SFS-EN 287-1 mukaiset hitsauskokeet: pienahitsaus FW asennoissa PA (jalkohitsaus) ja PB (alapienahitsaus) sekä levyjen päittäisliitos BW asennossa PA (jalkohitsaus).</p>
<p><b>Näyttöympäristö</b></p>	<p>Levytyörakenteen tekemisessä lähtökohtana on se, että valmistetaan todellista myyntiin kelpaavaa tuotetta. Tällä periaatteella näytön voi mainiosti toteuttaa oppilaitoksen työsalissa asiakastöitä tehden. Tuotteessa voi olla myös esivalmistettuja osia. Jos näyttö annetaan työpaikalla, se voi koostua myös erilaisista osavalmistuksista. Näyttö annetaan yksilösuorituksena.</p> <p>Jos työpaikalla annettavassa näytössä ei ole mahdollista arvioida työsuunnitelmaa, työsuunnitelman laadinta toteutetaan erillisenä osanäyttönä.</p> <p>Jos työhön ei kuulu levynkäyttösuunnitelmaa, se toteutetaan erillisenä näyttönä.</p>

	<p>Suuntaisleikkurilla leikkaus suoritetaan joko piirrotusta tai valoviirua apuna käyttäen. Suuntaislevyleikkuri ja särmäyspuristin voivat olla myös NC-ohjauksella varustettuja. Koneiden käyttöohjekirjat ovat käytettävissä.</p> <p>Mittavälineitä ja käsityövälineitä tulee olla työpaikalla tai sen välittömässä läheisyydessä niin, että niistä voi valita kuhunkin käyttöön tarkoituksenmukaisimman. Työpaikalla tulee olla myös valikoima käytettäviä materiaaleja.</p>
<b>Ammattiosaamisen näytön ajankohta</b>	Näyttö voidaan suorittaa, kun keskeinen osaaminen on saavutettu, pääsääntöisesti ensimmäisen vuoden keväällä.
<b>Näytön toteutus</b>	Näyttö toteutetaan yleensä oppilaitoksen työtiloissa. Myös muu alan opettajien hyväksymä paikka tulee kysymykseen.
<b>Arviointikriteerit</b>	Metallialan kansallisen näyttöaineiston mukaan.
<b>Osaamisen tunnustaminen</b>	<p>Opintokokonaisuus voidaan tunnustaa, mikäli tässä opintokokonaisuudessa vaadittu osaaminen on suoritettu aikaisempien opintojen yhteydessä tai hankittu muutoin.</p> <p>Tarvittaessa osaamisen vastaavuus on osoitettava näytöin. Osaamisen tunnustaminen tarkennetaan opiskelijan henkilökohtaisessa opiskelusuunnitelmassa.</p>

### Opintojakson rakenne

<b>Opintojakso</b>	<b>Hitsaus</b>
<b>Laajuus</b>	<b>10 ov (5 ov / 5 ov)</b>
<b>Tavoitteet</b>	<p>Hitsaus-opintojakson käyneen oppilaan tulee kyetä:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suorittamaan seuraavat hitsauskokeet niin, että hitsien laatu taso täyttää silmämääräisessä tarkastuksessa standardin SFS-EN 25817 hitsiluokan B vaatimukset</li> <li>- suorittamaan EWF:n (European Welding Federation) määrittelemät pienahitsauskokeet hitsausasunnoissa PA, PB, PF ja PD seostamattomalla teräksellä (W01) kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on MAG-hitsaus umpilangalla ja toiseksi voi valita MAG-täytelankahitsauksen tai TIG-hitsauksen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- suorittamaan levyhitsauskoe asennossa PF (pystyhitsaus ylöspäin) seostamattomalla teräksellä (W01), jollain edellä mainitulla hitsausprosessilla</li> </ul> <p>Hitsauskokeet on suoritettava standardin SFS-EN 287-1 periaatteita noudattaen. Opiskelija-arviointiin riittää hitsien silmämääräinen tarkastus standardin SFS-EN 25817 mukaan.</p>
<b>Opiskelutavat</b>	Työsali-, teorialuokkaopetus ja työssäoppiminen.
<b>Työssäoppiminen</b>	2. vuonna jakso III 3. vuonna jaksot IV-V
<b>Oppimateriaali</b>	Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat harjoitustehtävät.
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettut lähiopiskelutehtävät, harjoitustyöt ja kokeet.
<b>Arviointikriteerit</b>	<p>Opetushallituksen määrittelemät opetussuunnitelman perusteet: <a href="http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf">www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf</a></p> <p>Kansallinen näyttöaineisto: <a href="http://db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ ja _metalli.doc">db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ ja _metalli.doc</a></p>
<b>Tyydyttävä T1</b>	<p>Oppilas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suorittaa hitsausohjeiden (WPS) mukaiset hitsauskokeet siten, että hitsausluokka on silmämääräisessä tarkastuksessa vähintään D, standardin SFS-EN 25817 mukaan pienahitsauskokeissa PB (alapienahitsaus) ja PF (pystypienahitsaus alhaalta ylöspäin), sekä levyhitsauskokeessa PF (pystyhitsaus alhaalta ylöspäin)</li> <li>- pystyy käyttämään valitsemaansa hitsauslaitteita</li> <li>- hallitsee valitsemiensa hitsausprosessien työmenetelmät</li> <li>- pystyy ohjattuna suorittamaan tarvittavat hitsauksen edellyttämät säätötoimenpiteet</li> <li>- pystyy hitsausohjeiden (WPS) perusteella ohjattuna valitsemaan materiaalivarastosta hitsauskokeisiin soveltuvat materiaalit</li> <li>- hallitsee ohjattuna suurimman osan ammattialan ydinkohdista ja pystyy käyttämään niitä työssään (esim. hitsausprosessien periaatteet, hitsausasennot ja hitsausarvojen valinta)</li> <li>- noudattaa ainakin kehotuksesta annettuja työturvallisuusohjeita ja -määräyksiä</li> <li>- käyttää henkilökohtaisia suojavälineitä ja työpistekohtaisia suojalaitteita</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- huolehtii työpaikan siisteydestä.</li> <li>- noudattaa pääsääntöisesti annettuja työaikoja.</li> </ul>
<b>Tyydyttävä T2</b>	Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.
<b>Hyvä H3</b>	<p>Oppilas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- suorittaa seuraavat hitsauskokeet niin, että hitsien laatutaso täyttää silmämääräisessä tarkastuksessa standardin SFS-EN 25817 hitsausluokan C vaatimukset: Pienahitsauskokeet, FW EWF:n (European Welding Federation) määrittelemät pienahitsauskokeet hitsausasunnoissa PA (jalkopienahitsaus), PB (alapienahitsaus), PF (pystypienahitsaus alhaalta ylöspäin) ja PD (yläpienahitsaus) seostamattomalla teräksellä (W01) kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on MAG-hitsaus umpilangalla ja toiseksi on valittu joko MAG-hitsaus täytelangalla tai TIG-hitsaus</li> <li>- Levyhitsauskoe, BW: Levyhitsauskoe asennossa PF (pystyhitsaus alhaalta ylöspäin) seostamattomalla teräksellä (W01), jollain edellä mainitulla hitsausprosessilla. Juuren hitsaustapa määritellään hitsausohjeessa (ss, nb tai ss, gg)</li> <li>- pystyy lähes itsenäisesti suorittamaan tarvittavat hitsauksen edellyttämät säätötoimenpiteet</li> <li>- pystyy hitsausohjeiden (WPS) perusteella lähes itsenäisesti valitsemaan materiaalivarastosta hitsauskokeisiin soveltuvat materiaalit</li> <li>- hallitsee pääsääntöisesti ammattialan ydinsisällöt ja pystyy lähes itsenäisesti käyttämään niitä työssään</li> <li>- pystyy tarvittaessa lähes itsenäisesti etsimään lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- noudattaa oma-aloitteisesti annettuja työturvallisuusohjeita ja -määräyksiä</li> <li>- käyttää oma-aloitteisesti henkilökohtaisia suojavälineitä ja työpistekohtaisia suojalaitteita</li> <li>- huolehtii työpaikan siisteydestä ja jätteiden käsittelystä</li> </ul>
<b>Hyvä H3</b>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- noudattaa annettuja työaikoja</li> <li>- työskentelee yritteliäästi.</li> </ul>
<b>Hyvä H4</b>	Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.
<b>Kiitettävä K5</b>	<p>Oppilas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa suorittaa seuraavat pienahitsauskokeet, FW EWF:n (European Welding Federation) määrittelemät pienahitsauskokeet hitsausasunnoissa PA (jalkopienahitsaus), PB (alapienahitsaus), PF (pystypienahitsaus alhaalta ylöspäin) ja PD (yläpienahitsaus) seostamattomalla teräksellä (W01) kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on MAG hitsaus umpilangalla ja toiseksi on valittu joko MAG-hitsaus täytelangalla tai TIG-hitsaus</li> <li>- osaa suorittaa levyhitsauskokeen, BW: Levyhitsauskoe asennossa PF (pystyhitsaus alhaalta ylöspäin) seostamattomalla teräksellä (W01), jollain edellä mainitulla hitsausprosessilla. Juuren hitsaustapa määritellään hitsausohjeessa (ss, nb tai ss, gg)</li> <li>- pystyy käyttämään omatoimisesti valitsemiaan hitsauslaitteita</li> <li>- hallitsee itsenäisesti ja omatoimisesti valitsemiensa hitsausprosessien työmenetelmät</li> <li>- pystyy itsenäisesti suorittamaan tarvittavat hitsauksen edellyttämät säätötoimenpiteet</li> <li>- pystyy omatoimisesti arvioimaan ja kehittämään työskentelytapojaan</li> <li>- pystyy hitsausohjeiden (WPS) perusteella itsenäisesti ja tietoisesti valitsemaan sekä hankkimaan materiaalivarastosta hitsauskokeisiin soveltuvat materiaalit.</li> <li>- hallitsee ammattialan ydinsisällöt ja pystyy itsenäisesti ja tietoisesti soveltamaan niitä työhönsä parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi</li> </ul>
<b>Kiitettävä K5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää tietojaan tehokkaasti ja pystyy tarvittaessa etsimään omatoimisesti lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- noudattaa tinkimättä annettuja työturvallisuusohjeita ja – määräyksiä</li> <li>- käyttää oma-aloitteisesti henkilökohtaisia suojavälineitä ja työpistekohtaisia suojalaitteita sekä ottaa huomioon myös muut lähistöllä työskentelevät ja heidän työturvallisuutensa</li> <li>- pitää työpaikkansa siistinä ja järjestyksessä sekä huolehtii tarkoituksenmukaisesta ja oikeaoppisesta jätteiden käsittelystä</li> <li>- toimii oma-aloitteisesti työturvallisuuden ja viihtyisän työympäristön kehittämiseksi</li> <li>- noudattaa tinkimättä annettuja työaikoja</li> </ul>

	- käyttää ergonomisesti oikeita työasentoja
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arvosana muodostuu opintojaksojen arvosanoista (esim. kokeet, tehtävät harjoitustyöt, projektit tms.) sekä ammattiosaamisen näytön arvosanasta tai mahdollisesti vain ammattiosaamisen näytöstä . Näytön ja muun arvioinnin suhde riippuu siitä montako keskeistä osaamista ammattiosaamisen näytöissä suoritetaan.
<b>Ammattiosaamisen näyttö</b>	
<b>Keskeinen osaaminen, mikä näytetään</b>	<p>Opintokokonaisuuden (nuorisoasteen) näyttö annetaan suorittamalla seuraavat pienahitsaus- ja levyhitsauskokeet:</p> <p>Huom. Seuraavat hitsauskokeet suoritetaan EWF:n periaatteiden mukaisesti, mutta ne eivät itsessään johda suorituksen jälkeen EWF:n mukaiseen eurooppalaiseen hitsaajatutkintoon.</p> <p>Pienahitsauskokeet EWF:n (European Welding Federation) määrittelemät pienahitsauskokeet (FW) hitsausasunnoissa PA (jalkopienahitsaus), PB (alapienahitsaus), PF (pystypienahitsaus alhaalta ylöspäin) ja PD (yläpienahitsaus) seostamattomalla teräksellä (W01) kahdella hitsausprosessilla. Toinen hitsausprosessi on</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MAG-hitsaus umpilangalla (135).</li> </ul> <p>Toiseksi voi valita jonkin seuraavista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puikkohitsaus (111)</li> <li>• MAG-hitsaus täytelangalla (136)</li> <li>• TIG-hitsaus (141).</li> </ul> <p>Levyhitsauskoe Levyhitsauskoe (BW) asennossa PF (pystyhitsaus alhaalta ylöspäin) seostamattomalla teräksellä (W01), jollakin edellä mainituista hitsausprosesseista Juuren saa avata tarvittaessa.</p> <p>Hitsauskokeet on suoritettava standardin SFS-EN 287-1 periaatteita noudattaen. Opiskelija-arviointiin riittää hitsien silmämääräinen tarkastus standardien SFS-EN 25817 ja SFS-EN970 mukaan. Hitsauskokeet suoritetaan hitsausohjeiden (WPS) mukaan tavanomaisella kuhunkin kokeeseen riittävän tehon omaavalla hitsauskoneella. Hitsaus suoritetaan käsityönä, ilman erillisiä kuljettimia tai tukia.</p> <p>Työhön kuuluu työsuunnitelman laatiminen. Suunnitelmassa otetaan huomioon muun muassa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hitsausmenetelmän mukaisten laitteiden ja työkalujen valinta</li> </ul>

- työjärjestyksen (työvaiheiden) suunnittelu
- materiaalin valinta
- koekappaleiden valmistus
- lisääineen ja suojakaasun valinta
- valitun hitsauskokeen hitsausohjeen (WPS) laadinta
- hitsausparametrien tarkistaminen hitsausohjeesta (WPS)
- käytettävien hitsausparametrien arvojen mittaus hitsauskoneelta
- koekappaleiden viimeistely ja puhdistus.

Näyttöön kuuluu myös käytettävien hitsauslaitteiden ja työvälineiden päivittäinen huolto, kuten laitteiden käsittely, puhdistus ja käyttökunnon tarkastus.

Myös omasta ja ympäristön työturvallisuudesta huolehtiminen on oleellinen osa näyttöä.

#### HUOM!

Mikäli hitsauskokeen yhteydessä halutaan antaa näyttö standardin SFS-EN 287 ja EWF:n periaatteiden mukaisista, pienahitsaajan (FW) tai levyhitsaajan (BW) tutkintoon johtavista pätevyyksistä, tulee ottaa huomioon seuraavat asiat:

Hitsaussuoritusten tulee noudattaa hitsaajan pätevyyskokeille asetettujen, voimassa olevien standardien vaatimuksia, sekä EWF:n (European Welding Federation) periaatteiden ja vaatimusten mukaista hitsauskoulutusta.

- Hitsaajan pätevyyskokeen suorittamisvaatimukseen kuuluu EWF:n periaatteiden mukaisesti kaikkien koetta edeltävien hitsausmoduulien hyväksytyt suoritukset kokeessa käytettävällä hitsausprosessilla.
- Kun siirrytään suorittamaan EWF:n mukaisia levyhitsaajan pätevyyskokeita, näytön antajalla on oltava hyväksytysti suoritettuna kaikki pienahitsausmoduuleihin kuuluvat osiot.
- Hitsaajan tutkintoon tähtäävän on läpäistävä EWF:n periaatteiden mukainen erillinen teoriakoe.
- Hitsausnäytön suoritus valvotaan standardin EN 719 periaatteiden mukaisesti.
- Näytön vastaanottajista on vähintään yhdellä oltava standardin SFS-EN 729 mukainen hitsaajan pätevyyskokeen valvojan pätevyys.

Mikäli näyttöä suorittavan henkilön hitsauskoulutuksen antajalla on käytössä EWF:n periaatteiden mukaisesti hyväksytyt ja Suomen Hitsausteknillisen Yhdistyksen (SHY) toimesta auditoitu laatujärjestelmä, vastaavat koulutuksen aikana hitsaustaidoista annetut suoritukset edellä määritellyjä näyttöjä. Tällöin voidaan hitsauskoulutuksen aikana suoritettuja pätevyyskokeita lukea hyväksyttäväksi näytöiksi.

Myös hitsauskoulutuksen aikana suoritettuja teoriaopinnot ja kokeet vastaavat näytöissä annettavaa koetta.

Hitsauskoulutuksen antaja voi toimia näytön järjestäjänä, muttei oman opiskelijansa näytön vastaanottajana.

Näyttötehtävien toteutuksessa tulee ottaa huomioon edellä olevassa näytön kuvauksessa esitetyt seikat mahdollisimman tarkasti. On tärkeää, että opintokokonaisuuden keskeinen sisältö tulee näytössä esille.

### **Esimerkkejä näytöistä:**

Seuraavat määritelmät ja kuvat näytöissä suoritettavista hitsauskokeista selventävät asiaa ja toimivat suunnittelun pohjana.

#### Hitsauskoe 1

FW, Jalkopienahitsaus PA

Hitsauskoe suoritetaan kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on

- MAG-hitsaus umpilangalla (135).

Toisen voi valita seuraavista:

- puikkohitsaus (111)
- MAG-hitsaus täytelangalla (136)
- TIG-hitsaus (141).

#### Hitsauskoe 2

FW, Alapienahitsaus PB

Hitsauskoe suoritetaan kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on

- MAG-hitsaus umpilangalla (135).

Toisen voi valita seuraavista:

- puikkohitsaus (111)
- MAG-hitsaus täytelangalla (136)
- TIG-hitsaus (141).

#### Hitsauskoe 3

FW, Pystypienahitsaus PF

Hitsauskoe suoritetaan kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on

- MAG-hitsaus umpilangalla (135).

Toisen voi valita seuraavista:

- puikkohitsaus (111)
- MAG-hitsaus täytelangalla (136)
- TIG-hitsaus (141).



	<p>Hitsauskoe 4 FW, Yläpienahitsaus PD</p> <p>Hitsauskoe suoritetaan kahdella hitsausprosessilla, joista toinen on</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MAG-hitsaus umpilangalla (135).</li> </ul> <p><b>Toisen voi valita seuraavista:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• puikkohitsaus (111)</li> <li>• MAG-hitsaus täytelangalla (136)</li> <li>• TIG-hitsaus (141).</li> </ul> <p>Hitsauskoe 5 BW, Levyhitsauskoe PF</p> <p>Hitsauskoe suoritetaan yhdellä hitsausprosessilla seuraavista:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MAG-hitsaus umpilangalla (135)</li> <li>• puikkohitsaus (111)</li> <li>• MAG-hitsaus täytelangalla (136)</li> <li>• TIG-hitsaus (141).</li> </ul> <p>Hitsauskokeessa käytettävät railovalinta, juurenhitsaustapa sekä palkomäärä määritellään tapauskohtaisesti.</p>
<p><b>Näyttöympäristö</b></p>	<p>Näyttö voidaan suorittaa työtilassa, joka on työskentelyolosuhteiltaan sekä kone- ja laitekannaltaan hitsaukseen soveltuva. Hitsauskoneiden työturvallisuus on toteutettu asiallisesti, ja lisäksi henkilökohtaisia suojavälineitä on tarvittaessa käytettävissä. Näyttöympäristön työturvallisuusasiat on kokonaisuudessaan toteutettu voimassa olevien työsuojeluohjeiden ja -määräysten mukaisesti.</p> <p>Käytettävissä ovat annettavan näytön vaatimat hitsauskoneet (MIG/MAG-, puikko- ja TIG-hitsauskone). Kaikkien hitsauskoneiden tulee olla tavanomaisilla hitsausparametrien säätölaitteilla varustettuja, teholtaan riittäviä ja kyseisen hitsausprosessin</p>

	<p>hitsaukseen tarkoitettuja laitteita. Käytettävät hitsauskoneet on varustettu virran ja jännitteen määrän ilmaisevilla mittareilla. Hitsauskoneet ovat täysin toimintakunnossa, ja näytön järjestäjä on kalibroinut ja huoltanut ne. Myös hitsauskoneiden käyttöohjekirjat ja mahdolliset ohjelmointioppaat ovat käytössä.</p> <p>Hitsauskoneiden lisäksi käytössä ovat tehtävään hitsaukseen soveltuvat hitsin ja hitsausparametrien tarkastusvälineet sekä kaikki muut hitsauksessa tarvittavat laitteet ja käsityövälineet.</p> <p>Käytettävissä ovat myös valituille hitsausprosesseille soveltuvat lisäaineet.</p> <p>Opiskelijalla saa olla käytössään aiemmin itse harjoituksissa tekemiään hitsausohjeita, näytön suoritukseen liittyviä ohjeistuksia, alan oppimateriaaleja sekä standardeja.</p> <p>Näyttö annetaan yksilösuorituksena.</p> <p>Näytön arviointiin osallistuvat henkilöt on nimettävä etukäteen. Heidän on oltava paikalla sovitun aikataulun mukaisesti.</p> <p>Näyttö toteutetaan ensisijaisesti oppilaitoksen työsalissa. Näyttö voidaan toteuttaa myös työpaikalla työssäoppimisen yhteydessä.</p>
<b>Ammattiosaamisen näytön ajankohta</b>	Näyttö voidaan suorittaa, kun keskeinen osaaminen on saavutettu, pääsääntöisesti ensimmäisen vuoden keväällä.
<b>Näytön toteutus</b>	Näyttö toteutetaan yleensä oppilaitoksen työtiloissa. Myös muu alan opettajien hyväksymä paikka tulee kysymykseen.
<b>Arviointikriteerit</b>	Metallialan kansallisen näyttöaineiston mukaan.
<b>Osaamisen tunnustaminen</b>	<p>Opintokokonaisuus voidaan tunnustaa, mikäli tässä opintokokonaisuudessa vaadittu osaaminen on suoritettu aikaisempien opintojen yhteydessä tai hankittu muutoin.</p> <p>Tarvittaessa osaamisen vastaavuus on osoitettava näytöin.</p> <p>Osaamisen tunnustaminen tarkennetaan opiskelijan henkilökohtaisessa opiskelusuunnitelmassa.</p>

--	--

## Opintojakson rakenne

<b>Opintojakso</b>	<b>Levy- ja hitsausalan NC-tekniikka</b>
<b>Laajuus</b>	<b>10 ov (5 ov / 5 ov)</b>
<b>Tavoitteet</b>	<p>Levy- ja hitsausalan NC-tekniikan opintojakson suorittaneen oppilaan tulee osata:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tehdä työohjeiden ja piirustusten mukaan monimuotoisia levyosia jollakin NC-ohjatulla levyntyöstökoneella niin, että ne täyttävät annetut laatuvaatimukset ja mittatoleranssit</li> <li>- tulkita vieraskielisiä vikailmoituksia ja tehdä tarvittavat korjaukset ohjelmoinnin ja valmistuksen yhteydessä</li> <li>- tehdä levyosien leikkaukseen ja hitsaukseen liittyviä NC-ohjelmia piirustusten mukaisesti</li> <li>- parametriojelmoinnin perusteet ja osattava ratkaista ohjelmoinnissa esiin tulevat matemaattiset ongelmat</li> <li>- lukea valmista ohjelmaa ja tulkita sitä sekä tehdä siihen tarpeelliset korjaukset</li> <li>- valita ja vaihtaa NC-koneen suuttimet/pistimet materiaalin ja ainepaksuuden mukaan</li> <li>- työkalujen asetukset ja muiden työstössä tarvittavien parametrien säädöt</li> <li>- tehdä yksinkertaisia piirustuksia jonkin CADohjelman avulla ja tehdä työstöratioja CAM-ohjelman avulla valmiita piirustuksia hyväksi käyttäen</li> <li>- siirtää valmis ohjelma NC-työstökoneeseen</li> <li>- suorittaa levyjen/kappaleiden nostot ja sijoittelut oikeita ja turvallisia työmenetelmiä käyttäen</li> <li>- laatia levynkäyttösuunnitelma ja toteuttaa sitä työssään</li> <li>- kaikissa työvaiheissa huolehtia työturvallisuudesta</li> <li>- suorittaa NC-koneen päivittäiset huoltotoimenpiteet</li> <li>- poistaa jätelevymateriaali ja kerättävä jätelevy niille varattuihin paikkoihin huolehdittava työpaikan siisteydestä ja järjestyksestä</li> <li>- levyosien jälkikäsittely työstön jälkeen</li> </ul>
<b>Opiskelutavat</b>	Työsali-, teorialuokkaopetus ja työssäoppiminen.
<b>Työssäoppiminen</b>	2. vuonna jakso III 3. vuonna jaksot IV-V
<b>Oppimateriaali</b>	Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat

	harjoitustehtävät.
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettut lähiopiskelutehtävät, harjoitustyöt ja kokeet.
<b>Arviointikriteerit</b>	Opetushallituksen määrittelemät opetussuunnitelman perusteet: <a href="http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf">www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf</a>  Kansallinen näyttöaineisto: <a href="http://db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc">db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc</a>
<b>Tyydyttävä T1</b>	Oppilas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy ohjattuna laatimaan työsuunnitelman yksinkertaiselle työkappaleelle sekä käytettävälle työkoneelle sopivan NC-ohjelman tai NC-ohjelmat (työsuunnitelma voi olla myös suullinen)</li> <li>- pystyy ohjattuna suunnittelemaan työhönsä oikean työjärjestyksen, valitsemaan tarkoituksenmukaiset kiinnitysvälineet, suuttimet, pistimet ja terät sekä valitsemaan oikeat leikkaus- tai hitsausarvot ja mittavälineet</li> <li>- pystyy ohjattuna valmistamaan pääsääntöisesti työpiirustuksen mukaisen yksinkertaisen työkappaleen (tuotteen) siten, että se täyttää laatuvaatimukset, jotka konepajateollisuus on levy- ja teräsrakenteosille asettanut</li> <li>- valmistaa työkappaleen (tuotteen), joka on ainakin korjattuna hyväksyttävissä käyttötarkoitukseensa</li> <li>- käyttää työhön aikaa melko paljon, mutta ei kohtuuttomasti</li> <li>- pystyy johdateltuna arvioimaan itseään ja työsuoritustaan jälkikäteen</li> <li>- pystyy ohjattuna käyttämään NC-levyntyöstökonetta tai NC-hitsauslaitetta ja niiden oheislaitteita</li> <li>- työskentelee kaikissa olosuhteissa niin huolellisesti, etteivät levyntyöstökone tai hitsauslaite ole vaarassa särkyä</li> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella ohjattuna valitsemaan materiaalivarastosta työhönsä soveltuvan materiaalin ja huolehtimaan materiaalivarastosta</li> <li>- hallitsee ohjattuna suurimman osan ammattialan ydinkohdista ja pystyy opastettuna käyttämään niitä työssään</li> <li>- pystyy ohjattuna valitsemaan työhönsä turvalliset työmenetelmät sekä työjärjestyksen</li> <li>- noudattaa ainakin kehotuksesta annettuja työturvallisuusohjeita ja -määräyksiä</li> <li>- huolehtii työpaikan siisteydestä ja jätteiden käsittelystä</li> <li>- omaa riittävät tietotekniset valmiudet</li> </ul>

<b>Tyydyttävä T2</b>	Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.
<b>Hyvä H3</b>	<p>Oppilas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella lähes itsenäisesti laatimaan toteuttamiskelpoisen kirjallisen työsuunnitelman sekä käytettävälle työkoneelle sopivan NC-ohjelman tai NC-ohjelmat</li> <li>- pystyy lähes itsenäisesti suunnittelemaan työhönsä toimivan työjärjestyksen, valitsemaan tarkoituksenmukaiset kiinnitysvälineet, suuttimet, pistimet ja terät sekä valitsemaan oikeat leikkaus- tai hitsausarvot ja mittavälineet</li> <li>- pystyy työn kuluessa kehotuksesta muuttamaan etukäteissuunnitelmaansa tilanteen niin vaatiessa</li> <li>- pystyy lähes itsenäisesti valmistamaan työpiirustuksen mukaisen työkappaleen (tuotteen) siten, että se pääsääntöisesti täyttää laatuvaatimukset, jotka konepajateollisuus on levy- ja teräsrakenneosille asettanut</li> <li>- osaa valmistaa työkappaleen (tuotteen), joka on, ainakin vähäisin korjauksin, tuotantoon ja jatkojalostukseen kelpaava tai myytävissä asiakkaalle</li> <li>- käyttää työhön aikaa tavanomaista enemmän, mutta silti kohtuullisesti, ja pyrkii käyttämään aikansa tehokkaasti</li> <li>- pystyy arvioimaan itseään ja työsuoritustaan jälkikäteen ja esittää korjausehdotuksia</li> <li>- ei toistaisi samoja virheitä tehdessään työtä uudelleen</li> <li>- pystyy lähes itsenäisesti käyttämään NC-levyntyöstökoneetta tai NC-hitsauslaitetta ja niiden oheislaitteita, mutta tarvitsee jonkin verran opastusta</li> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella lähes itsenäisesti valitsemaan materiaalivarastosta työhönsä soveltuvan materiaalin ja huolehtimaan jättepaloista ja materiaalivarastosta</li> <li>- hallitsee pääsääntöisesti ammattialan ydinsisällöt ja pystyy lähes itsenäisesti käyttämään niitä työssään</li> <li>- pystyy tarvittaessa lähes itsenäisesti etsimään lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- pystyy lähes itsenäisesti valitsemaan työhönsä turvalliset työmenetelmät sekä työjärjestyksen</li> <li>- noudattaa oma-aloitteisesti annettuja työturvallisuusohjeita ja -määräyksiä</li> <li>- käyttää oma-aloitteisesti konekohtaisia suojalaitteita ja henkilökohtaisia suojavälineitä</li> <li>- huolehtii työpaikan siisteydestä ja jätteiden tarkoituksenmukaisesta käsittelystä</li> <li>- työskentelee huolellisesti ja tarkasti</li> <li>- toimii yritteliäästi</li> <li>- omaa hyvät tietotekniset valmiudet</li> </ul>

	-
<b>Hyvä H4</b>	Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.
<b>Kiitettävä K5</b>	<p>Oppilas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella itsenäisesti laatimaan toteuttamiskelpoisen kirjallisen työsuunnitelman sekä käytettävälle työkoneelle sopivan NC-ohjelman tai NC-ohjelmat</li> <li>- osaa tehdä tarkoituksenmukaisen levynkäyttösuunnitelman ja toteuttaa sitä työssään</li> <li>- pystyy ratkaisemaan ohjelmoinnissa eteen tulevat matemaattiset ongelmat</li> <li>- pystyy laatimaan yksinkertaisia piirustuksia CAD-ohjelman avulla</li> <li>- pystyy laatimaan yksinkertaisia työstöratioja tai materiaalin käsittelytoimenpiteitä CAM-ohjelman avulla valmiita piirustuksia hyväksi käyttäen</li> <li>- pystyy siirtämään valmiin NC-ohjelman tietokoneelta NC-työkoneelle</li> <li>- pystyy suunnittelemaan työhönsä toimivan työjärjestyksen ja valitsemaan parhaiten soveltuvat ja tarkoituksenmukaiset kiinnitysvälineet, suuttimet, pistimet ja terät sekä oikeat leikkaus- tai hitsausarvot</li> <li>- pystyy valitsemaan soveltuvat mittavälineet työn mittaamista ja tarkastamista varten</li> <li>- pystyy työn kuluessa omatoimisesti muuttamaan etukäteissuunnitelmaansa tilanteen niin vaatiessa siten, että se vastaa parhaiten lopputuloksen toteutumista</li> <li>- pystyy itsenäisesti valmistamaan työpiirustuksen mukaisen työkappaleen (tuotteen) siten, että se täyttää kaikilta osin laatuvaatimukset, jotka konepajateollisuus on levy- ja teräsrakenteosille asettanut</li> <li>- pystyy tekemään levyntyöstökoneeseen tarvittavat teräasetukset sekä syöttämään tarvittavat työkaluasetustiedot työkalurekisteriin tai pystyy tekemään hitsauslaitteen tarvittavat työkaluasetukset</li> <li>- osaa lukea ja editoida valmista NC-ohjelmaa ja tehdä siihen tarvittavat korjaukset</li> <li>- osaa tulkita vieraskielisiä (englanti) vikailmoituksia ja tehdä niiden edellyttämät korjaukset</li> <li>- tekee työn kohtuullisessa ajassa ja käyttää aikansa tehokkaasti</li> <li>- pystyy oma-aloitteisesti arvioimaan itseään ja työsuoritustaan myös työskentelyn aikana ja parantaa ja muuttaa työsuoritustaan tarvittaessa tarkoituksenmukaiseen suuntaan</li> </ul>

<p><b>Kiitettävä K5</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- käyttää valittuja työmenetelmiä omatoimisesti tehokkaasti ja oikein</li> <li>- pystyy omatoimisesti arvioimaan ja kehittämään työskentelytapojaan</li> <li>- pystyy itsenäisesti käyttämään NC-levyntyöstökoneetta tai NC-hitsauslaitetta ja niiden oheislaitteita</li> <li>- pystyy suorittamaan levyntyöstökoneen tai hitsauslaitteen päivittäiset tarkastus-, käyttö- ja huoltotoimet</li> <li>- pystyy työpiirustuksen perusteella itsenäisesti ja tietoisesti valitsemaan sekä hankkimaan materiaalivarastosta työhönsä parhaiten soveltuvan materiaalin siten, että materiaalihukka on mahdollisimman pieni</li> <li>- huolehtii omatoimisesti jätepalloista ja materiaalivaraston järjestyksestä</li> <li>- hallitsee ammattialan ydinsisällöt ja pystyy itsenäisesti ja tietoisesti soveltamaan niitä työhönsä parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi</li> <li>- käyttää tietojaan tehokkaasti ja pystyy tarvittaessa etsimään omatoimisesti lisätietoja käytettävissä olevista lähteistä</li> <li>- pystyy itsenäisesti ja oma-aloitteisesti valitsemaan työhönsä turvalliset työmenetelmät sekä työjärjestyksen</li> <li>- noudattaa tinkimättä annettuja työturvallisuusohjeita ja – määräyksiä</li> <li>- käyttää oma-aloitteisesti konekohtaisia suojalaitteita ja henkilökohtaisia suojavälineitä sekä ottaa huomioon myös muut lähistöllä työskentelevät ja heidän työturvallisuutensa</li> <li>- suorittaa painavien levyaihioiden nostot turvallisesti</li> <li>- pitää työpaikkansa siistinä ja järjestyksessä sekä huolehtii tarkoituksenmukaisesta ja oikeaoppisesta jätteiden käsittelystä</li> <li>- toimii oma-aloitteisesti työturvallisuuden ja viihtyisän työympäristön kehittämiseksi</li> <li>- työskentelee vastuuntuntoisesti</li> <li>- varmistaa kaikissa tilanteissa, että koneen vaurioitusvaaraa ei ole</li> <li>- omaa erityisen hyvät tietotekniset valmiudet</li> <li>- toimii kokonaistaloudelliset seikat huomioon ottaen ja varmistaa aina, että työn epäonnistumisen vaaraa ei ole</li> </ul>
-----------------------------	--

<p><b>Arvioinnin toteutus</b></p>	<p>Arvosana muodostuu opintojaksojen arvosanoista (esim. kokeet, tehtävät harjoitustyöt, projektit tms.) sekä ammattiosaamisen näytön arvosanasta tai mahdollisesti vain ammattiosaamisen näytöstä . Näytön ja muun arvioinnin suhde riippuu siitä montako keskeistä osaamista ammattiosaamisen näytöissä suoritetaan.</p>
<p><b>Ammattiosaamisen näyttö</b></p>	

<b>Keskeinen osaaminen, mikä näytetään</b>	<p>Näytössä opiskelija valmistaa numeerisesti ohjelmoitavalla levyntyöstökoneella tai hitsauslaitteella työpiirustuksen mukaisen monimuotoisen työkappaleen (levyosan tai tuotteen). Työn tulee olla suorittajalle uusi, eli hän ei ole valmistanut juuri täsmälleen samanlaista työkappaletta aikaisemmin.</p> <p>Valmistettavassa työkappaleessa on oltava tavanomaisilta levytyösiltä vaadittavia muotoja ja elementtejä, kuten suoria leikkauksia, kaarevia leikkauksia, särmäyksiä, pyörityksiä, erimuotoisia reikiä ja hitsisaumoja. Jos suinkin on mahdollista, samassa työkappaleessa on oltava useampia mainituista muodoista ja elementeistä.</p> <p>Valmistuksen mittatarkkuuden tulee vastata normaaleja konepajateollisuuden vaatimuksia mittatoleranssien sekä työtapakohtaisten toleranssien suhteen. Myös työssä käsiteltyjen pintojen laatuvaatimusten tulee vastata normaaleja levy- ja hitsaustöille asetettuja vaatimuksia.</p> <p>Opiskelija suorittaa työn käytössä olevalla numeerisesti ohjelmoitavalla levyntyöstökoneella tai hitsauslaitteella, joka voi olla esimerkiksi NC-polttoleikkauskone, NC-plasmaleikkauskone, NC-laserleikkauskone, NC-levytyökeskus, NC-särmäyspuristin tai NC-hitsausrobotti.</p> <p>Opiskelija laatii työhön kuuluvan NC-ohjelman lisäksi myös varsinaisen työsuunnitelman. Suunnitelmassa otetaan huomioon muun muassa</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• raaka-aineen valinta</li><li>• levynkäsittelysuunnitelma</li><li>• työkappaleiden sijoittelu</li><li>• työvarojen määrittäminen</li><li>• työkappaleen kiinnityksen suunnittelu</li><li>• origon paikan valinta ohjelmalle</li><li>• työjärjestyksen (työvaiheiden) suunnittelu</li><li>• työkalujen (suuttimien, terien, yms.) valinta</li><li>• työkaluasetustietojen määrittäminen</li><li>• leikkaus- ja hitsausarvojen valinta</li><li>• mahdollisista aliohjelmista päättäminen</li><li>• tarvittavien mittavälineiden valinta.</li></ul> <p>Opiskelija laatii työhön liittyen myös yksinkertaisen työpiirustuksen CAD-ohjelman avulla. Hän suorittaa varsinaisen NC-ohjelmoinnin vaihtoehtoisesti manuaalisena, NC-grafiikka- tai CAM-ohjelmointina.</p> <p>Opiskelija käyttää NC-ohjelmassa valmiita makroja ja tarvittaessa aliohjelmiä. Hän määrittää ohjelman nollapisteen paikan, samoin kuin nollapisteen paikan levyntyöstökoneella tai hitsauslaitteella. Opiskelija suorittaa ohjelman testauksen ja editoinnin joko</p>
--	--



	<p>työaseman näyttöruudulla tai varsinaisen työkoneen näyttöruudulla. Ohjelman ensimmäinen varsinainen koeajo (testaus) on suositeltavaa tehdä ilmassa ilman työkappaletta.</p> <p>Opiskelija valitsee työhön soveltuvat suuttimet, pistimet, terät yms. ja tekee tarvittavat teräasetukset. Hän määrittelee tarvittavat työkaluasetustiedot ja syöttää ne työkoneeseen. Opiskelija myös huoltaa tarvittaessa suuttimet, terät, työvälaineet ja mittavälaineet.</p> <p>Opiskelija suunnittelee työkappaleen tai levyaihion sijoittelun ja kiinnityksen sekä tarvittavat asetukset. Hän suunnittelee ja suorittaa tarvittaessa myös painavien levyjen nostot.</p> <p>Opiskelija huolehtii omastaan ja ympäristön työturvallisuudesta. Se kuuluu oleellisena osana näyttöön.</p> <p>Opiskelija tarkastaa työkappaleen mitat toleransseineen ja vertaa niitä piirustuksen asettamiin vaatimuksiin. Hän arvioi työpiirustuksessa esitettyjen mittojen ja pinnanlaadun toteutumisen ja tekee tarvittaessa vaadittavat korjaustoimet työkoneella.</p> <p>Opiskelija suorittaa myös valmistettavan työkappaleen viimeistelyn.</p> <p>Opiskelija huolehtii levyntyöstökoneen tai hitsauslaitteen päivittäisistä puhdistus- ja huoltotoimista. Lisäksi hän tarkkailee mm. savukaasuimureiden pölysuodattimien puhtautta ja oikeaa käyttöä työskentelyn aikana.</p> <p>Näyttötehtävien suunnittelussa ja valinnassa tulee ottaa huomioon edellä olevassa näytön kuvauksessa esitetyt seikat mahdollisimman monipuolisesti. On tärkeää, että opintokokonaisuuden keskeinen sisältö tulee näytössä esille.</p> <p>Täten varmistetaan, että eri puolilla valtakuntaa suoritettut näytöt ovat keskenään mahdollisimman samanarvoisia.</p>
<p><b>Näyttöympäristö</b></p>	<p>Näyttö suoritetaan työtilassa, joka on työskentelyolosuhteiltaan sekä kone- ja laitekannaltaan NC-levyntyöstöön tai NC-hitsaukseen soveltuva. Levyntyöstökoneiden ja hitsauslaitteiden työturvallisuus konekohtaisine suojalaitteineen on toteutettu asiallisesti, ja henkilökohtaisia suojavälaineitä on tarvittaessa käytettävissä. Näyttöympäristön työturvallisuusasiat on kokonaisuudessaan toteutettu voimassa olevien työsuojeluohjeiden ja -määräysten mukaisesti.</p> <p>Näyttöön soveltuva työkone voi olla esimerkiksi numeerisesti ohjelmitava levyntyöstökone tai hitsauslaite. Numeerisesti ohjelmitava levyntyöstökone on esimerkiksi NC-polttoleikkauskone, NC-plasmaleikkauskone, NC-</p>

	<p>laserleikkauskone, NC-levytyökeskus tai NC-särmäyspuristin. Numeerisesti ohjelmoitava hitsauslaite on esimerkiksi NC-hitsausrobotti. Ohjelmointikielenä käytetään teollisuudessa käytössä olevia ohjelmointikieliä.</p> <p>Käytettävän numeerisesti ohjelmoitavan levyntyöstökoneen tai hitsauslaitteen on oltava täysin toimintakunnossa ja huollettu näytön järjestäjän toimesta. Käytettävissä on oltava myös kyseisen koneen tai laitteen käyttöohjekirja ja ohjelmointiopas.</p> <p>On suositeltavaa, että käytettävissä on työkoneen lisäksi myös erillinen työasema, joka on varustettu CAD-piirustusohjelmalla sekä jollain CAM-ohjelmalla. Työasemalta on esimerkiksi suora kaapeliyhteys käytettävään työkoneeseen.</p> <p>Edellisten lisäksi käytössä on oltava tehtävään työhön soveltuvat mittavälineet sekä kaikki muut tarvittavat työvälineet (terät, avaimet yms.). Lisäksi näytön järjestäjän tulee etukäteen hankkia tarvittava materiaali sekä mahdolliset varaosat ja tarvikkeet (suuttimet, yms.).</p> <p>Näytössä opiskelijalla saa olla käytössään kaikki tarvittava oheismateriaali, kuten leikkausarvotaulukot, hitsausarvotaulukot, toleranssitaulukot yms. Mukana saa olla myös esimerkiksi tarvittava ammattikirjallisuus, aiemmin itse tehdyt harjoitus- ja malliohjelmat sekä muistiinpanot. Lisäksi käytettävissä on oltava taskulaskin ja muistiinpanovälineet.</p> <p>Näyttö annetaan pääsääntöisesti yksilösuorituksena, mutta se voidaan antaa tilanteen niin vaatiessa myös työryhmän jäsenenä.</p> <p>Näytön arviointiin osallistuvat henkilöt on nimettävä etukäteen. Heidän on oltava paikalla sovitun aikataulun mukaisesti.</p> <p>Näyttö voidaan toteuttaa työpaikalla työssäoppimisen yhteydessä tai oppilaitoksen työsalissa.</p>
<b>Ammattiosaamisen näytön ajankohta</b>	Näyttö voidaan suorittaa, kun keskeinen osaaminen on saavutettu, pääsääntöisesti ensimmäisen vuoden keväällä.
<b>Näytön toteutus</b>	Näyttö toteutetaan yleensä oppilaitoksen työtiloissa. Myös muu alan opettajien hyväksymä paikka tulee kysymykseen.
<b>Arviointikriteerit</b>	Metallialan kansallisen näyttöaineiston mukaan.
<b>Osaamisen tunnustaminen</b>	Opintokokonaisuus voidaan tunnustaa, mikäli tässä opintokokonaisuudessa vaadittu osaaminen on suoritettu aikaisempien opintojen yhteydessä tai hankittu muutoin. Tarvittaessa osaamisen vastaavuus on osoitettava näytöin. Osaamisen tunnustaminen tarkennetaan opiskelijan henkilökohtaisessa opiskelusuunnitelmassa.

**1. vuoden yleisopinnoista****Opintojakson rakenne**

<b>Opintojakso</b>	<b>Automaatio- ja NC-tekniikka</b>
<b>Laajuus</b>	<b>3 ov</b> (2. vuosi)
<b>Tavoitteet</b>	Automaatiotekniikan opintojakson suorittaneella tulee olla riittävät pneumatiikan ja hydrauliiikan perustiedot. Hänen on ymmärrettävä kytkentäkaavioita ja osattava selvittää yksinkertaisia toimintoja piirtämällä.
<b>Keskeinen sisältö</b>	Pneumatiikan perusteet Hydrauliikan perusteet
<b>Opiskelutavat</b>	
<b>Luokkahuoneopiskelu</b>	Luokkahuone opiskelussa pääsisältönä <ul style="list-style-type: none"> <li>- pneumatiikan teoria</li> <li>- hydrauliiikan teoria</li> </ul>
<b>Työsaliopiskelu</b>	Työsalissa suoritetaan teoriaopintoihin liittyvät peruskytkennät.
<b>Työssäoppiminen</b>	Ei työssäoppimista tässä opintojaksossa
<b>Itsenäinen opiskelu</b>	Harjoitus ym. tehtävät.
<b>Oppimateriaali</b>	Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat harjoitustehtävät.
<b>Kytkenät muihin opintoihin</b>	Ei edellytä aiempia opintoja.
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettujen lähiopiskelutehtävien, harjoitustyöiden ja kokeiden.
<b>Arviointikriteerit</b>	Ähtärin ammatti-instituutin opetussuunnitelma
<b>Tyydyttävä T1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opiskelija pystyy ohjattuna asentamaan pääsääntöisesti kytkentäkaavion mukaisen järjestelmän siten, että se täyttää asennuksen laatuvaatimukset.</li> <li>- Kytketyn järjestelmän on lisäksi oltava pienin korjauksin hyväksyttävissä.</li> <li>- Työn valmistusaika on melko suuri, mutta ei kohtuuton.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opiskelija pystyy johdateltuna arvioimaan itseään ja työsuoritustaan jälkikäteen niin, että hän tietää mahdolliset virheet.</li> </ul>
<b>Tyydyttävä T2</b>	Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.
<b>Hyvä H3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opiskelija pystyy lähes itsenäisesti asentamaan kytkentäkaavion mukaisen järjestelmän siten, että se pääsääntöisesti täyttää asennuksen laatuvaatimukset.</li> <li>- Työn valmistusaika on tavanomaista suurempi, mutta silti kohtuullinen ja opiskelija pyrkii käyttämään aikansa tehokkaasti.</li> <li>- Opiskelija pystyy arvioimaan itseään ja työsuoritustaan jälkikäteen niin, että hän pystyisi uudelleen tehtynä eliminoimaan mahdolliset virheet.</li> </ul>
<b>Hyvä H4</b>	Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.
<b>Kiitettävä K5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opiskelija pystyy itsenäisesti asentamaan kytkentäkaavion mukaisen järjestelmän tai kytkennän siten, että se täyttää asennuksen laatuvaatimukset ja on toimiva.</li> <li>- Työn valmistusaika on kohtuullinen ja opiskelija käyttää aikansa tehokkaasti.</li> <li>- Opiskelija pystyy oma-aloitteisesti arvioimaan itseään ja osaa työsuorituksen jälkeen tiedostaa oman toimintansa kehittämistä vaativat alueet.</li> </ul>

## Opintojakson rakenne

<b>Opintojakso</b>	<b>Alumiinin ja ruostumattoman teräksen levy- ja hitsaustyöt</b>
<b>Laajuus</b>	<b>20 ov (6 ov / 14 ov)</b>
<b>Tavoitteet</b>	<p><b>Tavoitteet</b></p> <p>Opintokokonaisuuden yleistavoitteena:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alumiinin ja ruostumattoman teräksen hitsaustaito</li> <li>- Opiskelijan tulee osata kaikissa työvaiheissa huolehtia työturvallisuudesta ja henkilökohtaisista suojarusteistaan.</li> <li>- Hänen on osattava tehdä raskaiden kappaleiden ja suurien levyjen ja muototeräksien nostoja ja siirtoja turvallisesti.</li> </ul>
<b>Opiskelutavat</b>	Työsali-, teorialuokkaopetus ja työssäoppiminen.
<b>Työssäoppiminen</b>	2. vuonna jakso III 3. vuonna jaksot IV-V
<b>Oppimateriaali</b>	Oppimateriaalina alan ammattikirjallisuus sekä opettajien laatimat harjoitustehtävät.
<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arviointiin vaikuttaa läsnäolo lähiopiskelutunneilla sekä hyväksytysti suoritettut lähiopiskelutehtävät, harjoitustyöt ja kokeet.
<b>Arviointikriteerit</b>	<p>Opetushallituksen määrittelemät opetussuunnitelman perusteet:  <a href="http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf">www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf</a></p> <p>Kansallinen näyttöaineisto:  <a href="http://db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc">db3.oph.fi/esr/tiedostot/Kone_ja_metalli.doc</a></p>
<b>Tyydyttävä T1</b>	<p><b>Tyydyttävä T1</b></p> <p>Opiskelijan on :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- osattava tehdä levy- ja muototerästöiden perustyömenetelmät</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- osattava levy- ja teräsrakennetöiden kokoonpanohitsauksen perusteet</li> <li>- osattava levyjen ja muototerästen katkaisu ja muotoilu</li> <li>- huolehdittava työturvallisuudesta kaikissa työvaiheissa</li> <li>- osattava hitsata alumiinia MIG-hitsausprosessilla</li> <li>- osattava hitsata ruostumatonta terästä MIG-prosessilla</li> </ul> <p>osattava peitata ruostumaton hitsisauma.</p>
<b>Tyydyttävä T2</b>	<p>Opiskelija tavoittaa T1-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin H3 arvioinnin kriteereihin.</p>
<b>Hyvä H3</b>	<p>Opiskelijan on :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- osattava hitsata alumiinia MIG/TIG-hitsausprosessilla</li> </ul> <p>osattava hitsata ruostumatonta terästä MIG/ TIG-prosessilla.</p>
<b>Hyvä H4</b>	<p>Opiskelija tavoittaa H3-tason helposti, mutta ei kuitenkaan yllä täysin K5 arvioinnin kriteereihin.</p>
<b>Kiitettävä K5</b>	<p>Edellisten lisäksi opiskelija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- osaa tehdä mahdollisia teräsrakenteiden muotoilu-, taivutus- ja oikaisutöitä</li> <li>- osaa hitsata kokoonpanohitsauksia</li> <li>- pystyy itsenäisesti tekemään levytyökoneisiin tarvittavat asetukset ja säädöt</li> <li>- osaa tehdä kokoonpanun rakenteen mitta-, muoto- ja sijaintivaatimusten tarkastusmittaukset</li> </ul> <p>osaa tehdä itsenäisesti hitsausarvojen valinnan.</p>

<b>Arvioinnin toteutus</b>	Arvosana muodostuu opintojaksojen arvosanoista (esim. kokeet, tehtävät harjoitustyöt, projektit tms.) sekä ammattiosaamisen näytön arvosanasta tai mahdollisesti vain ammattiosaamisen näytöstä . Näytön ja muun arvioinnin suhde riippuu siitä montako keskeistä osaamista ammattiosaamisen näytöissä suoritetaan.
<b>Ammattiosaamisen näyttö</b>	
<b>Keskeinen osaaminen, mikä näytetään</b>	
<b>Näyttöympäristö</b>	Näyttö toteutetaan oppilaitoksessa tai muussa alan opettajien hyväksymässä paikassa.
<b>Ammattiosaamisen näytön ajankohta</b>	Näyttö voidaan suorittaa, kun keskeinen osaaminen on saavutettu, pääsääntöisesti ensimmäisen vuoden keväällä.
<b>Näytön toteutus</b>	Näyttö toteutetaan yleensä oppilaitoksen työtiloissa. Myös muu alan opettajien hyväksymä paikka tulee kysymykseen.
<b>Arviointikriteerit</b>	Metallialan kansallisen näyttöaineiston mukaan.
<b>Osaamisen tunnustaminen</b>	Opintokokonaisuus voidaan tunnustaa, mikäli tässä opintokokonaisuudessa vaadittu osaaminen on suoritettu aikaisempien opintojen yhteydessä tai hankittu muutoin. Tarvittaessa osaamisen vastaavuus on osoitettava näytöin. Osaamisen tunnustaminen tarkennetaan opiskelijan henkilökohtaisessa opiskelusuunnitelmassa.