

Rikkovan aineenkoetuspalvelun näytteenvalmistuksen ja testausten kustannusten määrittäminen

MineSteel-projekti

Piia Ailimpieti

Tuotantotalouden opinnäytetyö
Kone- ja tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyöni tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmälle. Haluan kiittää opinnäytetyöni valmistumisesta kaikkia, jotka ovat jollain tapaa vaikuttaneet ja auttaneet tämän työni etenemisessä sekä valmistumisessa.

Suurimman kiitoksen haluan osoittaa opinnäytetyöni toimeksiantajalle TkL Timo Kaupille, joka järjesti mahdollisuuden ja mielenkiintoisen aiheen opinnäytetyölleni. Kiitoksen asiantuntevista neuvoista, ohjauksesta ja opetuksesta ansaitsevat myös työni ohjaaja DI Tuomo Palokangas ja toimeksiantajan puolelta projekti-insinööri Heidi Kalliosalo sekä DI Rauno Toppila.

Haluan osoittaa kiitokseni avopuolisolleni ja perheelleni kärsivällisyydestä sekä kannustuksesta opintojeni aikana, mutta eritoten tämän opinnäytetyöprojektin aikana.

Kemissä 16.4.2012

Piia Ailinpieti

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekijä:	Piia Ailinpieti
Opinnäytetyön nimi:	Rikkovan aineenkoetuspalvelun näytteenvalmistuksen ja testauksen kustannusten määrittäminen
Sivuja (+liitteitä):	46+4
<p>Opinnäytetyö tehtiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmälle. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vastata rikkovan aineenkoetuksen testauspalveluiden tarkennettavaan kustannusrakenteeseen. Opinnäytetyö rajattiin käsittelemään iskukoetta, vetokoetta ja rajamuovattavuutta. Työssä tuli tehdä prosessikaaviot näytteenvalmistuksesta näille kokeille. Työssä tuli pureutua laboratoriostandardin SFS-EN 17025 vaatimuksiin ja etsiä epäkohtia toiminnasta korjattavaksi ennen standardin auditointia.</p> <p>Kustannusten selvittämistä rajasi aikaisemmin toiminnalle valittu toimintolaskentamalli ja sen mukaan tehdyt kustannuslaskelmat. Vastaavia laskelmia ei lähdetty tässä työssä uusimaan vaan laskentamallia hyödynnettiin laskemalla näytteenvalmistuksen sekä testauksen todenperäiset kustannukset, joita voidaan hyödyntää tarjousten laadinnassa. Näytteenvalmistukseen vaadittujen työprosessikuvausten laatiminen vaati teoriaan perehtymistä veto- ja iskukokeiden sekä rajamuovattavuuden osalta. Todenperäisten kustannustietojen luomiseksi ja oikeiden työaikojen saavuttamiseksi työssä hyödynnettiin tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan ammattitaitoista henkilöstöä haastatteleamalla.</p> <p>Työssä selvitettiin näytteen valmistuksen ja testauksen työajat erisuuruisille testauserille. Työssä laskettiin ohjeistavat kustannukset toiminnalle rajattujen kokeiden osalta. Kustannusten selvityksessä huomioitiin operaattoreista ja laitteista aiheutuvat kustannukset sekä laskettiin työstöaikoja hyväksikäyttäen laitteiden tuntihinnoista aiheutuvat kustannukset. Standardin SFS-EN 17025 vaatimat työprosessikaaviot piirrettiin näytteenvalmistuksesta Visio-ohjelmalla. Työn aikana tehtiin lisäksi kehityskeskustelukysely, jonka tuloksia voidaan hyödyntää toiminnan kehittämiseksi.</p>	
Asiasanat: aineenkoetus, vetokoe, iskukoe, muovaus, kustannukset, toimintolaskenta	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Name:	Piia Ailimpieti
Title:	Definition of the cost structure of sample production and material testing
Pages (+appendices):	46+4
<p>This Bachelor's Thesis was carried out for the Material Usability Research Group of the Research, Development and Innovation Department at Kemi-Tornio University of Applied Sciences. The purpose of the thesis was to determine the cost structure of the test services for destructive testing concentrating on the tension test, impact test and sheet metal test. In addition, flowcharts were created for these tests. In this project the research laboratory standard requirements of the SFS-EN 17025 were examined and errors were determined and cleared before auditing.</p> <p>The activity-based costing model that was previously used in the organization to calculate the costs, was utilized in this thesis to calculate the realistic costs of sample production and material testing. These costs are to be used when drawing up offers. The subjects of destructive testing and cost accounting in general were studied to carry out this thesis. The theory of this thesis is based on literature resources, standards, lecture material and conversations with the personnel of the Research, Development and Innovation Department at Kemi-Tornio University of Applied Sciences.</p> <p>In this project processing methods and times for material testing of various sample sizes were examined. The costs caused by the operators and equipment were taken into account when examining the operational costs. During the thesis charts for sample production were created by using Visio-program and questionnaire for the personnel was established in order to develop the organization's operations.</p>	
Keywords: material testing, tensile test, impact test, sheet metal test, cost, activity-based costing	

SISÄLLYS

Tiivistelmä.....	II
1 Johdanto.....	1
2 Aineenkoetus	3
2.1 Rikkomaton aineenkoetus	3
2.2 Rikkova aineenkoetus	4
2.2.1 Vetokoe.....	4
2.2.2 Iskukoe	6
2.2.3 Rajamuovattavuuden määrittäminen	8
2.3 Menetelmäkokeiden standardit	11
3 Standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimukset testaus- ja kalibrointilaboratorioille.....	13
3.1 Johtamiseen liittyvät vaatimukset	13
3.2 Tekniset vaatimukset	17
4 Kustannuslaskenta	21
5 Kemin testauspalvelutoiminta standardin 17025 mukaiseksi.....	24
6 Työprosessikuvaukset.....	28
6.1 Vetokoe.....	28
6.2 Iskukoe.....	29
6.3 Muovattavuuskoe.....	32
7 Kustannusten määrittäminen testauslaboratoriolle	33
7.1 Vetokoe.....	33
7.2 Iskukoe.....	35
7.3 Muovattavuuskoe.....	37
8 Yhteenveto ja pohdinta.....	39
9 Lähdeluettelo	44
10 Liiteluettelo.....	46

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

TKI	tutkimus, kehitys ja innovaatio
MKT	materiaalin käytettävyyden tutkimusryhmä
JTS	JaloteräsStudio
DT	Destructive testing, rikkova aineenkoetus
ABC	Activity based costing, toimintoperusteinen kustannuslaskelma
FLC	Forming limit curve, rajamuovattavuuskäyrä
FLD	Forming limit diagram, rajamuovattavuuspiirros
ϵ_1	Major principal strain, ensimmäinen päävenymä
ϵ_2	Minor principal strain, toinen päävenymä
NDT	Non destructive testing, rikkomaton aineenkoetus

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmälle. MKT soveltaa materiaali- ja tuotantotekniikkaa metallialan yritysten tuotekehityksen ongelmien ratkaisuun ja koulutukseen. Ruostumattomien terästen osaamistason mittaamisessa auttaa yhteistyö Outokumpu Tornion tutkimuskeskuksen ja ultralujien rakenne- sekä kulutusterästen osalta yhteistyö Rautaruukin Raahen tutkimuskeskuksen kanssa.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmä on lähtenyt kunnolla käyntiin M-lab/Hydro - hankkeella vuonna 2008, minkä aikana muun muassa investoitiin nykyaikaiset tutkimuslaitteet. Tekniikan tärkeimmät tutkimusalueet ovat optinen mittaustekniikka, kunnossapito ja materiaalien käytettävyys. Lisäksi TKI-laboratorio ja sulautettujen järjestelmien asiantuntijatiimi vahvistavat tutkimusryhmien toimintaa Kemissä. Tuotekehityksellä ja protovalmistuksella on käytössään Tornioon rakennetut toimitilat, JaloteräsStudio sekä lisäksi Kemin ja Tornion ammattiopistojen metallialan henkilö- ja laiteresurssit.

Työn lähtökohta, tavoitteet ja rajaus

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on vastata rikkovan aineenkoetuksen testauspalveluiden tarkennettavaan kustannusrakenteeseen. Olemassa olevat kustannuslaskelmat on laskettu toiminnan alkuvaiheessa, jolloin kokemuseräistä tietoa ei ole ollut niin paljon käytettävissä. Opinnäytetyön tavoitteena on määritellä rikkovan aineenkoetuksen testauspalveluiden kustannukset iskukokeen, vetokokeen ja rajamuovattavuuden osalta kokemuseräisen tiedon avulla, jota työn aikana tulee kerätä. Opinnäytetyössä esitellään standardin SFS-EN ISO/IEC 17025 vaatimuksien huomioiminen testauspalveluissa, sillä toiminnan tavoitteena on kehittää laboratorion testaustoiminta laboratorion standardin mukaiseksi vuoden 2012 aikana. Työn aikana tehdään työprosessikaaviot näytteenvalmistuksesta JaloteräsStudiolle. Työssä tullaan laatimaan mahdollisia kehitysehdotuksia näytteenvalmistusketjun toimintaan.

Opinnäytetyö tehdään 1.1.2012 käynnistyneeseen TEKES- EAKR-rahoitteiseen Mine Steel-hankkeeseen, joka kuuluu Tekesin Green Mining- ohjelmaan. Opinnäytetyössä syntyvät tulokset ovat julkisia ja ne tullaan julkaisemaan osana MineSteel-projektin tuloksia.

2 AINEENKOETUS

Aineenkoetus on materiaalien ominaisuuksien tutkimista erilaisia koemenetelmiä käyttäen. Jotta mittaukset olisivat vertailukelpoisia, ovat koemenetelmät standardisoituja. Aineenkoetusta tehdään eri valmistusvaiheissa, joita ovat:

- valmistustarkastus
- lopputarkastus
- materiaalitutkimus
- materiaalien kehitystyö.

Kokeiden avulla halutaan tutkia, miten materiaalin ominaisuudet on saavutettu, vastaavatko tulokset tavoitearvoja tai täyttääkö materiaali standardin mukaiset vaatimukset. (Koivisto, Laitinen, Niinimäki, Tiainen, Tiilikka & Tuomikoski 2010, 15)

2.1 Rikkomaton aineenkoetus

Materiaalin ominaisuuksia tutkitaan muun muassa rikkomattomia aineenkoetusmenetelmiä käyttäen, jossa nimensä mukaisesti koekappaleita ei rikota testauksen aikana. Valmistuksen ja käytön aikana syntyneitä materiaaliveikkoja halutaan yleensä tutkia tällä menetelmällä. Rikkomatonta aineenkoetusta suorittavien henkilöiden pätevyys tulee tehdä standardin SFS-EN 473 mukaan, jonka jälkeen henkilöt ovat päteviä suorittamaan taulukon 1 mukaisia NDT-menetelmiä koekappaleilla. (Suominen 2011, 10)

Taulukko 1. NDT-menetelmien tunnuksia (SFS-EN 473, 14, hakupäivä 21.2.2012)

NDT – menetelmä:	Tunnus:
Akustinen emissio	AT
Pyörrevirtatarkastus	ET
Vuototarkastus	LT
Magneettijauhetarkastus	MT
Tunkemanestetarkastus	PT
Ultraäänitarkastus	UT

Silmämääräinen tarkastus	VT
Radiograafinen tarkastus	RT

Menetelmän valintaan vaikuttava tärkein tekijä riippuu etsittävästä virhetyypistä. Valmistusvaiheen virheet ovat yleensä sisäisiä tai pinnassa olevia ja käytön aiheuttamat taas yleensä pintavirheitä. Tärkeä on kuitenkin muistaa, että NDT-menetelmä ei paljasta kaikkia virheitä, minkä takia voidaan käyttää myös rikkovaa aineenkoetusmenetelmää. (Suominen 2011, 10)

2.2 Rikkova aineenkoetus

Rikkovalla aineenkoetuksella (DT) tarkoitetaan materiaalin rikkomista sen mekaanisten ominaisuuksien testaamiseksi. Metallisten aineiden koetukseen käytetään lähinnä veto-, kovuus- ja iskutkeyskoetta. Rikkovan aineenkoetuksen menetelmillä voidaan selvittää esimerkiksi hitsin laadun kestävyyttä äärimmäisen paineen alla tai materiaalin käyttäytymistä ja ominaisuuksia. Rikkovaa testausta käytetään aina silloin, kun ominaisuuksia ei voida tutkia ei-rikkovalla testausmenetelmällä. Rikkova testaus osoittaa, miten ja milloin kohteet antavat periksi ja aiheuttavat vahinkoja. (Inspecta 2011, hakupäivä 8.2.2012; Koivisto ym. 2010, 15)

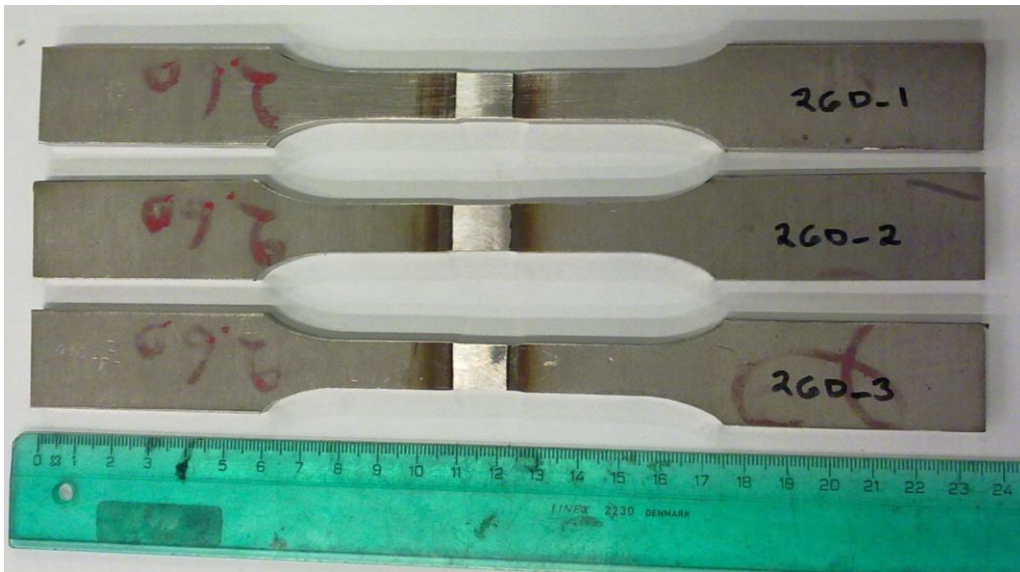
Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan tarkemmin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän rikkovan aineenkoetus testauksen veto- ja iskutkeyskoetta sekä rajamuovattavuuden määrittämistä eli FLC-näytteitä.

2.2.1 Vetokoe

Vetokokeessa koesauvaa vedetään normaalisti katkeamiseen asti siten, että mekaanisista ominaisuuksista voidaan määrittää vähintään yksi. Näitä ominaisuuksia ovat mittapituus, koepituus, pitenemä, venymä, venymämittarin mittapituus, venymämittarin mitta-

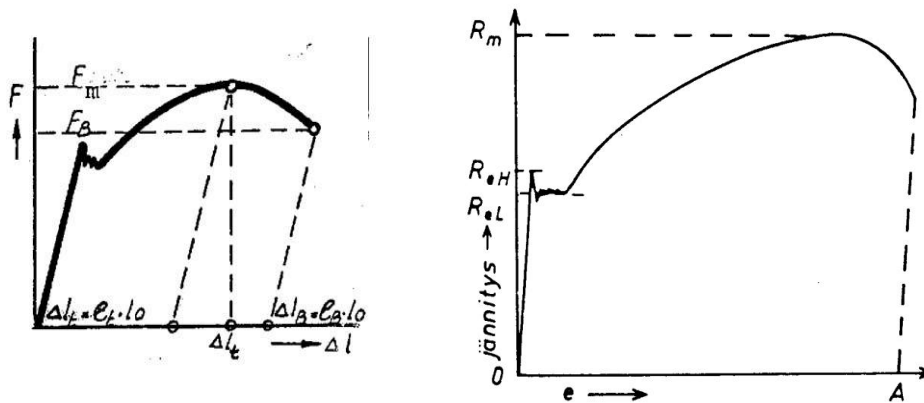
pituuden pitenemä, murtokurouma, suurin voima, jännitys ja/tai murtuminen. Vetokokeen suoritus tehdään huoneenlämpötilassa lämpötila-alueella +10...+35 °C, ellei toisin sovita. (SFS-EN 10002-1, 26,28,30)

Aihiosta, valukappaleesta tai jostakin tuotteesta peräisin olevasta näytteestä työstämällä valmistetaan koesauva. Näiden poikkipinta voi olla ympyrä, neliö, suorakaide, rengasmainen tai erikoistapaus. Suhdesauvoiksi kutsutaan koesauvoja, joiden alkumittapituus ja suoran osan poikkipinta täyttävät ehdon $L_0 = k \sqrt{S_0}$. (SFS-EN 10002-1, 2002, 34)



Kuva 1. Vetosauva (Kalliosalo 24.2.2012, sähköpostiviesti)

Koesauva kuvassa 1 asetetaan vetokoneeseen vetopäiden väliin. Sauvaa vedetään pituusakselin suuntaisesti katkeamiseen saakka. Vedon aikana mitataan vetovoima ja sauvan mittapituuden kasvu. Koneessa oleva piirturi piirtää samalla voimamittamuutospiirroksen tai piirros laaditaan mittaustulosten perusteella. Voimamittamuutospiirroksen voi muuttaa jännitysvenymäpiirrokseksi (kuva 2), jolloin siitä voidaan hyödyntää paremmin. Tämä piirros on sauvan koosta riippumatta aina samanlainen ja kuvaa ainoastaan aineominaisuuksia. (Koivisto ym. 2010, 16–17)



Kuva 2. Voimamittamuutospiirros ja jännitysvenymäpiirros (Nevalainen 2009, hakupäivä 24.2.2012)

2.2.2 Iskukoe



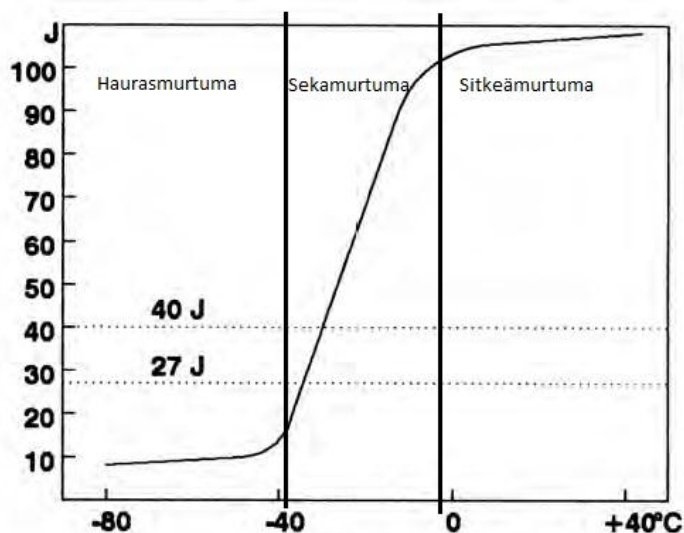
Kuva 3. Perusaineen iskusauva (Kalliosalo 24.2.2012, sähköpostiviesti)

Materiaalit voivat käyttäytyä hauraasti iskumaisessa kuormituksessa ja alhaisissa lämpötiloissa. Näitä ominaisuuksia tutkitaan metallien iskutestikokeessa. Usein iskutestikokeessa käytetään Charpyn heilurivasaraa kuvassa 4, johon asetetaan keskeltä lovettu U- tai V-koesauva, kuten kuvassa 3. Kiilamainen vasara iskee heilurilla molemmista päistä tuettua koesauvaa ja näin katkaisee tai taivuttaa sen. Tässä iskussa kulunut energia määritetään jouleina ja käytetään materiaalin iskutestkeyden mittana. Iskukoe suoritetaan lämpötilassa $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ tai erikseen määrätyn koelämpötilan mukaan. Tuolloin sen toleranssina käytetään $\pm 2\text{ °C}$ ja nämä koelämpötilat ilmoitetaan aina tulosten yhteydessä. (SFS-EN 10045, 1990, 321; Koivisto ym. 2010, 20–21)



Kuva 4. Zwick Roell PSW750 instrumentoitu iskuvasara KTAMK:n tutkimuslaboratoriossa

Eri tavoin mitattuja iskusitkeystuloksia voidaan verrata toisiinsa ainoastaan poikkeustapauksissa, joihin on saatu pohja vertailukokeista. Mikäli iskusitkeyskokeita on tehty eri lämpötiloissa, saadaan iskusitkeys-lämpötila-akselisto -käyrä. Käyrästä kuvassa 5 voidaan erottaa kolme lämpötilasta riippuvaa teräksen iskusitkeys aluetta: sitkeämurtuma, sekamurtuma ja haurasmurtuma. (Koivisto ym. 2010, 21)



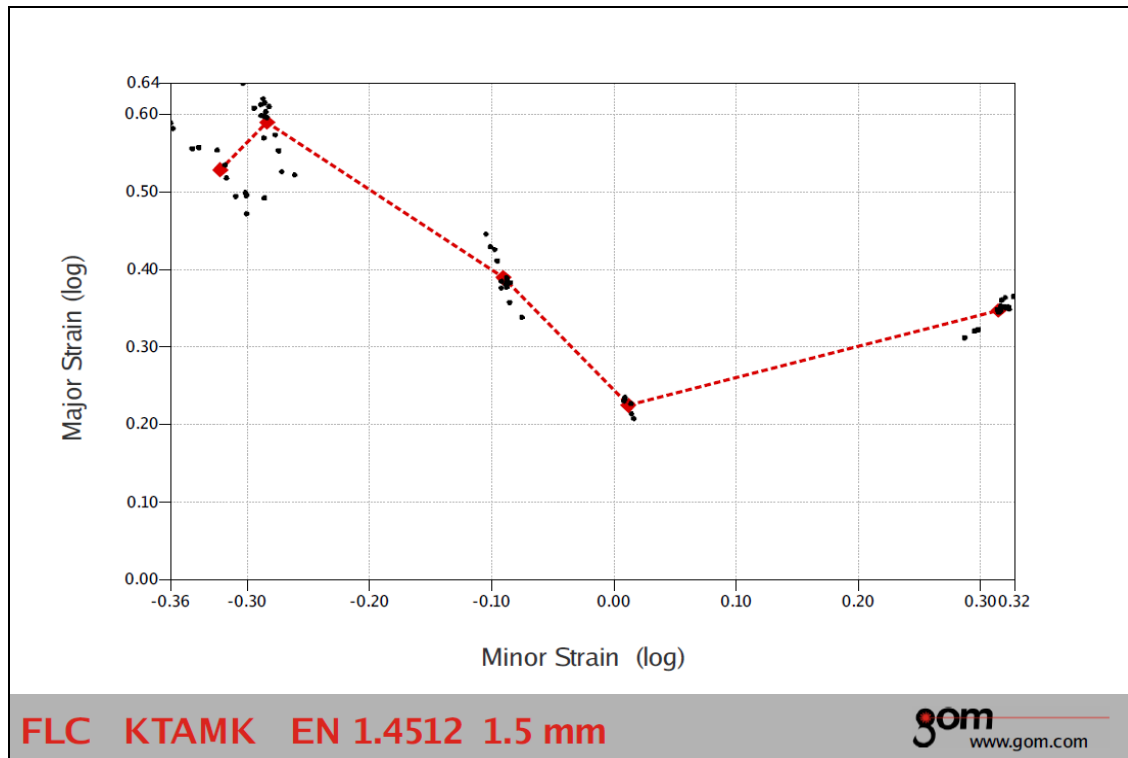
Kuva 5. Transitiokäyrä (Väisänen 2007, 29)

Kuvan 3 mukainen iskusauva työstetään lastuamalla kauttaaltaan. Poikkeuksena pidetään tarkkuusvalettua koesauvaa, jossa kaksi loven symmetriatason suuntaista pintaa voidaan jättää työstämättä. Yleiskoesauvan pituus on 55 mm ja poikkipintaneliön sivut ovat 10 mm sekä keskellä koesauvan pitkää sivua on U- tai V-lovi. (SFS-EN 10045, 1990, 321)

2.2.3 Rajamuovattavuuden määrittäminen

Ohutlevyn kylmämuovattavuus määritellään ohutlevyn kyvyksi kestää muovaus haluttuun muotoon vaurioitumatta. Ohutlevyn muovattavuuteen vaikuttavat materiaaliominaisuudet ja muovausprosessin ominaisuudet. Rajamuovattavuuden määrittämisessä käytettävän koejärjestelyn on tuotettava koekappaleeseen erilaisia vaurion johtavia venymäsuhteita. Syvävetopuristimella venymäsuhteet aiheutetaan erimuotoisten painimien avulla sekä pidätyspainetta ja voitelua muuttamalla. Hydraulisessa pullistuskokeessa voidaan käyttää vetorenkaita, joiden ellipsi reikää muokataan erisuuruiseksi. Syvävetopuoli voidaan määrittää lovetuilla vetosauvoilla. Venytysmuovauskokeissa käytetään yhtä pyöreäpäistä paininta ja muunnetaan koekappaleiden geometriaa. Yleisimmät koemenetelmät ovat kuitenkin Nakajima- ja Marciniak – koejärjestelyt. (Martikainen, Lassi 2006, 52, 54)

Rajamuovattavuuspiirroksen eli FLD:n avulla voidaan määritellä ohutlevyn muovattavuuden rajat tason suuntaisten venymien kautta. Piirroksesta näkyy jokaisen ohutlevymateriaalin ominainen rajamuovattavuuskäyrä (kuva 6), joka erottaa toisistaan onnistuneet ja murtuneet muovaukset. On hyvä huomioida, että FLD:llä ja FLC:llä tarkoitetaan usein samaa asiaa. (Martikainen, Lassi 2006, 53)



Kuva 6. EN 1.4512 rajamuovattavuuskäyrä (Juntunen 2010, 7)

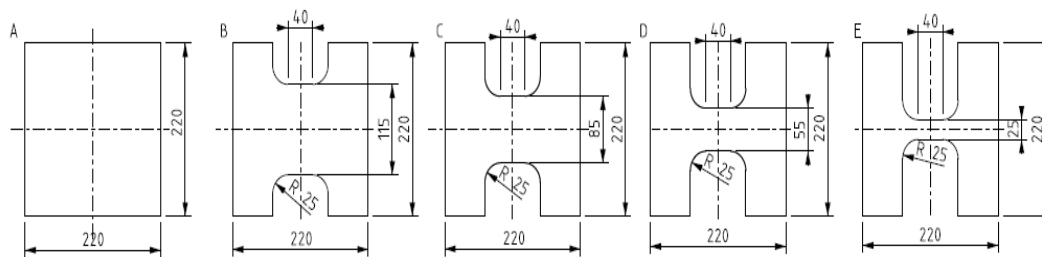
Rajamuovattavuuspiirros esitetään tavallisesti päävenymäkoordinaatistossa, jossa pystyakselilla on ensimmäinen päävenymä (major principal strain) ϵ_1 ja vaakakselilla toinen päävenymä (minor principal strain) ϵ_2 . Ensimmäinen venymä on suurin päävenymä ohutlevyn tasossa ja toinen venymä on ensimmäistä venymää vastaan kohtisuora venymä ohutlevyn tasossa. Positiivinen venymäarvo tarkoittaa venyttävää muodonmuutosta ja negatiivinen taas toisinpäin puristavaa muodonmuutosta. Rajamuovattavuuspiirroksen pystyakselin oikeanpuoleista osaa, jossa molemmat päävenymät ovat positiivisia, kutsutaan venytysmuovauspuoleksi. Vasemmanpuoleista osaa, jossa päävenymä on negatiivinen, kutsutaan syvävetopuoleksi. (Martikainen, Lassi 2006, 53)

Rajamuovattavuuskäyrä määritellään mittaamalla rajavenymät muovatuista koekappaleista. Mittaamisessa käytetään hyödyksi aihion pintaan ennen muovausta tehtyä verkkokuviota, jonka siirtymistä venymät määritetään. Ympyräverkkokuvioista venymät voidaan mitata esimerkiksi mittamikroskoopilla, mittaviivaimella ja neliöverkosta venymäanalyysilaitteiston avulla. Mittaamisessa voidaan käyttää hyväksi myös uudempaa tekniikkaa, jossa aihion pintaan ennen muovausta tehtyä stokastisesta kuvioista mitataan

venymät Aramis-venymämittausanalysointilaitteistolla. (Martikainen, Lassi 2006, 54; Kalliosalo 24.2.2012, sähköposti)

Nakajima- menetelmä

Nakajima-menetelmässä tutkittavasta ohutlevystä leikataan erilevyisiä 200 mm:n pituisia erilaisia tiimalasinmuotoisia näytteitä. Verkkokuvioitua näytteitä muovataan murtumaan halkaisijaltaan 100 mm olevalla puolipallo-painimella. Pidätinrenkaan tehtävänä on pitää näyte paikallaan. Yleensä näytteet muovataan kuivana paitsi poikkeuksena neliönmuotoiset näytteet (kuva 7), joiden apuna käytetään voiteluainetta. Tällä muutetaan hieman venymätilaa ja näin muutetaan mittauspisteiden laajuutta. Kokeiden lukumäärä toistetaan normaalisti vähintään kolmesti. (Martikainen, Lassi 2006, 54)



Kuva 7. Neliönmuotoiset FLC-näytteet (Juntunen 2010, 5)

Koekappaleen murtuma-alue kuvataan muovauksen jälkeen kahdesta eri suunnasta digitaalikameralla. Kuvien ominaisuuksia voidaan muunnella ja mahdollisesti hankautunut verkkokuvio voidaan korjata kuviin ohjelmiston avulla. Kappaleen kolmiulotteinen geometriamalli saadaan luotua kuvien avulla. Kuvat liitetään toisiinsa referenssikuution avulla, joka on kiinnitetty kuvattavaan koekappaleeseen. Yhdessä vaiheessa mitattava alue on normaalisti noin 20 x 20 verkkoruutua. Tällaisen alueen mittaus ja laskenta vie aikaa 10–30 minuuttia. Mittaustuloksen tarkkuuteen vaikuttaa valokuvan resoluutio, kameran asemoinnin tarkkuus ja valokuvien lukumäärä. (Martikainen, Lassi 2006, 54–55)

Venymäanalyysiohjelmisto määrittää kuvista solmupisteiden sijainnit ja laskee silmien suuntaiset venymät. Ohjelmistolla voidaan laskea päävenymät ja niiden suunnat sekä monia muita suureita. Tuloksia voidaan ilmentää graafisilla esityksillä. Venymät voidaan piirtää päävenymäkoordinaatistoon rajamuovattavuuskäyrän määrittämiseksi. Koekappaleiden kaikki pisteet kootaan rajamuovattavuuspiirrokseen ja rajamuovattavuuskäyrä sovitetaan pisteisiin niin, että se kulkee kuroutumaa ja murtumaa vastaavien pisteiden alapuolelta. (Martikainen, Lassi 2006, 55)

2.3 Menetelmäkokeiden standardit

Rikkovaan aineenkoetukseen liittyvien kokeiden testauksessa vaaditaan eri standardien huomioon ottamista. Tähän on laadittu lista isku- ja vetokokeeseen sekä muovattavuuteen liittyvistä SFS-standardeista.

ISKUKOE

SFS-EN 148: EN

Metallic materials, Charpy pendulum impact test. Part 1: Test method 009

SFS-EN ISO 9016

Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Iskukoe. Koesauvan sijainti, loven suunta ja tarkastus.

VETOKOE

SFS-EN ISO 4136

Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Poikittainen vetokoe.

SFS-EN ISO 5178

Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Hitsiaineen pitkittäinen vetokoe sulahitsausliitoksissa.

SFS-EN ISO 6892-1

Metallien vetokoe. Osa1: Vetokoe huoneenlämpötilassa.

SFS-EN ISO 9018

Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Risti- ja päällekkäisliitosten vetokoe.

SFS-EN ISO 14272

Hitsien rikkova aineenkoetus metalleille. Piste- ja käsnähitsien poikittainen vetokoe.

MUOVATTAVUUS KOE

SFS-EN ISO 12004-2

Metallilevyjen ja – nauhojen rajamuovattavuuskäyrien määrittäminen.
Osa2: Rajamuovattavuuskäyrien määrittäminen laboratoriossa.

MUITA TÄRKEITÄ STANDARDEJA

SFS-EN ISO 15614-1 + A1

Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hyväksyntä menetelmäkeella. Osa 1: Terästen kaari ja kaasuhitsaus sekä nikkeli ja nikkelseosten kaarihitsaus.

ISO 9001

Laadun varmistus standardin mukaisesti.

SFS-KÄSIKIRJA 116-2

Hitsien tarkastus. Osa 2: Rikkova aineenkoetus.

3 STANDARDIN SFS-EN ISO/IEC 17025 VAATIMUKSET TESTAUS- JA KALIBROINTILABORATORIOILLE

Kansainvälinen standardi SFS-EN ISO/IEC 17025 sisältää materiaalien testaus- ja kalibrointilaboratorioiden tekniselle pätevyydelle asetetut vaatimukset. Standardissa määritellään vaatimukset päteville testauksille ja/tai kalibroinneille, mukaan lukien näytteenoton. Standardi kattaa kaikki standardisoidut sekä standardisoimattomat että itse kehitetyt testaus ja kalibrointimenetelmät. Standardi on sovellettu käyväksi kaikille organisaatioille ja kaikki, jotka noudattavat standardia, toimivat samalla standardin ISO 9001 mukaisesti. (SFS-EN 17025, 2005, 12)

Tässä työssä koottiin standardin SFS-EN 17025 sisältämät vaatimukset laboratorioille, jotka toimittavat testaus- ja kalibrointilaboratoriotoimintaa. Standardin ensimmäisessä osassa käsitellään johtamiseen liittyviä vaatimuksia, jotka tulee ottaa huomioon laboratoriotoiminnassa. Standardin toinen osa käsittää tekniset vaatimukset, joiden mukaan laboratorion on toimittava tuottaakseen teknisesti luotettavia tuloksia. Organisaation tulee täyttää kaikki nämä standardin SFS-EN 17025 vaatimukset ennen akkreditointia.

3.1 Johtamiseen liittyvät vaatimukset

Johtamiseen liittyvät vaatimukset standardissa määritellään seuraavasti:

- Laboratorion tulee olla oikeudellisesti vastuullinen ja näin vastata testaus- ja kalibrointitoiminnan täyttämistä vaatimuksista.
- Laboratorion tulee täyttää asiakkaiden, viranomaisten ja tunnustuksen myöntävän organisaation tarpeet.
- Johdon on määritettävä vastuut, valtuudet ja keskinäiset suhteet henkilöille, jotka toimivat testaus- ja laboratoriotoiminnassa.
- Laboratorion johtamisjärjestelmän tulee kattaa tehtävät työt. (SFS-EN 17025, 2005, 14)

Laboratoriolla tulee olla pätevä johto ja tekninen henkilökunta tarvittavien valtuuksien ja resurssien hoitamiseen. Toiminnalle täytyy määrittää toimintaperiaatteet ja menettelytavat, jotka takaavat asiakkaan luottamuksellisten tietojen ja omistusoikeuksien suojaamisen. Laboratorion täytyy taata järjestelyt koskien johtoon ja henkilökuntaan kohdistuvien kohtuuttomien sisäisten ja ulkoisten paineiden välttämiseksi. Organisaation tulee huolehtia testaus- ja kalibrointimenetelmiin perehtyneiden henkilöiden riittävästä opastamisesta ja valvonnasta henkilökunnalle ja harjoittelijoille. (SFS-EN 17025, 2005, 14)

Toimintaperiaatteiden ja menettelytapojen tulee sisältää tietoa pätevyyden, puolueettomuuden, arviointikyvyn ja toiminnallisen koskemattomuuden ylläpitämiseksi. Laboratorion organisaation ja johdon rakenne tulee määrittää sekä sen mahdollinen asema emorganisaatiossa että laatujohtamisen, teknisen toiminnan ja tukipalvelujen väliset suhteet. Teknisen johdon vastuulla on kokonaisvastuu teknisistä toimenpiteistä ja tarvittavien resurssien tarjoamisesta vaaditun laadun takaamiseksi. (SFS-EN 17025, 2005, 14)

Henkilökunnan jäsenistä tulee nimetä laaturäpäällikkö, jonka tulee varmistaa, että laatuun liittyvää johtamisjärjestelmää sovelletaan ja noudatetaan jatkuvasti. Laaturäpäälliköllä tulee olla suora yhteys ylimpään johtoon. Vastuuhenkilöille tulee nimetä varahenkilöt. Henkilöstön tulee olla tietoinen työtehtäviensä merkityksestä ja tärkeydestä sekä siitä, miten he vaikuttavat tavoitteiden saavuttamiseen. Ylimmän johdon tulee varmistaa, että käytössä on asianmukaiset sisäisen viestinnän prosessit ja johtamisjärjestelmään vaikuttavista asioista viestitään. (SFS-EN 17025, 2005, 16)

Laboratorion tulee dokumentoida toimintaperiaatteensa, järjestelmänsä, ohjelmansa, menettelytapansa ja ohjeensa riittävän laajasti varmistaa laadun testaus- ja/tai kalibrointituloksissa. Laatuun liittyvän johtamisjärjestelmän toimintaperiaatteet tulee määrittää laatuksikirjassa. Laatupolitiikka julkaistaan ylimmän johdon valtuutuksella. Sen tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

- laboratorion johdon sitoutuminen laatuun palvellessaan asiakkaitaan
- johdon kannanotto palvelun tasosta
- laatuun liittyvän johtamisjärjestelmän tarkoitus

- henkilöstön perehtyminen laatuasiakirjoihin ja soveltaen toimintaperiaatteita ja menettelytapoja työssään
- johdon sitoutuminen kansainvälisen standardin noudattamiseen ja johtamisjärjestelmän vaikuttavuuden jatkuvaan parantamiseen
- laatukäsikirjassa tulee esittää pääpiirteittäin johtamisjärjestelmän dokumentaation rakenne
- ylimmän johdon vastuulla on säilyttää johtamisjärjestelmä yhtenäisenä suunniteltavien muutosten ja käyttöön oton yhteydessä. (SFS-EN 17025, 2005, 16,18)

Laboratorion tulee määrittää menettelytavat, joilla valvotaan johtamisjärjestelmään kuuluvia asiakirjoja, kuten säädökset, standardit, muut normatiiviset asiakirjat, testaus- ja kalibroitimenetelmät, piirustukset, ohjelmistot, spesifikaatiot, ohjeet ja käsikirjat. Kaikki julkaistavat johtamisjärjestelmään kuuluvat asiakirjat tulee tarkistaa ja hyväksyä ennen niiden julkaisemista sellaisen henkilöstön toimesta, jolla on valtuudet tähän. Laboratorion tulee luoda koontiluettelo, josta selviää asiakirjojen voimassaoleva versio ja asiakirjojen jakelu johtamisjärjestelmässä. Käyttöön otetun menettelyn tulee varmistaa, että hyväksytty versio asiakirjoista on saatavilla niissä paikoissa, joissa suoritetaan laboratorion keskeisiä toimintoja. Asiakirjat tulee katselmoida määräajoin ja päivittää tarvittaessa. Pätemättömät ja vanhentuneet asiakirjat tulee poistaa välittömästi kaikista julkaisupaikoista, ja merkitä asianmukaisesti vanhentuneiksi. Laboratorion johtamisjärjestelmän asiakirjojen tulee olla tunnistettavissa julkaisu- tai muutospäivämäärällä, sivunumeroinnilla, sivujen kokonaismäärällä tai merkinnällä, joka osoittaa asiakirjan lopun sekä hyväksyjän/t. (SFS-EN 17025, 2005, 18)

Testaus- ja/tai kalibroititöihin tehdyt tarjouspyynnöt, tarjoukset ja sopimukset tulee dokumentoida menettelytapojen mukaan katselmuksia varten. Näissä asiakirjoissa tulee varmistaa, että vaatimukset ja menetelmät on määritelty, dokumentoitu ja ymmärretty riittäväällä tavalla. Laboratoriolla täytyy olla kyky ja resurssit täyttää nämä vaatimukset. Lisäksi valitaan soveltuva testaus- ja/tai kalibroitimenetelmä, jolla voidaan täyttää asiakkaan vaatimukset. Tärkeintä on ratkaista kaikki tarjouspyyntöjen tai tarjousten ja sopimusten väliset erot ennen työn aloittamista. Laboratorion ja asiakkaan tulee hyväksyä jokainen sopimus. Kaikki katselmuksset, merkittävät neuvottelut ja muutokset tulee yllä-

pitää tallenteina. Asiakkaalle tulee aina ilmoittaa, jos sopimuksista joudutaan poikkeamaan. Myös alihankintana teetetyt työt tulee aina ilmoittaa asiakkaalle etukäteen kirjallisena dokumenttina. Standardissa luetellaan erikseen ohjeet alihankintana teetettävään työhön. (SFS-EN 17025, 2005, 20)

Testauksen ja/tai kalibroinnin laatuun vaikuttavien palveluiden tai tarvikkeiden toimittajat tulee valita ja hankkia määrättyjen toimintaperiaatteiden ja menettelytapojen mukaisesti. Näiden ohjeiden mukaan laboratorio hankkii, vastaanottaa ja varastoi testaukseen ja/tai kalibrointiin tarvittavat hankinnat. Käytettyjen palveluiden ja tarvikkeiden tulee täyttää vaatimukset. Laboratorion tulee arvioida kriittisesti toimittajat, tarvikkeet ja palvelut, joita käytetään. Näistä arvioinneista tulee ylläpitää tallenteita ja listaa. (SFS-EN 17025, 2005, 22)

Laboratorion yhteistyö asiakkaiden ja edustajien kanssa tulee olla yhteistyökykyistä tarjouspyyntöä sekä laboratoriotöitä seuratta. Laboratorion tulee varmistaa luottamuksellisuus kaikkia asiakkaita kohtaan. Asiakkailta tulee hankkia palautetta, jota voidaan analysoida ja hyödyntää laboratorion kehittämiseksi. Laboratorion toimintaperiaatteista tulee löytyä menettelytavat valitusten ratkaisemiseen. Valituksista, selvityksistä ja korjattavista toimenpiteistä tulee ylläpitää tallenteita. (SFS-EN 17025, 2005, 22)

Laboratorion tulee parantaa johtamisjärjestelmää käyttämällä hyväksi laatupolitiikkaa, laatutavoitteita, tietojen analysointia, auditointien tuloksia, korjaavia ja ehkäiseviä toimenpiteitä sekä katselmuksia. Tarvittavien korjausten tekemiseen tulee määritellä tarkoituksenmukaiset valtuudet. Korjattavien toimenpiteiden selvittäminen aloitetaan tutkimalla ongelman todelliset syyt. Laboratorion tulee dokumentoida ja toteuttaa selvitykset päätetyistä toimenpiteistä. Korjattujen toimenpiteiden vaikutusta tulee seurata ja varmistua niiden tehokkuudesta. (SFS-EN 17025, 2005, 26)

Laboratorion tulee luoda menettelytavat laatu- ja teknisten tallenteiden tunnistamiseen, keräämiseen, indeksointiin, saatavuuteen, tallentamiseen, arkistointiin, ylläpitämiseen ja hävittämiseen. Kaikkien tallenteiden säilyttämisaika tulee määritellä. Tallenteiden säilyttäminen tulee olla turvallista ja luottamuksellista. Kaikki havainnot, tiedot ja laskel-

mat tulee tallentaa työn edetessä ja niiden täytyy olla tunnistettavissa tarkoitettuihin tehtäviin kuuluviksi. Tallenteiden virheelliset merkinnät tulee yliviivata ja viereen merkitä oikea arvo. Merkintöjä ei saa poistaa eikä tehdä lukukelvottomiksi. (SFS-EN 17025, 2005, 26)

Laboratorion tulee tehdä sisäisiä auditointeja ennalta määritellyn aikataulun ja menettelyn mukaisesti. Sisäisen auditointiohjelman tulee kattaa kaikki johtamisjärjestelmän kohdat. Auditointien suunnittelu on laatupäällikön vastuulla. Auditoiden tulee olla koulutettuja ja päteviä henkilöitä, jotka resurssien mukaan ovat riippumattomia auditoitavasta toiminnasta. Suositeltava auditointijakso on yksi vuosi. (SFS-EN 17025, 2005, 28)

3.2 Tekniset vaatimukset

Laboratorion testausten- ja kalibrointien oikeellisuuteen ja luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- inhimilliset tekijät
- tilat ja ympäristöolot
- testaus- ja kalibrointimenetelmät
- laitteisto
- mittausten jäljitettävyys
- näytteenotto
- testattavien ja kalibroitavien kohteiden käsittely.

Laboratorion tulee ottaa huomioon yllä mainitut tekijät kehittäessään testaus- ja kalibrointimenetelmiä ja menettelyjä, henkilökunnan koulutuksessa ja pätevöittämisessä sekä laitteiden valinnassa. Johdon vastuulla on henkilöstön pätevyys. Joihinkin teknisiin tehtäviin johto voi vaatia osoittamaan henkilön pätevyyden esimerkiksi henkilöstösertifioinnilla. Henkilökunnan koulutukselle, perehdytykselle sekä ammattitaidolle tulee laatia tavoitteet. Koulutusohjelman tulee olla tarkoituksenmukainen ja sen vaikutus tulee arvioida. Ensisijaisesti henkilökunnan tulee olla laboratorion palveluksessa tai sopimussuhteissa. (SFS-EN 17025, 2005, 30, 32)

Testaus- ja kalibrointilaboratorion varustelun täytyy kattaa testien ja/tai kalibrointien vaatimat olosuhteet, kuten mm. energialähteet, valaistus ja ympäristöolot. Laboratorion olosuhteet on erikseen määritelty testausmenetelmän standardissa. Yleisesti lämpötilojen tulisi olla välillä $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Laboratorion vastuulla on varmistaa, että ympäristöolot eivät vääristä mittaustuloksia tai estä saavuttamasta mittauksilta vaadittavaa tasoa. Laboratorion tulee dokumentoida tekniset vaatimukset niille tiloille ja ympäristöoloille, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin. Laboratorion tulee seurata ja kiinnittää huomiota esimerkiksi biologiseen steriiliyteen, pölyyn, sähkömagneettiseen häiriöön, säteilyyn, kosteuteen, sähkönsaantiin, lämpötilaan sekä ääni- ja värinätasoihin, kun näillä on toiminnan kannalta merkitystä. Testaus tulee keskeyttää, mikäli ympäristöolot vaarantavat tuloksia. Laboratorion tehtävänä on huolehtia siivouksesta ja järjestyksestä. (SFS-EN 17025, 2006, 32)

Laboratorion tulee selvittää tarkoituksen mukaiset menetelmät ja menettelytavat kaikille toiminta-alueille, joita ovat näytteenotto, käsittelyminen, kuljetus, säilytys ja valmistelu. Laboratoriolla täytyy olla ohjeet kaikkien olennaisten laitteiden käytöstä ja toiminnasta sekä testattavien ja/tai kalibroittavien kohteiden käsittelymisestä. Ohjeet, standardit, käsikirjat ja referenssiarvot tulee pitää ajan tasalla ja henkilökunnan saatavilla. Testaus- ja/tai kalibrointimenetelmistä voidaan poiketa ainoastaan silloin, jos poikkeama on dokumentoitu, teknisesti perusteltu sekä oikeutettu ja asiakkaan hyväksymä. (SFS-EN 17025, 2006, 32, 34)

Laboratorion tulee käyttää sellaisia testaus- ja/tai kalibrointimenetelmiä sekä näytteenottomenetelmiä, jotka vastaavat asiakkaan tarpeita. Laboratorion tulee käyttää mieluiten kansainvälisissä, alueellisissa tai kansallisissa standardeissa julkaistuja menetelmiä. Jos asiakas ei määrittele käytettävää menetelmää, laboratorio valitsee sopivat menetelmät. Laboratorion kehittämiä tai käyttöönottamia menetelmiä voi käyttää, jos on validoitu. Tällaisessa tilanteessa valitusta menetelmästä ilmoitetaan asiakkaalle. Sopimattomasta tai vanhentuneesta menetelmästä ilmoitetaan myös asiakkaalle. (SFS-EN 17025, 2006, 34)

Laboratorion kehittämien testaus- ja/tai kalibrointimenetelmien käyttöönoton tulee olla suunniteltua ja se annetaan tehtäväksi pätevälle henkilöstölle. Tällaisissakin tilanteissa suunnitelmia tulee päivittää ja henkilöiden välisestä tehokkaasta tiedonkulusta tulee pitää huoli. Mikäli käytetään standardisoimattomia menetelmiä, tulee asiakkaan hyväksyä kyseiset menetelmät. Menetelmien tulee vastata asiakkaan vaatimuksia koskevia määrittelyitä ja testauksen tai kalibroinnin päämääriä. Kehitetyt menetelmät tulevat validoida ennen käyttöönottoa. Validointi on menettely, jonka avulla pystytään tutkimaan puolueettomasti, että menetelmä täyttää asetetut vaatimukset. Laboratorion tulee tallentaa tulokset, validoitiin käytetyt menettelyt ja toteamus menetelmän sopivuudesta käyttöön. (SFS-EN 17025, 2006, 34, 36)

Laboratorio, joka kalibroi laitteensa itse, laatii menettelytavat kaikille kalibroinneille mittausepävarmuuden arvioimiseksi. Testauslaboratoriolla täytyy olla menettelytavat mittausepävarmuuden arvioimiseksi. Mittausepävarmuuden arviointimenettelyyn vaikuttavat testausmenetelmän vaatimukset, asiakkaan vaatimukset ja sellaiset kapeat rajat, joihin päätökset spesifikaatioiden täyttymisestä perustuvat. (SFS-EN 17025, 2006, 36,38)

Laboratorion tulee tarkistaa laskutoimitukset ja tiedonsiirrot asianmukaisesti ja järjestelmällisesti. Laboratoriossa tulee olla vaadittavat laitteet ja laitteistot näytteenottoon, mittaukseen, testaukseen ja analysointiin. Laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet tulee olla ajan tasalla ja henkilökunnan saatavilla. Jokainen käytettävä laite ja ohjelmisto, jolla on merkitystä tulokseen, tulee yksilöidä. Laboratorion laitteet tulee merkitä siten, että niiden kalibroinnin tila on määriteltävissä. Merkinnästä tulee löytyä kalibrointipäivä ja sekä laitteen uudelleen kalibroimisajankohta. Laboratorion tulee varmistaa laitteiden toiminnat tarkistetaan aika ajoin, ja osoittaa niiden toimivan tyydyttävästi ennen käyttöönottoa. Kaikki laitteet ja ohjelmistot tulee suojata siten, ettei tulosten oikeellisuus vaarannu. (SFS-EN 17025, 2006, 40)

Laboratorion tulee laatia menettelytavat materiaalien turvallista käsittelyä, kuljetusta, säilytystä ja käyttöä varten varmistaa, etteivät näytteet vahingoitu millään tapaa.

Samassa yhteydessä tulee myös suojata materiaalien koskemattomuus. (SFS-EN 17025, 2006, 44)

Laboratoriolla tulee olla näytteenottosuunnitelma ja menettelytavat näytteenotolle silloin kun se tekee näytteenottoa ja testausta. Näytteenottomenettelyssä on tunnistettava tekijät, joita tulee valvoa testaus- ja kalibrointitulosten oikeellisuuden varmistamiseksi. Näytteenottomenettelyn tulisi sisältää näytteen valinnan, näytteenottosuunnitelman, näytteen ottamisen ja käsittelyn aineista, materiaaleista ja tuotteista tiedon saamiseksi. Asiakkaan vaatimat poikkeamat, lisäykset tai rajaukset dokumentoituun näytteenottomenettelyyn tulee kirjata ylös yksityiskohtaisesti. (SFS-EN 17025, 44,46)

4 KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskennan tehtävänä on selvittää, mille suoritteelle kustannukset kuuluvat. Kustannuslaskenta auttaa johtoa päätöksenteossa ja näin edistää yrityksen ohjausjärjestelmää. Perinteisesti kustannuslaskenta on määritelty osaksi operatiivista laskentatointia, joka viittaa lähinnä kustannuslaskentaan. Tämän lisäksi voi olla tarve saada selville mm. asiakas- ja toimintokohtaiset sekä tuottopuolen kustannukset. Kustannuslaskennan toteuttaminen ilman kaikkia tekijöitä huomioon ottaen voi johtaa virheelliseen kokonais käsitykseen kustannusten tarkastelussa. (Alhola & Lauslahti 2009, 185)

Tilikauden päätyttyä kustannuserien todelliset tiedot saadaan kirjanpidosta. Kustannuksia on laskettava ja tuotteita hinnoiteltava jo tilikauden aikana, joten yritys tarvitsee kustannusten seurantaan järjestelmän, josta voidaan tutkia ajankohtaisten tietojen avulla yrityksen taloutta. Kustannuslaskennan järjestelmien kautta johto saa erittäin tärkeää tietoa tuotteen tai palvelun yksikkökustannuksista. (Jormakka, Koivusalo, Lappalainen & Niskanen 2009, 193)

Välittömät kustannukset ovat yleensä muuttuvia. Ne kohdistetaan eri työvaiheissa luontevasti tietylle tuotteelle tai tuoteryhmälle, koska syy-yhteys on selvä. Tyypillisiä välittömiä kustannuksia ovat valmistuksen aineet ja tarvikkeet sekä työntekijöiden palkat. (Neilimo & Uusi-Rauva, 2005, 58)

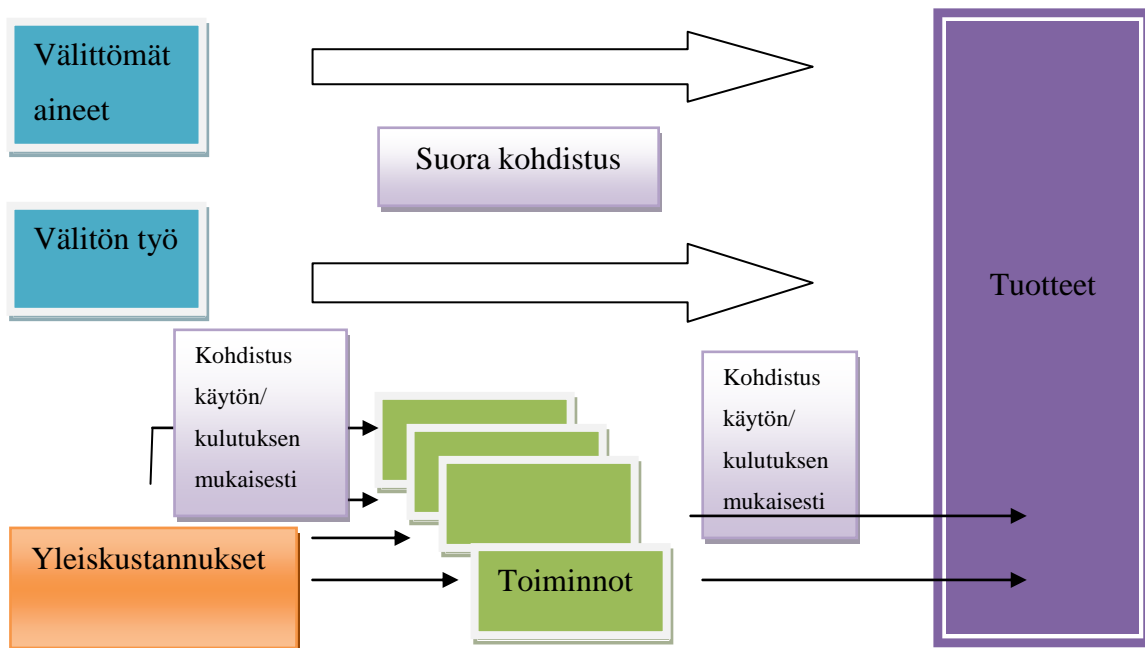
Kustannuslaskennan haastavana tehtävänä on jakaa välilliset kustannukset oikeilla perusteilla. Niitä ei voida kohdistaa suoraan tuotteille, vaikka ne olisivatkin toiminnan kannalta välttämättömiä kustannuksia. Välillisten kustannusten kohdistamisessa hyödynnetään erilaisia menetelmiä. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 58; Alhola & Lauslahti 2009, 185)

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalle on valittu aikaisemmin toimintolaskennan malli määrittämään kustannuksia. Tässä opinnäytetyössä otettiin tämä laskentamalli huomioon ja selvitettiin sen pohjalta haluttuja tuloksia. (Salmela 2009, 32)

Toimintoperusteinen kustannuslaskelma

Toimintoperusteinen laskenta, toiselta nimeltä ABC-laskenta, perustuu kustannusten kohdistamiseen aiheutumisperiaatteen mukaan. Toiminnot kuluttavat resursseja ja erilaiset tuotteet sekä laskentakohteet kuluttavat vastaavasti toimintoja. Tässä toimintoperusteisessa kustannuslaskennassa kustannusten kohdistaminen aloitetaan yrityksen resursseista. On tärkeä selvittää, mihin yrityksen toimintoihin resurssit kuuluvat ja missä suhteessa. Yksityiskohtaisten toimintojen selvittämiseksi tarvitaan toimintoanalyysi. Seuraavaksi selvitetään, mitkä yrityksen tuotteet ovat kuluttaneet mitäkin toimintoa ja minkä verran. (Alhola & Lauslahti 2009, 213)

Toimintolaskennassa kustannukset kohdistetaan eikä jaeta, vyörytetä tai jyvitetä laskentakohteille. On tärkeä tiedostaa, mikä on milloinkin oikea kohdistuskriteeri. Toiminnoilla tarkoitetaan tehtäviä, joita organisaatio harjoittaa esimerkiksi tarjousten laadinta, koneiden asetus ja valmistus. Toimintoperusteista laskentajärjestelmää havainnollistaa alla oleva kuvio 1. (Alhola & Lauslahti 2009, 213–214)



Kuvio 1. Toimintoperusteinen laskentajärjestelmä

Toimintolaskennassa kustannusten kohdistaminen tapahtuu kustannusajurien avulla, joita on kahdenlaisia: ensimmäisen tason kustannusajuri eli resurssiajuri ja toisen tason kustannusajuri eli toimintoajuri. Nimensä mukaisesti resurssiajurin avulla kohdistetaan resurssit toiminnoille ja toimintoajurilla taas toiminnoilta laskentakohteille. (Alhola & Lauslahti 2009, 214)

Ennen resurssien ja kustannuksien kohdistamista toiminnoille ja laskentakohteille on määriteltävä toiminnot toimintoanalyysin avulla. Tässä analyysissä yrityksen tai organisaation toiminta hajotetaan toimintojen tasolle ja lopputuloksena saadaan selville senhetkinen toimintatapa, toimintojen tekemiseen tarvittavat resurssit sekä toimintojen kuluttamat resurssit. Konkreettisesti toimintoanalyysi kertoo vastauksen kysymyksiin, mitä organisaatiossa tapahtuu ja kuinka resursseja hyödynnetään. Valmiin toimintoanalyysin dokumenteista organisaatio näkee toimintojen luokittelun ja tätä kautta niiden analysointi ja päätöksenteko onnistuu helpommin. Arvoa lisäävien ja lisäämättömien, tuhoavien toimintojen, ydintoimintojen ja tukitoimintojen sekä toimintoketjujen pitäisi olla tämän jälkeen tiedossa. (Alhola & Lauslahti 2009, 215, 217)

Resurssit ovat aina yrityskohtaisia ja niitä voi olla esimerkiksi henkilöstö, toimitilat sekä koneet. Nämä ovat tuotannontekijöitä, joita tarvitaan ylläpitämään ja suorittamaan toimintoja. Resurssit kertovat konkreettisesti, paljonko rahaa kuluu. Resurssien kohdistaminen eri toiminnoille tapahtuu siinä suhteessa kuin ne ovat resurssia kuluttaneet. Jakoperuste eli resurssiajuri voi olla esimerkiksi toimintoihin kulunut aika. (Alhola & Lauslahti 2009, 217)

Toimintojen kustannukset kohdistetaan toiminnoilta laskentakohteille valittujen toimintoajurien avulla. Toimintoajurilla tarkoitetaan siis tekijöitä, jotka vaikuttavat toiminnon suoritustiheyteen ja konkreettiseen suorittamiseen. Toimintoajurin valinnassa kannattaa olla tarkkana, sillä väärin valittu ajuri johtaa väärään lopputulokseen. (Alhola & Lauslahti 2009, 219)

5 KEMIN TESTAUSPALVELUTOIMINTA STANDARDIN 17025 MUKAISEKSI

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän tavoitteena vuonna 2012 on kehittää laboratoriostandardin SFS-EN 17025 mukaiseksi. Yksikön toimintaa on tutkittu tässä opinnäytetyössä laatukäsikirjan ja haastattelujen avulla. Standardin ja toiminnan välillä olevat poikkeamat otetaan erityisesti huomioon, jonka avulla kirjataan parannusehdotukset korjattavaksi.

Standardissa vaadittavien testaus- ja kalibrointilaboratorioiden olosuhteista tulee pitää huolta, että ne ovat tarkoituksenmukaisessa kunnossa. Laboratorioiden energialähteet, valaistus ja ympäristöolot tulee varmistaa siten, että ne eivät pääse vääristämään mittauksia. Poikkeustapauksissa olosuhteisiin on puututtava välittömästi tilanteen korjaamiseksi. On sovittu, että jokainen laboratorio-oloissa työskentelevä siivoaa jälkensä asianmukaisesti. Compus-talon laboratoriotiloissa ovat ympäristöltä vaaditut $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ olosuhteet. Ammattiopiston puolella sijaitsevien isku- ja vetokoneiden testauslaboratorio arvot olisi syytä mitata ja dokumentoida ennen virallista auditointia. Tilaan sopivan lämpötilamittarin tulee olla laboratorio-olosuhteet täyttävä ja kalibroitava. Lisäksi on huomattava, että laboratorion on dokumentoitava kaikki tilat ja ympäristöolot, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin.

Standardin vaatimuksien mukaisesti laboratorion tulee selvittää tarkoituksen mukaiset menetelmät ja menettelytavat kaikille toiminta-alueille, kuten näytteenotto, käsitteleminen, kuljetus, säilytys ja valmistelu. Materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän olisi syytä kartoittaa kaikki menetelmät, jotka halutaan auditoida vuoden 2012 aikana. Toimintatavoissa havaittiin puutteita lähinnä Tornion JaloteräsStudion näytteenvalmistuksessa. Säilytyksessä ja materiaalin vastaanotossa on ollut ongelmia JaloteräsStudion toimitiloissa, sillä materiaalit ovat välillä väärissä säilytyspaikoissa.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin isku-, veto- ja muovattavuuskokeiden näytteenvalmistuksen menettelytavat Tornion JaloteräsStudiolle. Näistä toiminnoista tehtiin erilliset

työprosessikaaviot Visio- ohjelmistolla (LIITE 1, LIITE 2, LIITE 3). Liitteessä 1 on kuvattu vetosauvan valmistusprosessi, liitteessä 2 on kuvattu iskusauvan näytteenvalmistusprosessi ja liitteessä 3 on kuvattu FLC-näytteen valmistusprosessi. Standardin vaatimuksien mukaisesti näytteiden mukana tulisi aina kulkea työkortit, jotta näytteet olisivat tunnistettavissa pitempienkin säilytyksien jälkeen. Laboratorion tulee ottaa huomioon, että luottamuksellisten ja salaisten näytteiden säilytys tulee olla läpinäkyvässä paketissa ja lukollisessa varastotilassa. Laboratoriostandardin vaatimusten perusteella jokaisesta testausmenetelmä poikkeamisesta on ilmoitettava asiakkaalle, jonka lisäksi tämä vaatii dokumentoinnin ja teknisen perustelun.

Henkilökunnan saatavilla tulee olla standardin mukaisesti toiminnan ohjeet, standardit, käsikirjat ja referenssiarvot. Kunnossapitojärjestelmästä tulee löytyä kalibrintiväli jokaiselle laitteelle. Tämän työn yhteydessä selvitettiin näiden dokumenttien olemassa oloa ja päivitystä sekä huomattiin, että parannettavaa käytännön tasolla on. Dokumenttien tulisi löytyä vähintään sähköisessä muodossa verkosta varmennetulta verkkolevyltä. Dokumentointi tältä osin tulisi ehdottomasti asettaa vaatimuksien mukaiseksi ennen auditointia. Tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan olisi myös syytä miettiä toimintatapa standardin 17025 koulutuksesta henkilökunnalle. Kaikkien toiminnoissa mukana olevan henkilöstön tulisi sisäistää toimintatavat niin Kemissä kuin Tornion yksiköissäkin. Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan testaukseen liittyvät henkilöstösertifioinnit, jotka on standardissa määritelty, tehdään aina tarvittaessa niitä tarvitseville henkilöille. Tällä hetkellä sertifioinnin tarvetta ei ole, mutta johdon vastuulla on pitää huolta henkilöstön pätevyydestä.

Kemi-Tornion tekniikan yksikön tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän laatukäsikirja on tehty hyvin pitkälti standardin 17025 pohjalta. Kaikki tiedot ”miten tehdään tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnassa” tulisi löytyä kirjallisena laatukäsikirjasta. Vertailu tehtäessä havaittiin myös, että laatukäsikirjasta löytyy monta LIITE tai verkkolevypolkua, joita ei kuitenkaan löydy. Myös nämä dokumentit olisi syytä päivittää.

Kehityskeskustelut Kemin ja Tornion yksikössä

Lopputyössä kartoitettiin toiminnalle ominaisia standardin mittareita. Standardissa SFS-EN 17025 määritellään, että johto on vastuussa henkilöstön pätevyydestä ja henkilökunnan koulutukselle, perehdytykselle sekä ammattitaidolle on oltava tavoitteet. Tämän seurauksena lopputyön yhteydessä tehtiin erillinen kysely kehityskeskusteluista (LIITE 1) koko Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan henkilökunnalle. Osaston kehityskeskustelukyselyn vastaamisprosentti oli 37 %. Kyselyyn vastanneiden henkilöiden määrä jäi vähäiseksi, mutta saatujen vastausten perusteella laadittiin tulokset ja johtopäätökset.

Kehityskeskustelukyselyyn vastanneista 33 % oli mielestään saanut asianmukaisen perehdytyksen tullessaan töihin TKI:lle. Vastausten perusteella voidaan kuitenkin huomata, että vaikka perehdytysprosentti jääkin pieneksi, niin muutamassa tapauksessa henkilöt olivat aloittaneet työskentelyn toiminnan puitteissa jo alkuvaiheessa, jolloin perehtyminen on ollut lähinnä toiminnan käynnistämistä. Tämän syyn ei katsottu sisältävän perehdytystä. Saatujen tulosten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että uuden työntekijän perehdytyskoulutusten pitämisessä on parantamisen varaa. On tärkeä muistaa, että asianmukainen alkuperehdytys lisää työturvallisuutta kaikissa työtehtävissä tutkimus- ja kehitystoiminnassa.

Kehityskeskustelukyselyn perusteella 87 % vastanneista pitää kehityskeskusteluja tarpeellisena tai erittäin tarpeellisina, mutta silti vain 53 % vastanneista on ollut henkilökohtaisessa kehityskeskustelussa nykyisellä työpaikallaan. Vastausten perusteella voidaan kuitenkin todeta, että osa vastanneista on ollut vähemmän kuin vuoden töissä TKI-yksikössä, mikä voi vaikuttaa siihen, että kehityskeskustelua ei ole pidetty. Lisäksi yhdelle ryhmälle on pidetty ryhmäkehityskeskustelu viimeisen vuoden aikana. Tätä ryhmäkehityskeskustelua ei laskettu mukaan henkilökohtaisiin kehityskeskusteluihin.

Kehityskeskustelussa kartoitettiin myös henkilöstön tavoitteita. Kyselyn perusteella voidaan huomata, että 80 %:lla henkilöstöstä on mielestään jonkinlaisia tavoitteita työleen. Vastauksista ilmenee kuitenkin selvästi, että osa tavoitteista on asetettu henkilö-

kohtaisesti itselleen tai tavoitteet tulevat suoraan mukautuen käynnissä olevien projektien perusteella projektien tavoitteista. Mikäli kehityskeskustelut pidettäisiin vuosittain, jouduttaisiin jokaiselle henkilökohtaisesti laatimaan omat tavoitteet. Tämä tietenkin vaatisi tavoitteiden seurannan, että haluttu hyöty saavutettaisiin.

Taulukko 2. Kehityskeskustelukyselyn tulokset TKI:lla

Kemi-Tornion TKI:n kehityskeskustelu kyselyn tulokset	Vastanneista
Kyselyyn vastasi	37 %
Saanut asianmukaisen perehdytyksen TKI:lle tullessa	33 %
Ollut henkilökohtaisessa kehityskeskustelussa	53 %
Pitää kehityskeskustelua tarpeellisena	87 %
Henkilökohtaiset tavoitteet	80 %

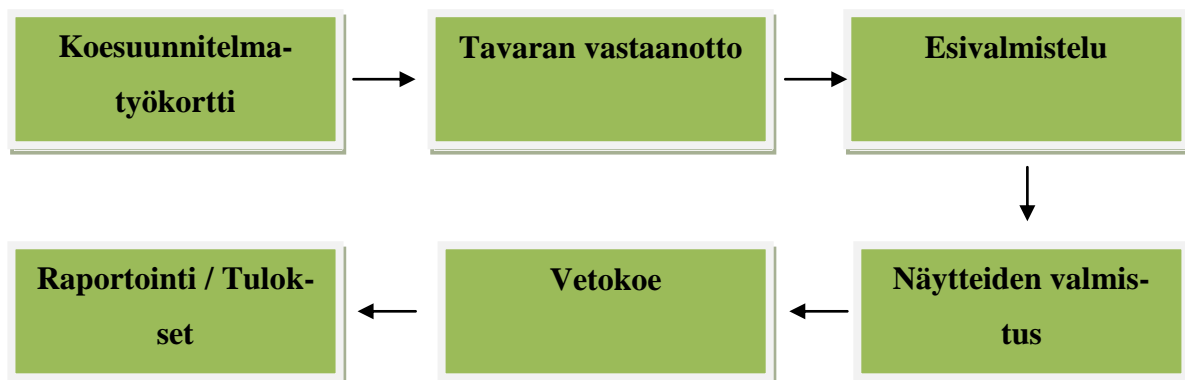
Kehityskeskustelukyselyn perusteella tehtiin taulukko 2 saaduista tuloksista. Kyselyn tulosten perusteella voidaan huomata, että kehityskeskustelujen pitäminen vuosittain olisi erittäin tärkeää. Suurimmasta osasta vastauksista ilmeni, että kehityskeskusteluihin tulisi valmistautua niin työntekijän kuin työnantajankin puolelta perusteellisesti, että keskustelun hyöty tavoitettaisiin. Lisäksi kehityskeskusteluissa asetettujen tavoitteita tulisi katselmoida vuoden aikana, jotta hyöty tavoitteen asettamiselle tultaisiin saavuttamaan mahdollisimman hyvin.

6 TYÖPROSESSIKUVAUKSET

Opinnäytetyötä tehtäessä seurattiin rikkovaan aineenkoetukseen liittyvät näytteen valmistuksen ja testauksen työvaiheet Torniossa ja Kemissä. Kerättyjen tietojen avulla kuvattiin isku- ja vetokokeiden sekä rajamuovattavuuden pääkohdat. Työvaiheisiin perehdyttäessä huomioitiin erityisesti logistiikan ja koneistuksen ongelmia sekä pohdittiin samalla mahdollisia parannusehdotuksia eri vaiheissa ja eteenkin poikkeustapauksissa. Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan isku- ja vetosauvojen sekä muovattavuuskappaleiden näytteenvalmistus vaiheista tehtiin erilliset työprosessikaaviot (LIITE 1, LIITE 2 ja LIITE 3), joita toiminnalta ei vielä löytynyt.

6.1 Vetokoe

Vetosauvat koneistetaan normaalisti työsuunnitelman mukaisesti Tornion JaloteräsStudiolla, minkä jälkeen ne siirretään Kemiin laboratorioon testaukseen. Testatut koesauvat lähetetään asiakkaalle takaisin saatujen tulosten yhteydessä. Alla olevaan kuvioon 2 on hahmotettu koko vetokokeen työprosessi Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan TKI-yksikössä.



Kuvio 2. Vetokokeen työprosessi KTAMK:n tekniikan TKI-yksikössä

Näytteenvalmistusta avattiin vielä enemmän tekemällä erillinen vuokaavio piirros (LIITE 1), jonka mukaan vetosauvat pääsääntöisesti valmistetaan JaloteräsStudiolla. Proses-

sikaavion mukaan tuotannonsuunnittelija antaa toimeksiannon perusainelevyn kohdalla levysepälle, joka irrottaa levystä vetosauva-aihiot. Suorakaiteen muotoisten aihioden sivut ajetaan koneistajan toimesta koneistuskeskuksessa standardimittojen mukaisesti oikeaan muotoon ja kokoon. Valmiit vetosauvat kuljetetaan Kemiin testaukseen.

Perusaineprosessiin tulee muutos alkuvaiheessa ennen vetosauva-aihion irrottamista, jos levy on hitsattu. Tällaisessa tapauksessa levyt menee ensimmäisenä kupujen jyrshintään koneistajalle, jonka jälkeen levyseppä vasta leikkaa vetosauva-aihiot.

Vetokoekappaleiden perusaineen valmistukseen ja testaukseen käytetään seuraavia laitteita:

- Finn-Power LPE5 -lävistys/laseryhdistelmäkone
- Arsenal Fu 25 -jyrsinkone
- Mazak Variaxis 630-5x ii -koneistuskeskus
- Zwick Allround-floor Z250kN -vetokone

6.2 Iskukoe

Iskusauvat koneistetaan Tornion JaloteräsStudiolla valmiiksi, minkä jälkeen ne kuljetetaan Kemiin laboratorioon testattavaksi. Testatut koesauvat lähetetään takaisin asiakkaalle saatujen tulosten yhteydessä. Alla olevaan kuvio 3 on hahmotettu koko iskukokeen työprosessi:



Kuvio 3. Iskukokeen työprosessi KTAMK:n tekniikan TKI-yksikössä

Näytteenvalmistusta Tornion JaloteräsStudiolle avattiin tekemällä vuokaavio iskukokeen näytteenvalmistuksesta (LIITE 3). Tuotannonsuunnittelija antaa toimeksiannon perusainelevyn kohdalla levysepälle, joka leikkaa asiakkaan levystä iskusauva-aihiot pituuteen 55 mm ja leveyteen 12 mm. Jos leikkaus tehdään laserilla, voidaan koekappaleet merkata myös samassa yhteydessä. Tämän työvaiheen jälkeen sauvat koneistetaan yleensä manuaalikoneella yhdeltä sivulta 11 mm:iin. Sauvoista poistetaan mahdolliset jäysteet käsihionnalla, jonka jälkeen jyrsitään toinen sivu 10,5 mm:iin. Viimeisenä iskukappaleet jyrsitään toleranssiin 10 mm:iin. (Seppänen 13.2.2012, haastattelu)

Perusaineen koneistuksesta poiketen hitsattujen levyn koneistus vaatii yhden työvaiheen enemmän ennen iskusauva-aihioiden irrotusta. Ensimmäisenä koneistaja jyrsii hitsatuista levyistä kuvut, jonka jälkeen levyseppä leikkaa iskusauva-aihiot.



Kuva 8. Mazak Variaxis 630-5x ii -koneistuskeskus

Kaikkiin iskusauvoihin lovetaan lopuksi Mazakilla (kuva 8) standardi V-lovet. Perusaineen paksuus vaikuttaa lovettavien kappaleiden työstö määrään. Iskusauvojen lovet saadaan ajettua eri kappalemäärillä riippuen aihion paksuudesta. Alla olevaan taulukkoon 3

on kerätty kappalemäärät eri paksuisten aihoiden V-lovien työstöön. (Seppänen 13.2.2012, haastattelu)

Taulukko 3. V-lovien työstömäärät eri paksuisilla materiaaleilla

Perusaineen paksuus:	Loven jyrsinnän kpl:
1 mm	9
1,5 mm	7
2 mm	5
3 mm	3
4 mm	2
6 mm	2

Ennen varsinaista testausta koesauvoille joudutaan tekemään esivalmistelua, johon voi kuulua lajittelua, merkkausta, mittausta ja korokepalojen liimausta. Osaa näistä tehtävistä voidaan tehdä testauksen yhteydessä limittäin laitteen tehdessä testausta. Pääsääntöisesti 1-3,5 mm:n paksuisille koesauvoille liimataan korokepalat testausta helpottamaan.

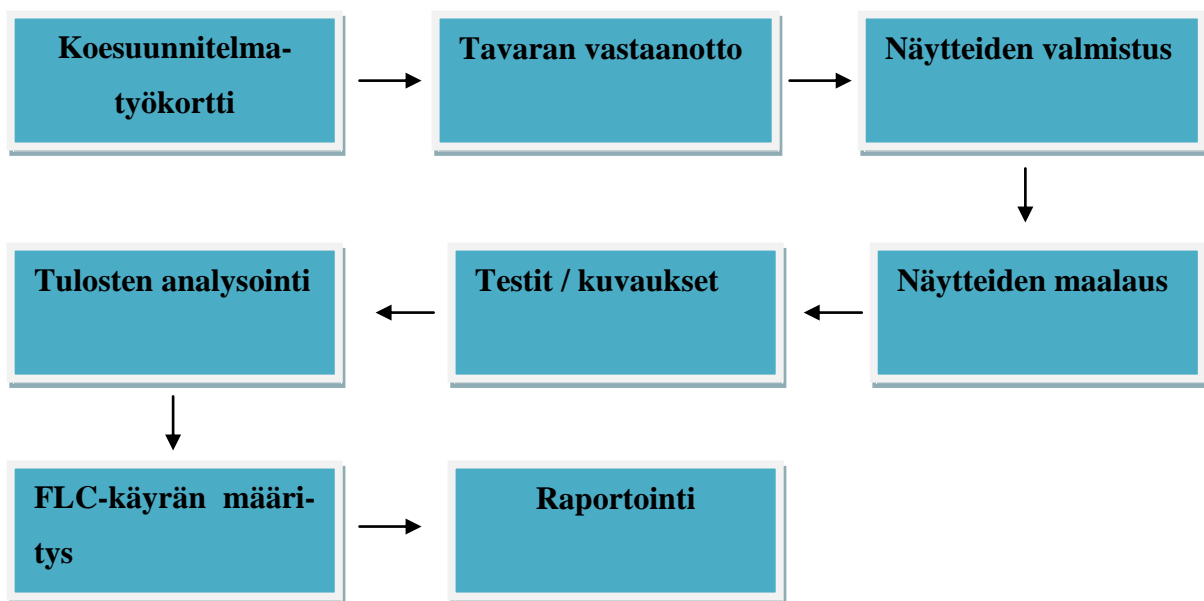
Perusaineiden koneistuksiin perehtyessä huomattiin, että asetusajat vievät suuren osan työajasta. Tästä syystä useassa työvaiheessa on taloudellisinta työstää samaa työvaihetta aina kerrallaan, jonka jälkeen vasta siirrytään seuraavan vaiheeseen. Töiden suunnittelu on hyvä tehdä, sillä JaloteräsStudion käytössä on vain kaksi konetta Mazak ja manuaalikone. Työvaiheiden suunnittelun yhteydessä olisi hyvä tehdä yhteistyötä testauksen kanssa ja näin ollen voitaisiin sopia aikataulusta. Hyvällä työsuunnittelulla voitaisiin mahdollistaa nopeampi iskukoeprosessi kokonaisuus.

Iskukoe-kappaleiden perusaine valmistukseen ja testaukseen käytetään seuraavia laitteita:

- Finn-Power LPE5 -lävistys/laseryhdistelmä-kone
- Arsenal FU 25 -jyrsinkone
- Mazak Variaxis 630-5x ii -koneistuskeskus
- Zwick Roell PSW750 -instrumentoitu iskuvasara (automatisoitu)

6.3 Muovattavuuskoe

FLC-näytteiden valmistus aloitetaan Torniossa työkortin mukaan tavarán saavuttua JaloteräsStudiolle Tornioon. Asiakkaan lähettämästä materiaalista leikataan työkortin antamien ohjeiden mukaan halutut geometriat, minkä jälkeen FLC-näytteet kuljetetaan Kemiin testattavaksi. Testatut näytteet lähetetään normaalisti asiakkaalle takaisin saatu-
jen tulosten kera. Alla olevaan kuvioon 4 on hahmotettu rajamuovattavuuden määrittä-
misen prosessi.



Kuvio 4. FLC-testauksen työprosessi KTAMK:n tekniikan TKI-yksikössä

Näytteen valmistusta avattiin tekemällä erillinen vuokaaviopiirros (LIITE 4), jonka mukaan FLC-näytteet valmistetaan JaloteräsStudiolla. Prosessikaavion mukaan tuotannon-suunnittelija antaa toimeksiannon levysepälle, joka leikkaa työohjeen mukaisesti FLC-näytteet asiakkaan materiaalista. Valmiit geometriat kuljetetaan Kemiin testaukseen.

FLC-näytteiden valmistukseen ja testaukseen käytetään seuraavia laitteita:

- Finn-Power -lävistys/laseryhdistelmäkone LPE5
- GOM -venymäanalysaattori
- Erichsen 145–60 -muovattavuuden tutkimuslaitteisto

7 KUSTANNUSTEN MÄÄRITYS TESTAUSLABORATORIOLLE

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän palveluiden kustannuksia. Työ lähti liikkeelle, koska oli tarve selvittää tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan tilauserien todellisia hintoja. Opinnäytetyön tehtävänä oli määrittää veto- ja iskukokeen sekä rajamuovattavuuden näytteenvalmistuksen ja testauksen kustannukset.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalle on määritetty kustannusrakenne toiminnan alkuvaiheessa. Näiden tietojen oikeellisuudesta ei ole tietoa. Tässä työssä ei nähty tarpeelliseksi lähteä toteuttamaan näitä laskelmia uudestaan vaan haluttiin antaa viitekehäkset todellisista kustannuksista ja työajoista, jotka helpottavat tapauskohtaisten tarjousten tekemistä asiakkaille. Työn aikana oli tärkeä kerätä todellisia työskentelyaikoja eri näytteenvalmistus vaiheissa. Kustannusten vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi kustannusten määrittämisessä otettiin myös huomioon testauksesta aiheutuvat työajat.

Opinnäytetyössä tuli selvittää näytteenvalmistukseen vaikuttavat työstöajat ja tutkia samalla mahdollisia korjausehdotuksia tapauksiin. Lisäksi työssä selvitettiin testaukseen liittyneet työskentelyajat ja laite resurssit. Kustannusrakenteen määrittämisessä huomioitiin eri operaattorien vaikutus työskentelyaikoihin. Kustannusten määrittämisessä jokainen työvaihe toteutettiin aina samalla operaattorilla.

7.1 Vetokoe

Kustannusten selvittäminen vetokoetestauksen osalta aloitettiin selvittämällä eri työvaiheiden työaikoja. Kustannusten hinta laskettiin käyttämällä 10 kappaleen testierää. Materiaali vahvuutena toimi testierässä 6 mm vahva teräs. Vetokoenäytteen valmistuksen hinta koostuu vetosauva-aihion irrotuksesta, sivujen työstöstä sekä testauksesta ja rapor-

toinnista. Kustannuksia syntyy lähinnä operaattoreista ja laitteiden käyttökustannuksista.

Todellisten kustannuksien määrittämiseksi selvitettiin operaattoreiden työskentelyajat ja laitteiden käyttöajat kullekin työvaiheelle. Saatujen työ- ja laiteaikojen perusteella laskettiin näin operaattorista aiheutuvat kustannukset ja erikseen laitteista aiheutuvat kustannukset. Laitteiden käyttöaikoihin on sisällytetty laitteiden poistot, vuokrat ja muut välilliset kustannukset. Operaattoreista ja laitteista aiheutuvat kustannukset laskettiin erikseen, jotta toimeksiantaja voi käyttää laskelmia hyödyksi eri tarjousten yhteydessä. Vetokoenäytteiden valmistukselle ja testaukselle saatiin laskettua kustannukset taulukoon 4. Euromääräiset hinnat on suhteutettu valittua kerrointa apuna käyttäen. Toimeksiantajalle on toimitettu alkuperäiset laskelmat.

Taulukko 4. Vetokokeen hinnoitteluindeksi

Kustannukset vetokoe							
Ainepaksuus		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Koesuunnitelma	operaattori	35	35	35	35	35	35
Laserleikkaus	operaattori	70	70	70	70	70	70
	laite	15	21,96	28,47	41,96	61,18	213,16
Sivujen työstö	operaattori	420	420	420	420	420	420
	laite	254,8	254,8	254,8	254,8	254,8	254,8
Esivalmistelu testaukseen		17,36	17,36	17,36	17,36	17,36	17,36
Vetokoe	operaattori	35	35	35	35	35	35
	laite	155,4	155,4	155,4	155,4	155,4	155,4
Analysointi/raportointi	operaattori	105	105	105	105	105	105
Laite yht.		425,18	432,18	438,62	452,06	471,478	775,964
Operaattori yht.		682,5	682,5	682,5	682,5	682,5	682,5
YHTEENSÄ:		1108,8	1114,4	1121,4	1134	1153,6	1306,2

Vetokappaleen koneistukseen tulee lisäkustannuksia, jos näytelevy on hitsattu. Hitsatun näytelevyn kuvut tulee jyrsiä ennen aihoiden irrottamista. Esimerkkinä laskettiin 300x300 mm hitsatun näytelevyn kuvun jyrsinnän kustannukset taulukkoon 5.

Taulukko 5. Hinnoitteluindeksi 300x300 mm hitsin jyrsinnästä

Kuvun jyrsintä		
koko:	1-2 mm	3-6 mm
operaattori	14	12,75
laite	3,5	3,5
yhteensä:	17,5	16,25

Näytteen valmistus ja testaus tapahtuu eri toimialayksiköissä, mutta siirtokuluja näytteen valmistuksen ja testauksen välillä ei synny, koska näytteet kulkevat vielä yksiköiden väliä kulkevien henkilöiden mukana. Sähkökustannuksia ei oteta erikseen huomioon, sillä sähkö kuuluu JaloteräsStudion vuokraan.

7.2 Iskukoe

Kustannusrakenteen selvittäminen iskukokeen näytteenvalmistuksen ja testauksen palvelulle aloitettiin seuraamalla eri työvaiheet toimitiloissa Torniossa ja Kemissä sekä selvittämällä työvaiheiden työajat 100 kappaleen iskusauva testierälle. Iskukoesarjojen hinta vaihtelee eri ainepaksuuksista riippuen, sillä eri materiaalivahvuuksien työstöajat poikkeavat toisistaan. Paksumpien materiaalien työstäminen vie huomattavasti enemmän aikaa ja näin ollen lisää myös kustannuksia.

Kustannusten määrittämisessä otettiin huomioon operaattoreiden työstä aiheutuvien kustannusten lisäksi laitteista aiheutuvat käyttökustannukset. Koko iskukoepalvelun operaattoreiden kustannukset saatiin laskettua kullekin materiaali vahvuudelle erikseen. Laitteista aiheutuvat kustannukset laskettiin käyttöaikojen mukaan. Iskukoe testaukselle ja näytteen valmistukselle saatiin määriteltyä taulukon 6 mukainen hinnoittelu eri ainevahvuuksille. Euromääräiset hinnat on suhteutettu valittua kerrointa apuna käyttäen. Toimeksiantajalle on toimitettu alkuperäiset laskelmat.

Taulukko 6. Iskukokeen hinnoitteluindeksi

Kustannukset	iskukoe						
Ainepaksuus		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Koesuunnitelma	operaattori	35	35	35	35	35	35
Esivalmistelu	operaattori	35	35	35	35	35	35
Laserleikkaus	operaattori	70	70	70	70	70	70
	laite	3,57	6,09	10,08	14,7	55,44	165,62
Sivujen työstö	operaattori	77,6	100,8	147	204,75	204,75	204,75
	laite	26,6	30,38	38,08	47,6	47,6	47,6
Iskukoe	operaattori	189,7	189,7	189,7	189,7	189,7	189,7
	laite	775,8	775,8	775,8	775,8	775,8	775,8
Analysointi/raportointi	operaattori	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5	17,5
laite yht.		927,15	956,8	992,6	1048,81	1113,98	1306,48
operaattori yht.		420	448	494,2	553	553	553
YHTEENSÄ:		1347,15	1404,34	1487,15	1600,7	1666	1859,4

Iskusauvat tulee yksilöidä ja merkata testausprosessissa. Tämän työn yhteydessä todettiin, että merkkkaus suositellaan tehtäväksi samanaikaisesti laserleikkauksen yhteydessä iskusauvan molempiin päihin. Tällä toiminnolla säästetään aikaa Kemin testauksen esivalmisteluissa ja saadaan merkkkaus jäljestä yhtenevä ja selkeä lukuinen. Laserilla tehtävä merkkkaus lisää leikkaus aikaa, mutta toimintojen yhdistäminen supistaa erillisiä työvaiheita ja pitkällä aika tähtäimellä nopeuttaa prosessia. Aikaisemmin merkkkausta on tehty laserilla Torniossa sekä testauksen esivalmistelujen yhteydessä erikseen käsin Kemissä.

Näytteen valmistus ja testaus tapahtuu eri toimialayksiköissä, mutta siirtokuluja näytteen valmistuksen ja testauksen välillä ei synny, koska näytteet kulkevat vielä yksiköi-

den väliä kulkevien henkilöiden mukana. Sähkökustannuksia ei oteta erikseen huomioon, sillä sähkö kuuluu JaloteräsStudiosin vuokraan.

7.3 Muovattavuuskoe

Kustannusrakennetta selvittäessä rajamuovattavuudelle todettiin että raportin - rajamuovattavuuskäyrän (FLC) määrittämistä ferriittiselle ruostumattomalle teräkselle, 2010 - tietoja voidaan käyttää hyväksi. FLC-raportissa on selvitetty erikseen jokaisessa työvaiheessa ilmenevät työajat, jonka perusteella laskettiin kustannukset kyseiselle palvelulle. Kustannusten määrittämisessä otettiin huomioon käytetyt työajat eri työvaiheille, laitteiden kustannukset ja kunkin operaattorin hinta, joista muodostuu palvelun kustannukset FLC-näytteiden valmistukselle ja testaukselle.

FLC-kokeeseen tarvittavien näytteiden leikkaaminen tehdään normaalisti laserilla. Laseryhdistelmäkoneen käytöstä veloitetaan aikaisemmin selvitettyä 210 yksikköä tunti, johon on sisällytetty laitteen huoltokustannukset. Laserleikkauksen kustannuksista oli selvitetty aikaisemmin Finnpowerilta saadun laskentataulukon perusteella kaasunkulutuksen hinnat, joita käytettiin hyväksi kustannuksien määrittämisessä. Laserleikkauksen hinnoittelussa on ollut tärkeä huomioida, miten kaasunkulutus riippuu paineesta ja suutimesta.

FLC-kokeen kustannusten määrittämisessä laskettiin kustannukset viidelle eri geometriselle ohutlevynäytteelle, jotka muodostavat yhden koetestauskokonaisuuden. Jokainen ohutlevynäytetestaus toistettiin viisi kertaa eli näytteitä testauspalveluun kuuluu kokonaisuudessaan kaksikymmentäviisi kappaletta. Kustannukset selvitettiin käyttämällä nestausohjelman laskemaa leikkausmatkaa, joka oli tässä tapauksessa 30 metriä (Vimperi 29.2.2012, haastattelu). Lopullinen FLC-näytteen kustannukset taulukossa 7 saatiin suhteutettua 0,5-3 mm levyille. Erichsen testauslaitteen tuntihinta on 112 yksikköä. Henkilökuluiksi saatiin 1172,5 yksikköä ilman katetta. Euromääräiset hinnat on suhteutettu valittua kerrointa apuna käyttäen. Toimeksiantajalle on toimitettu alkuperäiset laskelmat.

Taulukko 7. FLC-testauksen hinnoitteluindeksi

	Kustannukset	FLC 5x5 näytettä	ainepaksuus
			0,5-3 mm
	Tehtävä:		
	Koesuunnitelma	operaattori	175
	Näytteiden valmistus	operaattori	70
		laite	80
	Näytteiden maalaus	operaattori	35
	Testit / kuvaukset	operaattori	700
		laite	1344
	Tulosten analysointi	operaattori	70
	FLC-käyrän määrittäminen	operaattori	17,5
	Raportointi	operaattori	105
	Laite yht.		1424
	operaattori yht.		1172,5
	Yhteensä:		2596,5

Näytteen valmistus ja testaus tapahtuu eri toimialayksiköissä, mutta siirtokuluja näytteen valmistuksen ja testauksen välillä ei synny, koska näytteet kulkevat vielä yksiköiden väliä kulkevien henkilöiden mukana. Sähkökustannuksia ei oteta erikseen huomioon, sillä sähkö kuuluu JaloteräsStudion vuokraan.

8 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää kustannukset rikkovan aineenkoetuspalvelun isku- ja vetokokeelle sekä rajamuovattavuuden määrittämiselle. Lähtökohtaisesti työssä nojaututtiin todellisiin työaikoihin ja käytettiin laskennan lähteinä toiminnan todenperäisiä lukuja. Opinnäytetyössä selvitettiin myös testaus- ja kalibrointilaboratoriostandardin SFS-EN 17025 vaatimukset, sillä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän tarkoituksena on päivittää toiminta standardin SFS-EN 17025 mukaiseksi kuluvan vuoden aikana. Näille rikkoville aineenkoetuspalveluille tehtiin myös näytteen valmistuksen työprosessikaaviot koskien Tornion JaloteräsStudion toimintaa, jotka on myös määritelty laboratoriostandardissa.

Opinnäytetyössä avattiin laboratoriostandardin SFS-EN 17025 vaatimuksia Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalle. Puutteita korjattavaksi huomattiin etenkin ammattiopiston testauspuolella Kemissä. Standardissa määritellään ympäristöolot testauslaboratoriolle ja arvot olisi syytä mitata sekä dokumentoida ennen virallista auditointia.

SFS-EN 17025 standardissa määritetään myös toiminnan ohjeiden, standardien, käsikirjojen ja referenssiarvojen arkistoinnista. Henkilökunnan saatavilla tulee olla standardin mukaisesti kaikki nämä edellä mainitut dokumentit. Lisäksi kunnossapitojärjestelmästä tulee löytyä kalibrointiväli jokaiselle laitteelle. Dokumentit tulisivat löytyä vähintään sähköisestä muodosta verkosta. Dokumentointi tältä osin tulisi ehdottomasti asettaa vaatimuksien mukaiseksi ennen toiminnan auditointia.

Selkeitä muutoksia toiminnan käytännöissä olisi myös tehtävä asiakkaan materiaalien kuljetuksien ja säilytyksien kohdalla. Standardin määrittelemien vaatimusten mukaisesti työkortti tulee kulkea läpi näytteenvalmistus ja testausprosessin ajan asiakkaan materiaalin mukana. Kuljetuksen ja säilytyksen yhteydessä on tärkeää suojata asiakkaan näytteet, jotta luottamuksellisuus säilyy. Tarvittaessa näytteet tulisi säilyttää umpipaketissa ja lukollisessa tilassa. Tästäkin syystä on erityisen tärkeä pitää työkortit asiakkaan mate-

riaalien mukana koko tuoteketjun ajan. Näin voidaan myös varmistua kunkin tuotteen kohdalle eri työvaiheissa tuotteiden oikeellisuudesta.

Kemi-Tornion tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmän laatukäsikirja on tehty hyvin pitkälti standardin 17025 pohjalta. Kaikki tiedot ”miten tehdään tekniikan tutkimus-, kehitys ja innovaatiotoiminnassa” tulisi löytyä kirjallisesti laatukäsikirjasta. Vertailu tehtäessä havaittiin myös, että laatukäsikirjasta löytyy monta LIITE tai verkkolevypolkua, joita ei kuitenkaan löydy. Nämä muutokset ja dokumentit olisi syytä päivittää laatukäsikirjaan. Toiminnan olisi syytä miettiä toimintatapa standardin 17025 koulutuksesta henkilökunnalle. Kaikkien toiminnoissa mukana olevan henkilöstön tulisi sisäistää toimintatavat niin Kemissä kuin Tornion yksikössäkkin.

Työn aikana oltiin aktiivisesti mukana näytteenvalmistuksen yhteydessä Torniossa, josta saatiin ajankohtaista tietoa näytteiden valmistuksesta. Saatujen arvojen ja tietojen perusteella pystyttiin laskemaan isku- ja vetokokeelle sekä rajamuovattavuuden määrittämiselle todelliset kustannukset näytteen valmistuksen ja testauksen osalta. Kustannuksista huomioitiin operaattoreiden ja laitteiden näytteenvalmistus kustannukset sekä testauksesta aiheutuvat kokonaiskustannukset. Saatuja arvoja voidaan käyttää viitekehyksenä tulevien tarjousten laadinnassa.

1. Vetokokeen kustannusindeksiksi saatiin 1-6 mm perusaineille 1109–1306 yksikköä riippuen materiaali vahvuudesta. Kustannukset laskettiin käyttämällä 10 kappaleen testauseriä.
2. Iskukokeen kustannusindeksiksi saatiin 1-6 mm perusaineille 1347–1859 yksikköä riippuen materiaali vahvuudesta. Kustannukset laskettiin käyttämällä 100 kappaleen testauseriä.
3. FLC-testauksen kustannusindeksiksi saatiin 0,5-3 mm materiaali vahvuuksille 2596,5 yksikköä sisältäen yhteensä 25 näytettä per testaus.

Saatujen kustannusten perusteella on kuitenkin hyvä huomata, että testierinä käytettiin ainoastaan perusainelevyjä. Kustannukset nousevat selkeästi, mitä monimutkaisemmas- ta koneistettavasta kappaleesta on kysymys. Saatujen tulosten perusteella voidaan myös todeta, että koneistus on kannattavaa keskimäärin niissä tapauksissa, joissa levynpak- suus pysyy kohtuullisena eli 3-4 mm:iin riippuen testaustavasta. Kustannukset laskettiin lähinnä testierien tietojen perusteella, mutta tarkemmat kustannuslaskelmat saataisiin vielä kasattua jatkuvalla tietojen arkistoinnilla. Selkeän kokemuseräisen tiedon saami- seksi ja arkistoinnille olisi syytä kirjata jokaisen laitteen käyttötunnit ylös, jolloin saa- taisiin määritettyä todelliset laitehinnat tarkasti. Tällaisten tietojen yhteenvedon tulok- sena voitaisiin vuosittain määrittää palveluiden tulos. Onko palvelu myyty liian halvalla tai voidaanko hintoja kilpailuttaa paremmiksi.

Laboratoriostandardin SFS-EN 17025 määrittelemien vaatimuksien mukaan muutoksia toiminnassa huomattiin tehtäväksi ennen auditointia. Toiminnan kasvaessa olisi myös hyvä määrittää selkeät toimintatavat logistiikalle. Tällä hetkellä näytteet kulkeutuvat Torniossa näytteenvalmistuksesta Kemiin testauksen henkilöstön mukana. Tulevaisuu- dessa näytteiden siirtymiselle voisi määrittää selkeän aikataulun tai kappalemäärän, minkä jälkeen koneistettu näyte-erä siirretään koneistuksesta testaukseen. Tällä suunnit- telulla pystytään vastaamaan helpommin asiakkaan kanssa sovittuun aikatauluun sekä näytteen valmistuksen ja testauksen välillä säilyy selkeä tieto näytteiden työstämisjär- jestyksestä.

Opinnäytetyön aikana seurattiin toimintaa ja havaittiin, että JaloteräsStudiolta puuttuu selkeä osaamismatriisi. Toiminnan kasvattamisen kannalta olisi erittäin oleellista mää- rittää jokaisen henkilön osaamis- ja vastualueet sekä jokaiselle työntekijälle varahenki- löt mahdollisten poissaolojen varalta. Toiminta on vielä pientä, mutta tilauserien kasvat- tamiseksi ja asiakkaiden tyytyväisyyden ja luottamuksen säilyttämiseksi olisi tärkeä määrittää kuka voi/osaa hoitaa poikkeustapauksissa toisen työntekijän työt. Kalibrointi- ja laboratoriostandardi vaatii myös vastuuhenkilöiden määrittämisen.

Tässä työssä selvitettiin myös näytteen valmistukseen ja testaukseen liittyvät poik- keamat, kuten vinohitsi tai kupujen hionta koneistettavassa levyssä. Lähtökohtaisesti

tarjouspyynnön yhteydessä tulee määrittää selkeästi tarjoukseen sisältyvät palvelut ja varmistaa asiakkaalle, että materiaalin tulee olla standardin mukaista. Materiaalin vastaanoton yhteydessä tulisi myös tarkistaa, että vastaanotettu materiaali vastaa vaatimuksia. Poikkeamien ilmettyä materiaalin vastaanoton yhteydessä, asiakkaalle ilmoitetaan asiasta välittömästi ja tapauskohtaisesti päätetään tilanteesta. Asiakkaalta voidaan veloitaa tarvittavat toimenpiteet tuntihinnan mukaan, mikä tulee myös ilmoittaa poikkeustapauksissa. Tällaiset muutokset voivat vaikuttaa myös sovittuun aikatauluun, josta on hyvä mainita.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan olisi syytä miettiä toimintatapa standardin SFS-EN 17025 koulutuksesta henkilökunnalle. Toiminnassa mukana olevan henkilöstön tulisi sisäistää toimintatavat niin Kemin kuin Tornion yksiköissäkin. Tämän opinnäytetyön aikana tehtiin kehityskeskustelukysely henkilöstölle ja huomattiin, että toiminnan tulisi ehdottomasti parantaa kehityskeskusteluiden ja perehdytysten käytäntöä. Kehityskeskustelun yhteydessä voisi tukea tätä laboratoriostandardin SFS-EN 17025 sisäistämistä sekä ohjeet kaikille toimintatavoille että tehtäville tulisi olla määritetty erittäin selkeästi työohjeistuksessa.

Tässä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaatio-toimintaan kuuluvan materiaalien käytettävyyden tutkimusryhmälle tehdyssä opinnäytetyössä ei lähdetty keskittymään koneistuksien kehittämiseen ollenkaan. Työssä kerättiin kuitenkin todenperäiset tiedot koneistuksesta isku- ja vetokokeiden ja rajamuovattavuusnäytteiden osalta. Tässä työssä on esitelty tämän hetkiset toimintatavat ja kustannukset kullekin näytteenvalmistukselle, mutta toiminnan kasvaessa olisi hyvä päivittää toimintatapoja tehokkaammiksi, sillä markkinoilta löytyy jo uudempia innovaatioita eri vaiheiden koneistuksien toteuttamiselle.

Tämän opinnäytetyön tekeminen oli kokonaisuudessaan mielenkiintoinen projekti, jonka aikana pääsi tutustumaan Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan tutkimus-, kehitys- ja innovaation toimintaan ja henkilöstöön. Projektin aikana sai selkeän kokonaiskuvan toiminnasta ja pääsi tutustumaan rikkovan aineenkoetuksen testauspalveluun näytteen valmistuksesta alkaen. Asiaan perehtyminen antoi opettavaisen kokemuserän

sille, kuinka vaikea palvelujen hinnoittelun määrittäminen on toiminnassa olevilla organisaatioillakin ilman kokemuseräisen tietojen olemassa oloa.

9 LÄHDELUETTELO

Alhola, Kari & Lauslahti, Sanna 2009. Laskentatoimi ja kannattavuuden hallinta. 1.-6.painos. Helsinki: WSOY

Inspecta 2011, Rikkova aineenkoetus. Hakupäivä 8.2.2012.

<http://www.inspecta.com/fi/Palvelut/Testaus/Rikkova-aineenkoetus-DT/>

Jormakka Raija & Lappalainen Jaana 2009. Laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy

Juntunen, Päivi 2010. Rajamuovattavuuden määrittäminen teräkselle EN 1.4512. Testausraportti. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu / tekniikan yksikkö.

Kalliosalo, Heidi, projekti-insinööri, Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Sähköpostiviesti heidi.kalliosalo@tokem.fi 24.2.2012.

Koivisto, Kaarlo & Laitinen, Esko & Niinimäki, Matti & Tiainen, Tuomo & Tiilikka Pentti & Tuomikoski, Juho 2010. Konetekniikan materiaalioppi. 12.–13.painos. Helsinki: Edita Prima Oy

Martikainen, Lassi 2006. Ohutlevyn muovattavuuden kuvaaminen rajamuovattavuuspiirroksen avulla. Hakupäivä 17.2.2012.

http://www.ohutlevy.com/pdf/Ohutlevy206_s52-56.pdf

Neilimo, Kari & Uusi-Rauva Erkki 2005. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy

Nevalainen, Harri. Teräsopas. Hakupäivä 24.2.2012

<http://www.elisanet.fi/harri.nevalainen/tietoisk/terasopas.htm>

Salmela, Riikka 2009, M-lab-testauspalvelujen kustannusrakenteen määrittely. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

SFS-EN ISO/IEC 17025. 2005. Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset. 2.painos. Helsinki: SFS.

SFS-EN 473. 2008. Rikkomaton aineenkoetus. NDT-henkilöiden päteväntä ja sertifiointi. Yleisperiaatteet. 3.painos. Helsinki: SFS. Hakupäivä: 21.2.2012

<http://sales.sfs.fi/sfs/servlets/DownloadServlet?action=getFile&productId=242818&forContract=14020>

Seppänen, Liisa, koneistajan, JaloteräsStudio Tornio, haastattelu 13.2.2012.

Suominen, Marko 2011. Non Destructive testing: NDT- tarkastajan ammatti ja rekrytointi. Turun ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 20.3.2012.

http://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25069/Suominen_Marko_OT_2011.pdf?sequence=1

Vimper, Antti, levyseppä, JaloteräsStudio Tornio, haastattelu 29.2.2012.

Väisänen, Päivi 2007. Teräs Perustietoa arkkitehtiopiskelijalle. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy. Hakupäivä 15.4.2012.

http://arkkitehtuuri.tkk.fi/oppituolit/ro/julkaisut/Teras_web.pdf

10 LIITELUETTELO

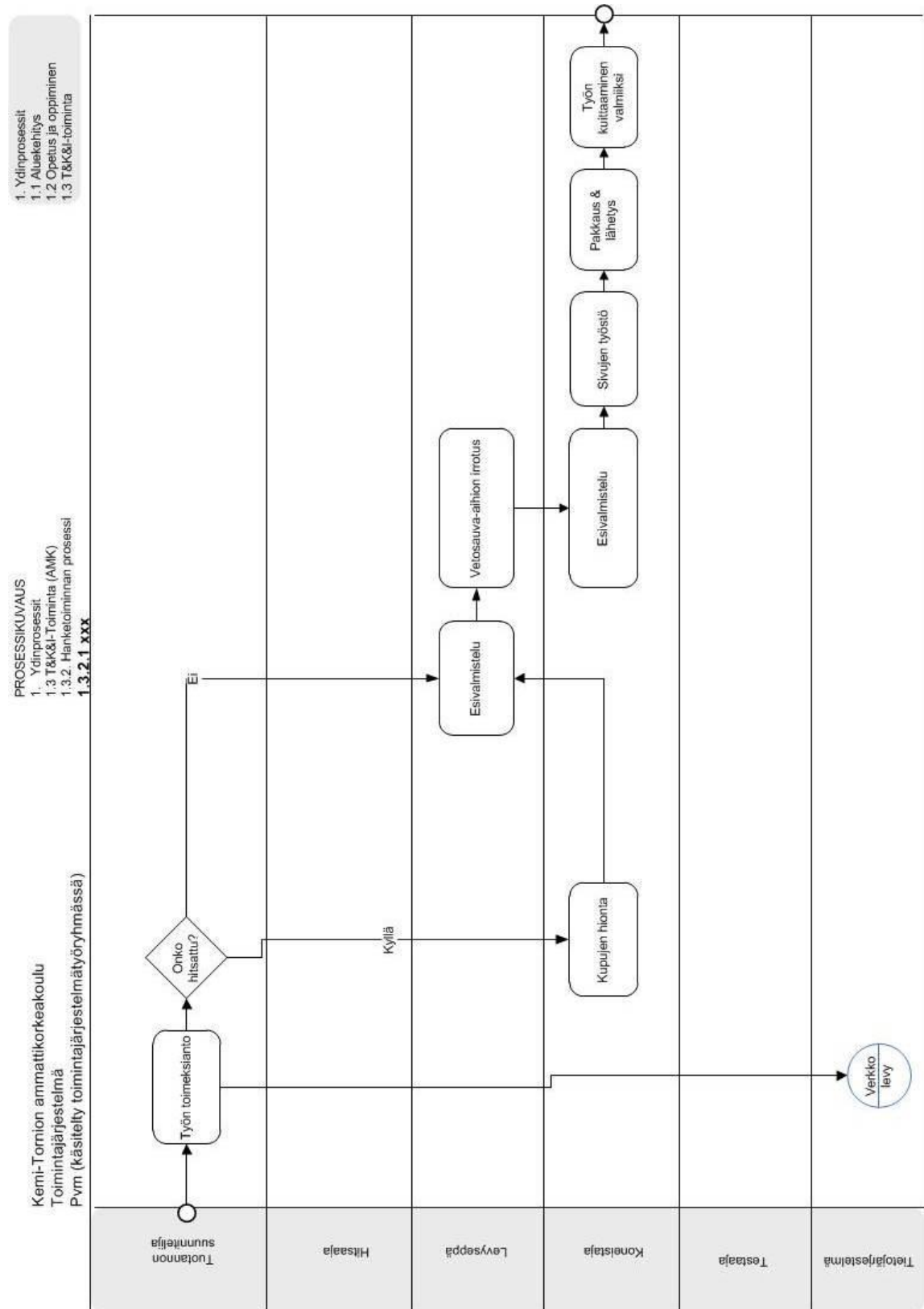
LIITE 1 Prosessikaavio vetosauvan valmistus

LIITE 2 Prosessikaavio iskusauvan valmistus

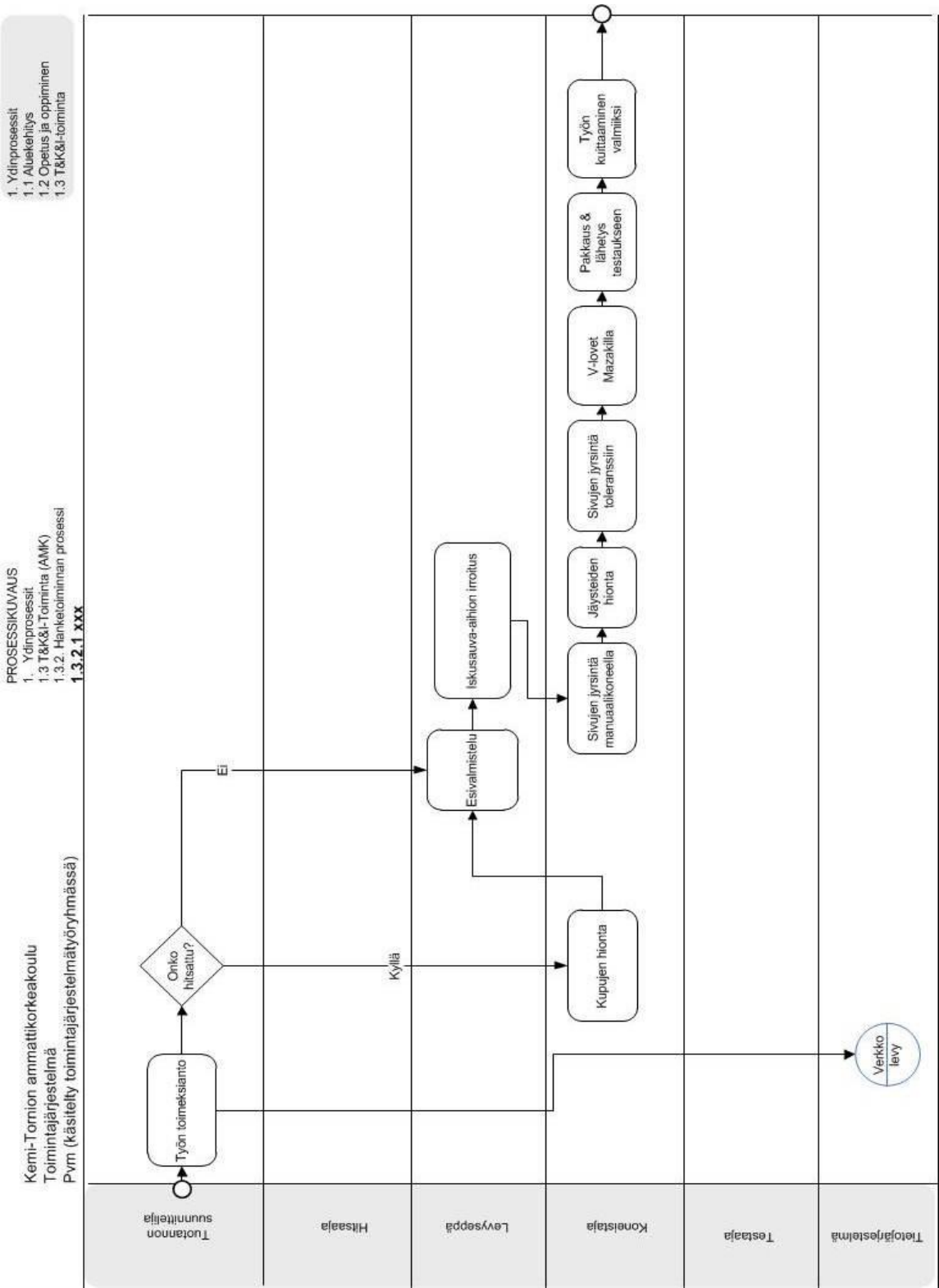
LIITE 3 Prosessikaavio FLC-näytteen valmistus

LIITE 4 Kehityskeskustelu lomake

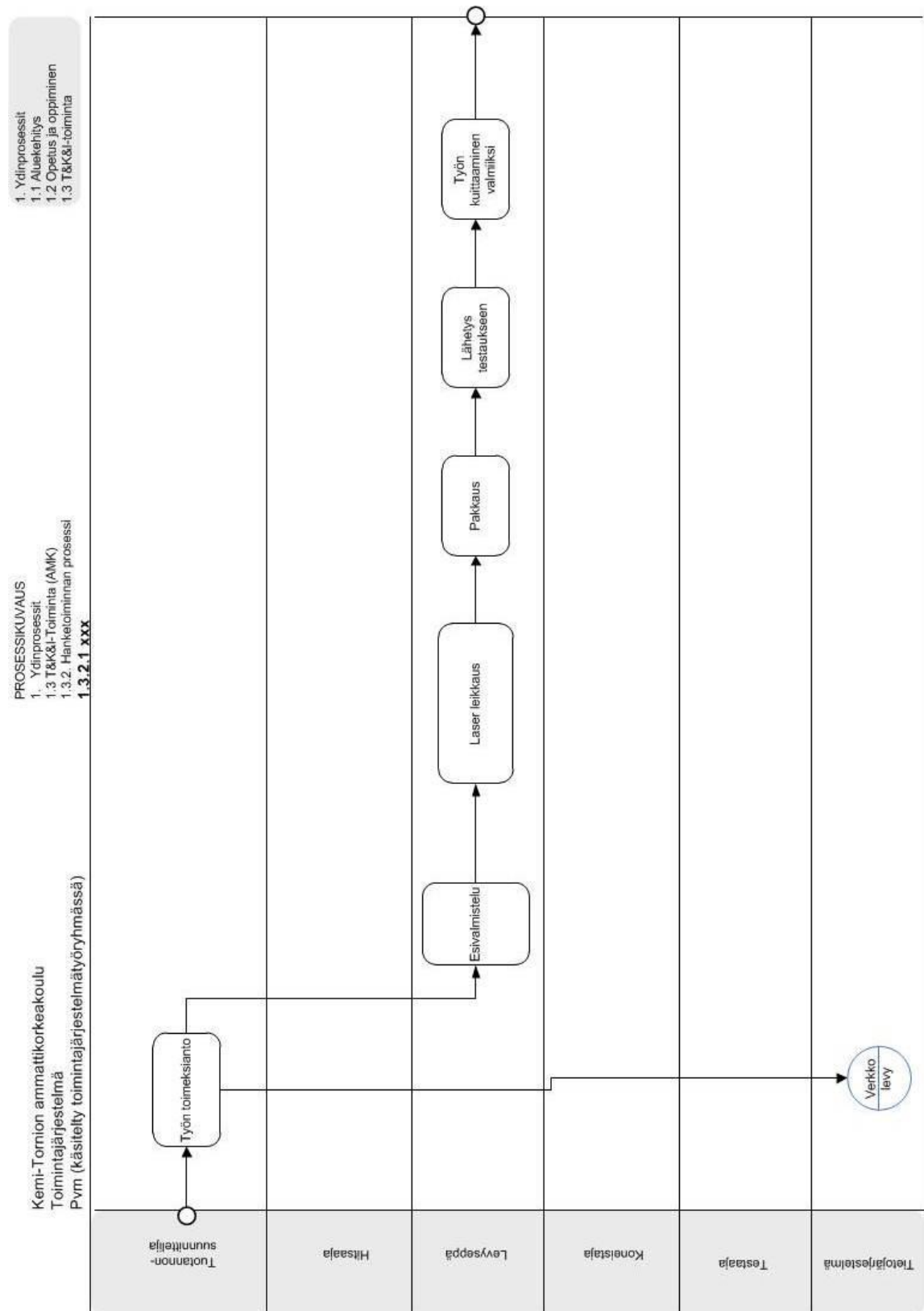
Prosessikaavio vetosauvan valmistus



Prosessikaavio iskusauvan valmistus



Prosessikaavio FLC-näytteen valmistus



Kysely työpaikkasi kehityskeskusteluista**29.2.2012**

Vastaa kaikkiin alla oleviin kysymyksiin. Vastauksien tarkoituksena on luoda mahdollisia kehitystoimenpiteitä käytäntöön työpaikallesi. Vastaukset kerätään nimettöminä ja ovat osana opinnäytetyöni tuloksia.

1. Oletko saanut asianmukaiset perehdytykset työtehtäviisi tullessasi TKI:lle tai JTS:lle töihin?
2. Onko tämän hetkiselä työlläsi selvät henkilökohtaiset tavoitteet (esim. koulutuksia, henkilösertifiointeja yms..)?
3. Ovato henkilökohtaiset kehityskeskustelut mielestäsi tarpeellisia työpaikallasi vai koetko ne velvoitteena? Perustelu.
4. Onko sinulle pidetty kehityskeskustelujasi nykyisessä työpaikassasi kerran vuodessa? Jos on, montako kertaa yhteensä?
5. Jos sinulle on pidetty kehityskeskustelulomakkeen mukainen henkilökohtainen kehityskeskustelu;

– Onko työpaikkasi kehityskeskustelulomakkeessa kehitettävää?

Lomake löytyy täältä:

https://intra.lappia.fi/Intranet_etusivu/Henkilostoasiat/Lomakkeet.iw3

Palauta vastauksesi vastaamalla sähköpostiini tai tallentamalla se suoraan kehityskeskustelu kansiooni, joka löytyy täältä:

Z:\Materiaalien käytettävyys\3.1 Projects\MineSteel\10_Päättötyöt\Piia Ailinpieti\KEHITYSKESKUSTELUT

Kiitos!