



# jamk

## FPC – käsikirjan laadinta

Toni Malinen

Opinnäytetyö, AMK  
Toukokuu 2025  
Konetekniikka (AMK)

**Malinen, Toni**

**FPC-käsikirja**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2025, 55 sivua

Koneteknologian tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

## **Tiivistelmä**

SVL Joutsan yksikön käyttöön laadittiin FPC-käsikirja (Factory production control). Käsikirjalla ohjataan valmistusprosesseja ja valvotaan laatua. Tavoitteena oli täyttää laatujärjestelmille asetetut standardivaatimukset ja varmistaa valmistettävien terästuotteiden yhdenmukaisuus ja jäljitettävyys. Tämän tuloksena saatiin tehtyä FPC-auditointi, mikä mahdollisti yksikön toiminnan standardin EN 1090 mukaisesti.

Käsikirja toteutettiin uutta luomalla ja yhdistelmällä yksikön käytännön tietotaitoa, aiempaa dokumentaatiota sekä voimassa olevia standardeja. Työssä hyödynnettiin LEAN- ja PDCA-periaatteita selkeyttämään prosesseja ja muotoilemaan kehitykselle jatkuvan parantamisen toimintatavat.

Työn tuloksena syntyi rakenteeltaan johdonmukainen, käyttäjäystävällinen ja standardeja vastaava FPC-käsikirja. Se sisältää mm. laserleikkauksen menetelmäkokeet, materiaalien vastaanottovalvonnan, laatuvalvonnan, dokumentoinnin sekä henkilöstön pätevyysvaatimukset. Käsikirja toi myös yhteisen pohjan kehitystoiminnalle ja varmisti vaatimusten täyttymisen. FPC-vaikutusta arvioitiin myös laatujärjestelmään vasten sekä luotiin myyntiohjeet.

Johtopäätöksenä todettiin, että FPC-käsikirjan laatiminen edisti valmistuksen johdonmukaisuutta, standardien noudattamista sekä systemaattista kehittämistä. Käsikirja vakioi prosesseja sekä tuki laatujärjestelmän toteutusta koko organisaatiossa. Käsikirjan sisällössä kuvataan FPC-vaatimukset, toimintaprosessit, vastuut ja laatuvalvontamenettelyt.

## **Avainsanat (asiasanat)**

Teollisuuden laadunvalvonta, laadunhallintajärjestelmät, FPC-käsikirja, FPC, Laatu, ISO 9001:2015, ISO 9010:2:2022, EN-1090

## **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

Liitteet ovat salassa pidettäviä ja ne on poistettu julkisesta työstä. Salassapidon perusteena on viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain (621/1999) 24 §:n kohta 17: yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta. Salassapito päättyy 5/2030.

**Malinen, Toni**

**FPC-manual**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2025, 55 pages

Degree Program in Mechanical Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

An FPC (Factory Production Control) manual was developed for use at the SVL Joutsa unit. The manual serves as a guide for manufacturing processes and quality monitoring. The goal was to meet the quality system requirements and ensure the consistency and traceability of the manufactured steel products. As a result, the manual facilitated FPC auditing and ensured compliance with the EN 1090 standard at the unit.

The manual was created by combining practical know-how from the unit, existing documentation, and current standards. LEAN and PDCA principles were applied to clarify processes and establish a culture of continuous improvement.

The outcome was a structurally coherent and user-friendly FPC manual that complies with applicable standards. It included, among other things, method validation for laser cutting, inspections for incoming material, quality control procedures, documentation practices, and personnel competency requirements. The manual also established a shared foundation for development initiatives and ensured compliance with all relevant requirements. The impact of FPC on quality was evaluated, and sales guidelines were also developed.

In conclusion, the creation of the FPC manual enhanced production consistency, compliance with standards, and systematic development. The manual standardized operational procedures and facilitated the implementation of the quality system across the organization. The content described FPC requirements, operational processes, responsibilities, and quality control procedures.

### **Keywords/tags (subjects)**

Industrial quality control, quality management systems, FPC manual, FPC, Quality, ISO 9001:2015, ISO 9010:2:2022, EN-1090

### **Miscellaneous (Confidential information)**

FPC manual 36 pages, (to be kept confidential), sales instructions (table of contents provided), (to be kept confidential)

All attachments are confidential and have been removed from the public thesis. The basis for confidentiality is Section 24, Section 17 of the Act on the Openness of Government Activities (621/1999): business or professional secret of the company. The confidentiality period is five (5) years. The confidentiality expires in 5/2030.

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
1.1	Tavoite.....	4
1.2	FPC-käsikirjan käyttöönoton tuomat kehitykset toimialalle.....	5
1.3	Tutkimusmenetelmä .....	5
1.4	Tutkimuskysymykset .....	6
<b>2</b>	<b>Tietoperusta .....</b>	<b>7</b>
2.1	Laatu ja laadunhallintajärjestelmät.....	7
2.1.1	Laatu mitä se on.....	7
2.1.2	Laadunhallintajärjestelmät, menetelmät ja FPC .....	8
2.1.3	Laserleikkauksen laatu.....	9
2.1.4	Laadun arviointimenetelmät .....	11
2.2	Menetelmäkokeet toteutus ja rajaus.....	11
2.2.1	Liite D opastava Menettely automatisoitujen termisten leikkausprosessien suorituskyvyn tarkastamiseksi.....	11
2.2.2	Kokeiden mittaukset ja analysointi.....	12
2.3	Rakennusalan teräsrakenteiden CE-merkintä sekä rakennustuoteasetus CPR.....	13
2.3.1	CE-merkinnän vaatimukset kantaville teräsrakenteille.....	13
2.3.2	Miksi CE-merkintä on tärkeä?.....	14
2.3.3	Rakennustuoteasetus (EU) 2024/3110.....	14
2.4	SFS- EN-1090-1 Vaatimuksen mukaisuuden arviointi .....	15
2.4.1	Alkutestauksen tarkoitus ja toteutus.....	15
2.4.2	FPC – Tehtaan sisäinen laadunvalvonta .....	17
2.4.3	Kokoonpanoeritelmät.....	20
2.5	SFS EN 1090-2 Teräsrakenteiden toteutus .....	21
2.5.1	Soveltamisala ja materiaalit.....	21
2.5.2	Riippumattomuus rakenteen tyypistä .....	22
2.5.3	Toteutusluokat.....	22
2.5.4	Toteutusluokan vaatimukset .....	23
2.5.5	Yhteensopivuus muiden suunnittelusääntöjen kanssa .....	26
2.5.6	Rajaukset – Tiiviysvaatimukset .....	26
2.5.7	Velvoittavat viittaukset muihin standardeihin .....	26
2.6	Suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmennus AVCP .....	26
<b>3</b>	<b>Myyntiohje.....</b>	<b>28</b>
3.1	Hyvän myyntiohjeen laatimisen peruseriaatteet .....	28

3.2	Myyntiohjeen rakenne (karkea esimerkki) .....	29
<b>4</b>	<b>Yritysesittely</b> .....	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>FPC-manuaalin laadinta</b> .....	<b>33</b>
5.1	Alkukartoitus ja toteutuslaajuus .....	33
5.2	Menetelmäkokeet .....	34
5.2.1	Kokeiden mittaukset ja analysointi.....	35
5.3	Ainestodistukset.....	35
5.4	FPC-manuaalin luominen .....	37
5.4.1	FPC- tehtaan sisäinen laadunvalvontakäsikirja .....	37
5.4.2	Yleiskuvaus tuotantolaitoksesta .....	37
5.4.3	Kokoonpanot, tuotejärjestelmät ja tuoteperheet.....	38
5.4.4	Organisaatiorakenne .....	38
5.4.5	Välineet valmistustilat ja olosuhteet .....	38
	Tuotantokoneet ja -laitteet, tarkastus, huolto ja kunnossapito .....	39
5.4.6	Tuotanto ja varastotilat ja niiden olosuhteet .....	39
5.4.7	Tietojärjestelmät.....	42
5.4.8	Toimittajien ja alihankkijoiden hyväksyntä ja valvonta.....	42
5.4.9	Vastaanotto .....	43
5.4.10	Tunnistaminen ja jäljitettävyys .....	43
5.4.11	Varastointitavat .....	44
5.4.12	Valmistus.....	45
5.4.13	Ei vaatimustenmukaisten raaka-aineiden sekä tuotteiden käsittely .....	45
5.4.14	Muutosten hallinta .....	45
5.4.15	Suoritusasoilmoitus .....	45
5.4.16	Dokumenttien hallinta ja säilytys .....	46
<b>6</b>	<b>Myyntiohje</b> .....	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>Reklamaatiomittarit</b> .....	<b>48</b>
7.1	Reklamaatioanalyysi FPC prosessien jälkeen .....	49
<b>8</b>	<b>Pohdinta</b> .....	<b>51</b>
8.1	Luotettavuus ja eettisyys .....	51
8.2	Keskeisten tulosten tarkastelu suhteessa teoreettiseen viitekehykseen.....	52
8.3	Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset.....	53
	<b>Lähteet</b> .....	<b>55</b>
	<b>Liitteet</b> .....	<b>1</b>
	Liite 1. FPC- laatukäsikirja SVL Joutsa .....	1

Liite 2. Myyntiohje ByTube130 Sisällysluettelo .....	2
Liite 3. Myyntiohje FL TTM400 3D Sisällysluettelo .....	3
Liite 4. Menetelmäkokeet SVL 2024 JOUTSA (ei julkinen) .....	5
Liite 5. FPC liite taulukko .....	6
Liite 6. Esimerkki (CPQR) hyväksymispöytäkirjasta.....	7
Liite 7. Ainestodistus 3.1 malli .....	8
Liite 8. Mittavälinekortti.....	10
Liite 9. Mittavälinekortti.....	11

## Kuviot

Kuvio 1. W. Edwards Deming .....	9
Kuvio 2. Laserleikkauksen laatu .....	10
Kuvio 3. AVCP-järjestelmä kuvaus. ....	28
Kuvio 4. TTM FL 400 3D.....	31
Kuvio 5. Putkiprofiilit.....	31
Kuvio 6. ByTube star 130.....	32
Kuvio 7. Lauco 100 NP.....	32
Kuvio 8. 6.3 Tehtaan sisäinen laadunvalvonta.....	37
Kuvio 9. Tuotteiden käsittely ja varastointi. ....	40

## Taulukot

Taulukko 1. Alkutestauksen ja laskennallisen alkutestauksen näytteenotto, arviointi ja vaatimustenmukaisuuskriteerit. ....	17
Taulukko 2. Rutiininomaisten tarkastusten väliajat .....	18
Taulukko 3. Alkutarkastuksen tehtävät. ....	19
Taulukko 4. FPC:n jatkuvaan valvontaan liittyvät tehtävät .....	19
Taulukko 5. Valmistajan ilmoitus rakenteellisten kokoonpanojen ominaisuuksista CE-merkinnässä.....	21
Taulukko 6. Rakenneterästen tuotestandardit .....	25
Taulukko 7. Hyväksytyt teollisuuden merkintäkyniä vuonna 2025 .....	44
Taulukko 8. Reklamaatiot.....	48
Taulukko 9. Reklamaatio taulukko 2023-2025 .....	48
Taulukko 10. Reklamaatiot putkilaserit 2023-2025 .....	49

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on FPC-käsikirja eli Factory production control manual, joka on suomen kielellä käännettynä Tehtaan sisäinen laadunhallintajärjestelmä. Opinnäytetyön on tarkoitus lisätä tietoutta toleransseista, kalibroinnista, mittauksista, mittalaitteista, konekorteista, laadunvalvonnasta ja mm. materiaalien jäljitettävyydestä. FPC-käsikirjan lisäksi ja siihen liittyen tehtiin myös menetelmäkokeet kaikille leikattaville materiaaleille, eri paksuuksille pois lukien alumiinit, muovit ja pinnoitetut teräkset. FPC:tä käytetään osana EN 1090-2 standardoinnin uusintaa sekä CE-merkintäoikeiden hakemista. CE-merkintäoikeus jo löytyi yrityksestä, mutta FPC:n osuus oli päivitettävä uudelleen Joutsan yksikköön.

Toimeksiantaja on Suomenvesileikkaus Oy lyhennettynä SVL. FPC tehtiin Suomenvesileikkaus Oy Joutsan yksikköön, jossa leikataan putkia ja profiileja tällä hetkellä kahdella putkilaserkoneella. Yksikkö on uusi ja laadunhallintajärjestelmälle on todellinen tarve. Tämän lisäksi työ auttaa työprosessien kehittämisessä ja työmenetelmien parantamisessa. FPC on tarpeen myös toteutusluokan mukaisessa tuotannossa eli exc-tuotannossa. EXC tulee sanoista execution class. FPC on aina yksikkö- tai tehdaskohtainen, mutta soveltuvin osin yhdenmukaistimme ja viittasimme muiden yksiköiden laadunhallintajärjestelmiin.

Käsikirja sisältää aihealueina tuotannon sekä prosessien laadun valvonnan, virheiden hallinnan, ehkäisyn, testauksen sekä näiden dokumentoinnin. Sitä käytetään jatkuvaan parantamiseen ja määrittelemään tuotteiden laatutaso sekä asiakasvaatimusten täyttäminen.

## 1.1 Tavoite

Tavoitteena opinnäytetyöllä on tehdä FPC-käsikirja Suomenvesileikkaus Oy Joutsan yksikköön. Sen osana tehdään materiaalikokeet laserleikkaamisesta eri ainevahvuuksilla ja materiaaleilla. Tuloksena syntyy siis FPC-käsikirja, menetelmäkokeet, myyntiohje sekä yleisesti toiminnan kehittäminen. Tavoitteena on arvovirran yksinkertaistaminen ja laadun sekä toleranssien laajempi ymmärrys sekä tuotannossa että myynnissä. FPC-käsikirjan käyttöönotolla edistetään organisaation kasvua ja kehittymistä sekä vahvistetaan sen kilpailukykyä. Samalla luodaan perusta kestäväälle toiminnalle. Projektin kehitystyön aikana tarkastellaan seuraavia osa-alueita, jotka liittyvät tuotannon laadunhallintaan, asiakasvaatimusten täyttämiseen ja FPC-järjestelmän käyttöönottoon.

- laadun käsitettä tuotannossa , yksilöinti, tekeminen ja tulos
- oikean riittävän laadun määrittämistä työkohtaisesti
- optimoitua kustannustehokasta laatua
- materiaalikokeita
- tuotannon yksinkertaistamista
- asiakasvaatimusten täyttämistä
- myyntiohjeen luomista
- aikarajausta FPC-auditointiin saakka, tavoitteellinen työaika työnohella puolitoista vuotta
- FPC-luontia

Menetelmäkokeita rajattiin sisällöllisesti koskemaan toistaiseksi teräsraesinkouksen osalta sekä alumiinien ja muutamien muiden pinnoitettujen erikoisterästen osalta. Nämä lisätään käsikirjaan myöhemmässä vaiheessa. Yrityksessä oli käynnissä samanaikaisesti myös 9001-laatu standardin mukainen päivitys ja auditointi. FPC-käsikirja auttaa auditoinnissa. Osa konsernin toimintatavoista sekä liitteistä ja ohjeista tuli muista yksiköistä. Tässä opinnäytetyössä FPC käsittelee ainoastaan Joutsan toimintoja. Ulkoiset toimijat ja alihankinta auditointeinen tehdään myöhemmässä vaiheessa. Prosessien kehittämisen, ohjeistuksien ja käytänteiden osalta FPC:tä luotiin tarpeen mukaan.

## **1.2 FPC-käsikirjan käyttöönoton tuomat uudistukset toimialalle**

Laatukäsikirjalla haetaan laadun parantamista. Standardoitujen prosessien ja ohjeiden avulla varmistetaan, että tuotteet täyttävät yrityksen sekä asiakkaiden laatukriteerit. Prosesseja tehostetaan ja luodaan alusta loppuun. Yksikkö on uudehko ja vastaperustettu. Toimitapoja hiotaan sekä ohjeita selkeytetään ja näin varmistetaan, että tuotantoa voidaan optimoida ja saada säästöjä tuotannon läpimenon tehostumisesta sekä tehokkaammasta ajankäytöstä. SFS käsittelee artikkelissa sitä, mitä laatu on. FPC-käsikirja pyrkii edistämään laadunvalvontaa sekä virheiden korjaamista (SFS 2015.) Tästä syntyy tie jatkuvalla parantamiselle sekä tuotannon kehitykselle. Ilman laadullista määritelmää yritys ei voi toimia noudattaen alan sääntöjä, määräyksiä tai kansainvälisiä standardeja. Käsikirjaa tullaan myös käyttämään pohjana koulutuksen ja osaamisen kehittämiseksi. Käsikirja mukautuu tarpeeseen ja tuleva kokemus sen käytöstä tarkentaa tavoitteita sekä pureutuu asioihin, mitkä vaativat koulutusta (QKK.fi. n.d.)

## **1.3 Tutkimusmenetelmä**

Opinnäytetyö oli kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Tutkimusaiheissa keskityttiin keskeisiin käsitteisiin ja yleisimpiin teorioihin. Vapaamuotoinen katsaustyyppi, joka soveltuu laatukäsikirjaa käsittelevään

opinnäytetyöhön. Tarkoituksena oli saada mahdollisimman hyvä kokonaiskuva laadusta ja käsikirjan teosta. Kuvailevalla kirjallisuuskatsauksella voitiin selittää parhaiten käsikirjan luontiprosessi sekä havainnollistaa projektin eteneminen tälle teollisuudenalalle. Kananen (2008, s. 60-65) kuvaa kirjallisuuskatsauksen vaiheet seuraavasti: Tutkimuskysymyksen määrittely eli mikä on FPC-käsikirjan teoreettinen perusta ja miksi teemme sen? Asiaa koskevien artikkeleiden kirjojen, standardien, raporttien kerääminen ja alan ohjeistukseen perehtyminen sekä näiden lähteiden luotettavuuden arviointi. Aineiston analyysi, tulosten tunnistaminen ja tulkinta vertaillaan eri FPC-käsikirjojen rakenteita ja sisältöjä. Tulosten esittäminen eli tämän työn kirjallisuuskatsauksen perusteella muodostettu synteesi, joka tukee FPC-käsikirjan kehittämistä ja auttaa ymmärtämään FPC-käsikirjan merkittävyyttä sekä kehitysmahdollisuuksia.

Menetelmäkokeissa käytetään kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä, koska menetelmäkokeilla testataan leikkauksen parametrejä, käytetään kokeellista asetelmaa ja tilastollisia menetelmiä tulosten analysointiin. Reklamaatiomittareiden avulla pystytään myös yhdistämään kvantitatiivisen ja laadullisen analyysin. Reklamaatiomittareita verrataan, miten FPC onnistuu käytännössä verrattuna kirjallisuuden esimerkkeihin.

## **1.4 Tutkimuskysymykset**

Tutkimuskysymykset valittiin yrityksen tarpeesta selkeyttää myyntityötä ja selvittää kustannusten kautta, mitä millainenkin laatu maksaa ja millaista laatua kannattaa myydä. Muut kysymykset ovat yleisiä FPC:n laadinnassa käytettyjä kysymyksiä. Kysymykset keskittyvät käsikirjan rakenteeseen, käytäntöön, käytännön sovelluksiin sekä materiaalikokeiden tuloksiin.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitkä ovat FPC- käsikirjan keskeiset vaatimukset?
2. Miten FPC- käsikirja tukee tuotannon laadunhallintaa ja miksi se tehdään?
3. Mitä menetelmäkokeiden perusteella kannattaa myydä?
4. Miten FPC toimii käytännössä?
5. Miten menetelmäkokeet vastaavat FPC-käsikirjan laatuvaatimuksia EXC-luokkien osalta?

## 2 Tietoperusta

FPC perustuu standardien EN 1090-2 sekä EN 1090-1 julkaisuihin, joiden mukaan rakenne sekä sisältö määräytyvät. FPC täytyy hyväksyttää ulkopuolisella toimijalla, jotta FPC täyttää terärakenneteollisuuden vaatimukset sekä CE-merkintäoikeutta voidaan hakea. FPC eli laadunhallintakäsikirja käsittää prosessit ja niiden vastuuhenkilöt sekä kaikki tehtaan toimintatavat. Standardi määrittää laadulliset raamit toiminnan laadun takaamiseksi. FPC:tä tarvitaan CE-merkintäoikeuden hakemiseen ja siten teräsrakenneluokkien EXC2-, 3- sekä 4-luokkien viralliseen valmistusoikeuteen. (SFS-EN 1090-1:2010,24 teräs ja alumiinirakenteiden toteutus). Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus FPC kuuluu siten EN 1090-Standardisertifikaattiin, jonka uusiminen on FPC:n ohella yritykselle ajankohtaista. Tietoperusta käsittelee lisäksi laadunhallinta järjestelmiä, laatua sekä materiaalikokeita laserleikkaukselle osana FPC:tä.

### 2.1 Laatu ja laadunhallintajärjestelmät

Laadun yksi kuuluisa määritelmä on Philip Kotlerin ja Kevin Lane Kellerssin tiivistämä ”tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset”. Laatu on siis muutakin kuin tuote eli myös asiakkaan usein ilmaisemattomat odotukset pitää huomioida. Laatu on monimutkaista ja käsite on monitahoinen. Sen määrittelyyn tarvitaan standardeja, vaatimuksia ja odotuksia. Laatu ei ole vain tuotteen laatua vaan osa asiakaskokemusta sekä odotusarvoa. (Kotler 2016, *Marketing management*.)

#### 2.1.1 Laatu, mitä se on?

Tuotteen laatua kuvaavia arvoja ovat kestävyys, toimivuus, tasalaatuisuus ja käyttäjäystävällisyys. Putkilaserleikkaukseen sovellettuina laatua ovat tuotteen mittatarkkuus, leikkauksen laatu, usein tuotannossa käytetty parraton leikkujälki, lasersäteen tarkennus sekä teho ja nopeus. Laatua ovat myös mm. pieni pinnan karheus ja tasainen pinta. Kestävyys ja laatu lähtevät kuitenkin jo itse materiaalista ja sen laadusta ennen leikkaamista. Putken laatuun vaikuttavat putken valmistusstandardit, jotka ovat yllättävän laveat. Putki voi olla saumaton tai saumallinen. Saumattomien paineputkien pitkittäisvalu on kuvattu ainestodistuksissa laadun varmistamiseksi. Jos kuitenkin laadun valvonta pettää, tuotteen eränumero ja materiaalin sulanumero ovat aina saatavissa. Vialliset tuotteiden on aina oltava jäljitettävissä.

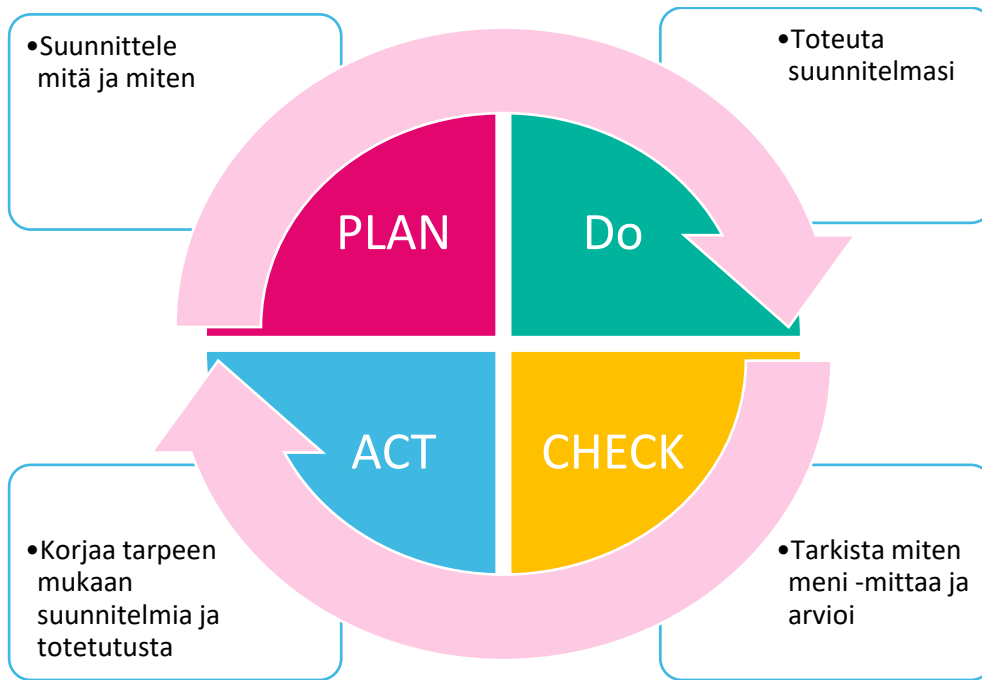
Laatukäsikirjan laadinnassa myös prosessien laatu on keskeisessä asemassa. Millainen laatu itse valmistusprosessilla on? Laatu ei tuoteta pelkästään leikkaamalla vaan on otettava huomioon tuotteen laadullinen kulku kokotoimitusketjun lävitse. Laatukäsikirjassa ei tätä sanota suoraan, mutta laadukas prosessi pyrkii tehokkuuteen, yksinkertaisuuteen, tuotteen nopeaan läpimenoon sekä muun muassa materiaalivirtojen optimointiin.

Asiakkaat näkevät laadun subjektiivisesti eli odotukset, olettamukset, kokemukset muualta sekä mieltymykset vaikuttavat kokemukseen. Objektiiivinen laatu taas on tuotteen teknistä mittaamista, mittalaitteilla tai esimerkiksi tuotteiden reklamaatiomittareiden frekvenssiä ja kaavioiden mittausta. Myyjän näkökulmasta laatua on myytävä subjektiivisesti. Tuotteen virheettömyyden lisäksi myydään lisäarvoa ja haetaan ratkaisuja edullisempaan eräkokoon, materiaalivalintaan, valmistusteknisiin valintoihin tai esimerkiksi logistisiin ongelmiin. Tärkeää on, milloin ja miten tuotteet toimitetaan ja millä toimitusvarmuudella. Hyvän ja pitkäaikaisen asiakassuhteen voi ratkaista hinta-laatusuhteen lisäksi hyvä palvelu ja luottamus. Kaikille ei kuitenkaan kannata myydä samaa laadun tasoa. Ylilaatu tarkoittaa parempaa laatua kuin asiakas tarvitsee tai odottaa saavansa. Asiakas saattaa yllättyä positiivisesti, mutta se johtaa usein kalliisiin valmistuskustannuksiin, mikä on asiakaan näkökulmasta tarpeetonta.

Käsikirjan eräänä isona hyötynä on luoda laatua organisaatiotasolla. Siten yrityksen itse luomaan laatukulttuuriin. Laatukulttuuri tarkoittaa laadun ja yrityksen arvojen ja strategian yhdistämistä tavoiksi ja toimenpiteiksi. Laatua varmistetaan ja parannetaan jatkuvasti. (SFS 2015, mitä laatu on).

### **2.1.2 Laadunhallintajärjestelmät, menetelmät ja FPC**

Laadun hallintajärjestelmiä ovat mm. ISO 9001 ja ISO 1090. Menetelmiä ovat mm. Lean ja Lean Six sigma. Yleinen käytössä oleva menetelmä on ISO 9001-laatumenetelmä. Se keskittyy asiakastyytyväisyyteen, jatkuvaan parantamiseen ja riskien hallintaan ja niiden tunnistamiseen (SFS-EN ISO 9001:2015.) Menetelmiä ovat mm sisäiset auditoinnit, johdon auditoinnit, poikkeamien ja reklamaatioiden käsittely ja jatkuvan parantamisen PDCA sekä SPC statical process control. PDCA-sykli tulee sanoista Plan-Do-Check-Act ja se tähtää jatkuvaan parantamiseen. SPC:tä käytetään laadun tarkkailuun tilastoja hyödyntäen prosessin ohjauksessa.

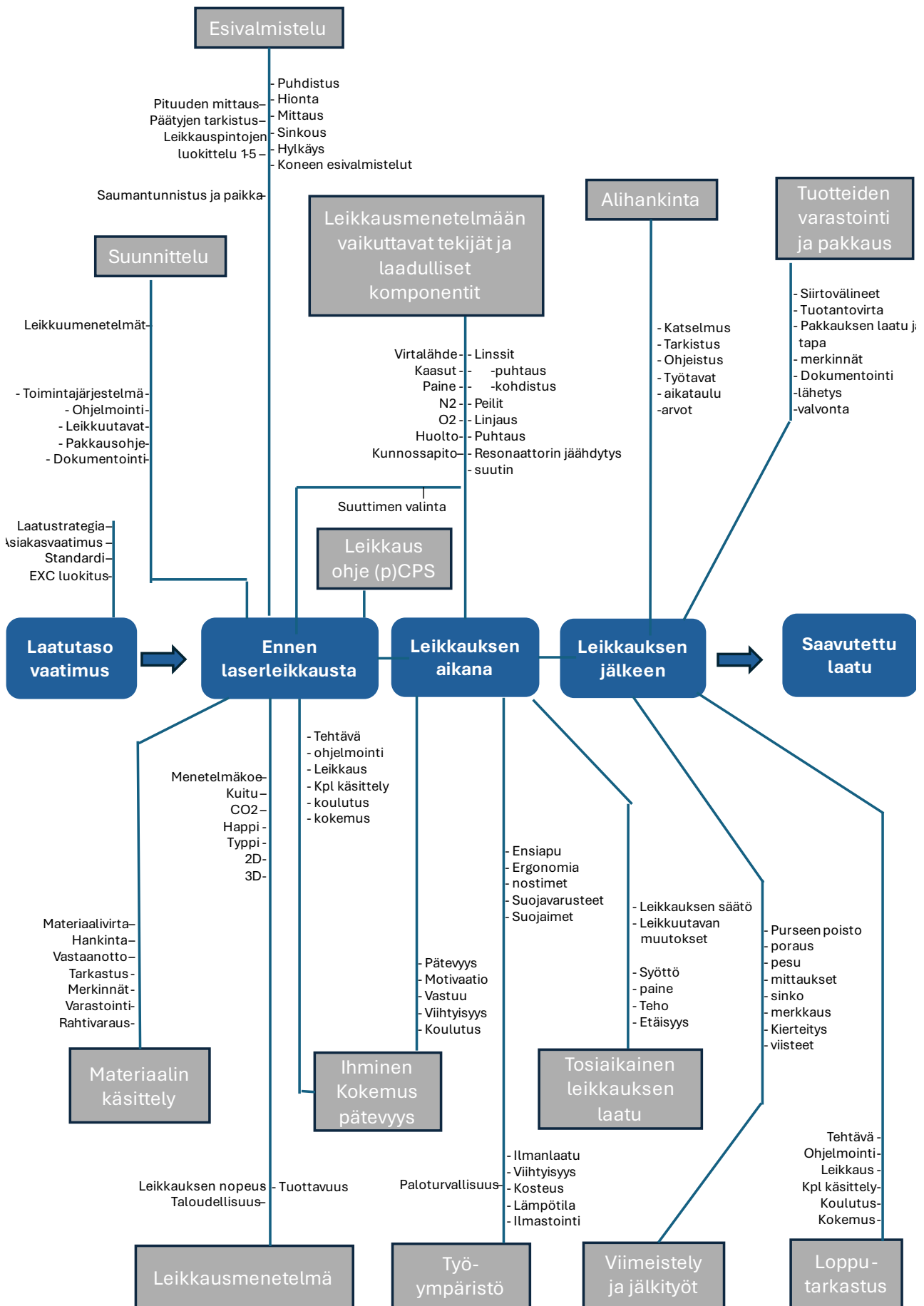


Kuvio 1. W. Edwards Demingin PDCA (Hokkanen & Strömberg 2006, 82; Laamanen 2006)

FPC on osa laadun hallintaa. Se keskittyy rakennustuotteiden laadunvarmistukseen. Se tarkoittaa tehtaan sisäistä laatukäsikirjaa. Sillä taataan tuotannon yhteneväisyys ja vaatimuksen mukaisuus. Näiden täytyessä voi valmistaja saada oikeuden tuotteen CE-merkinnälle (Rakennustuoteasetus EU 305/2011).

### 2.1.3 Laserleikkauksen laatu

Laserleikkauksen laatuun ei ole suoranaista standardia tai ohjetta. Standardeissa aihetta käsitellään termisen leikkaamisen kautta esimerkiksi tarkoittaen polttoleikkaamista. FPC:hen läheisesti kuuluvasta hitsaamisesta taas on tehty useitakin kaavioita ja ohjeita laadun varmistamiseksi. Seuraava kuvio on tehty käyttäen pohjana Lepolan (2010) hitsauskaaviota. Tämän pohjalta on laadittu laserleikkauksenlaatukaavion. Kuviossa 2 on esitelty laatuun vaikuttavia tekijöitä välillisesti ja suorasti. Tekijöitä on lajiteltu viiteen ryhmään: laatuvaatimus, ennen laserleikkausta, leikkauksen aikana, leikkauksen jälkeen päätyen aina saavutettuun laatuun. Myynti on iso osa onnistunutta laatuketjua. Tässä kuviossa käsitellään laatua myynnin jälkeen alkaen suunnittelusta ja dokumentoinnista aina pakattuun lopputuotteeseen asti.



Kuvio 2. Laserleikkauksen laatu

#### **2.1.4 Laadun arviointimenetelmät**

Laatua arvioidaan esimerkiksi asiakastyytyvyydellä. Pieniä indikaattoreita palautteesta voidaan kerätä itse asiakastapaamisissa. Järjestelmällisemmin palautetta saa kyselyillä. Mitä asiakkaat odottavat, mitä tarpeita heillä on? Mitä palvelua odotetaan tai vaikka mikä toimii ja mikä ei toimi. Vastukset ovat poikkeuksetta subjektiivisia, minkä tulkinta vaatii arviointikykyä ja sovittamista yrityksen strategiaan. Objektivistista lähestymistä on käyttää reklamaatiomittareita tuotteiden, palvelun ja prosessin virheiden tilastoimiseen. Tilastoinnin avulla prosessivirheet huomataan ja kustannustehokkuus nousee.

## **2.2 Menetelmäkokeet toteutus ja rajaus**

Menetelmäkokeet tehtiin rakenneteräksille ja ruostumattomille rakenneteräksisille palkeille, putkille ja profiileille. Pinnanlaatu huomioitiin ja testit jaoteltiin sinkoamattomiin ja singottuihin, joissa ruosteisuusluokka otettiin huomioon. Rajauksena alumiinia ja muovia ei toistaiseksi otettu mukaan kokeisiin. Menetelmäkokeiden tarkoitus oli selvittää, mihin koneet pystyvät ja millaista leikkauslaatua saadaan aikaiseksi. Toteutusluokasta EXC2 ylöspäin tarvittiin hyväksytyt kokeet, jotta voitiin todentaa leikkauksen ylittävän kaikki laatuvaatimukset. Vakioidusta mittaleikkauksesta mitattiin mm. pinnanlaatu, kovuus, mittatoleranssit. Mittaleikkauksessa oli aina ainakin 200 mm leikkuuta, terävämuoto sekä kaari. (SFS-EN 1090-2:2018, Liite A3 teräs ja alumiinirakenteiden toteutus.) Näitä koekappaleita piirrettiin sekä ohjelmoitiin tuotannon joukkoon, jotta kokeita saatiin tehokkaasti ja tuotantoa häiritsemättä mahdollisimman paljon.

### **2.2.1 Liite D opastava Menettely automatisoitujen termisten leikkausprosessien suorituskyvyn tarkastamiseksi**

SFS-EN 1090-2 Teräsrakenteiden suunnittelu osiossa käydään tarkasti läpi tarkastusmenettely, josta käytetään opinnäytetyössä nimitystä menetelmäkoe. Erillisenä huomautuksena ohjeessa tarkennetaan, että "Laser ja plasmaleikkaukseen voidaan tarvita erilaisia tai lisäparametreja". Ohjetta on sovellettava käyttötarkastuksen mukaisesti, viimekädessä auditoija hyväksyy tai hylkää menettelyn, ellei prosessi ole standardin mukainen. Menettelyn peruseräpäätökset ovat seuraavat: luodaan alustava leikkausohje eli pCPS preliminary cutting procedure specification, jolla

varmistetaan leikkauspintojen laatu. Tätä alustavaa leikkausohjetta käytetään hyväksymispöytäkirjan laatimiseksi, jota standardissa kutsutaan CPQR:ksi eli cutting procedure qualification record. Menettely kappale loppuu standardikielelle epätyypillisesti ”Tätä CPQR asiakirjaa käytetään sitten tuotannossa leikkausoperaatioiden valvontaan käyttäen leikkausohjetta CPSs.” Liitteessä 6 on standardin havainnollistava esimerkkipöytäkirja, joka selventää tarvittavia eritelmiä. Standardi myös määrittelee CPQR:n pätevyysalueen, jolla leikkaus on kelvollinen. Muuttujat ovat seuraavia: a) materiaalityyppi, b) materiaalin paksuus, c) kaasujen paineet, d) leikkausnopeus ja korkeus, e) esilämmityslämpötila.

Koepalojen muoto ja mitat ovat määriteltyjä, mutta pienimpien putkien leikkuussa ei ole mahdollista käyttää annettua koepalan muotoa. Ohjetta sovelletaan niin, että mitattavat määreet täyttyvät, esimerkiksi kappaleessa on oltava suora leikkaus, josta mitataan mm. kovuus, kovuuden määrittelyyn on oma standardi EN ISO 6507-1. Leikkauksen on siis oltava riittävän pitkä kovuuden määrittelyyn. SFS-EN 1090-2 Teräsrakenteiden suunnittelustandardissa määrätään kovuuskokeet toteutettaviksi alueelta, joilla leikkaus sekä jäähtymisnopeus ovat suurinta. Suosittelen kääntymään hyväksytyin tarkastuslaitoksen puoleen koepalojen muodon sekä mittaus suunnitelman muodostamiseksi ennen kokeiden suorittamista.

Liite opastaa materiaalityyppien pätevyysalueet, jotka liittyvät tässä tapauksessa FPC materiaalien ryhmittelyyn, muutoin ne ovat keskeisempiä hitsauksessa, jota ei tässä käsitellä. Lisätietoa materiaalityypistä saa CEN ISO/TR 15608 raportista. Ainepaksuudeksi kokeille kannattaa valita ohuin sekä paksuin koekappale, sillä hyväksyntä tulee tälle välille automaattisesti.

Leikkauskaasujen paineista mainitaan toleranssit, joiden sisällä kokeet ovat hyväksytyjä. Leikkausnopeudesta sekä leikkaus pään etäisyydestä eli leikkaukorkeudesta on ilmoitettu vaihteluväli. Esilämmityslämpötila voi vaihdella +/- 10 prosenttia. Poikkeavaa esilämmitystä voidaan tarvita materiaaleille, joiden hiiliekvivalentti on suurempi kuin koekappaleella. Näin hallitaan materiaalin kovuutta, jotta teräs ei karkene yli hyväksytyjen rajojen. (SFS-EN 1090-2:2018,135-141.)

### **2.2.2 Kokeiden mittaukset ja analysointi**

Kokeiden jälkeen kappaleet voidaan mitata joko itse tai ulkopuolisella mitta-asemalla. Käytimme ulkopuolista standardien täyttävää mitta-asemaa. Kappaleet mitattiin Jyväskylän

ammattikorkeakoulun Kalibrintikeskuksessa. Ensimmäisille kokeille oli hyvä käyttää puolueetonta mittaajaa. Mittaustulokset tarkistettiin FPC:n hyväksyntäauditoinnissa perusteellisesti. Kappaleista tutkittiin paras mahdollinen leikkuujälki ja saatiin leikkuuluokat.

Lopuksi muodostetaan koeraportti, josta on löydyttävä seuraavat tiedot D.4 koeraportin mukaisesti: viittaus standardeihin EN 1090-2 ja EN ISO 9013, alustavan leikkausohjeen numero, koekappaleiden merkintä, materiaali, kappaleen paksuus, koekappaleen tyyppi, piirros testauskohdista leikkausreunassa, mittauslaitteet, suoritettut kokeet ja arviointikriteerit, koetulokset sekä koetulosten arviointi.

## **2.3 Rakennusalan teräsrakenteiden CE-merkintä sekä rakennustuoteasetus CPR**

Teollisuuden tarkastuslaitos Dekra määrittelee CE-merkinnän pakollisuuden seuraavasti.

*CE-merkintä kantaville teräsrakenteille perustuu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseen (EU) 2024, joka edellyttää CE-merkintää tuotteille, jotka kuuluvat harmonisoidun standardin soveltamisalaan. Standardi EN 1090-1 on harmonisoitu standardi, ja sen soveltamisalaan kuuluville tuotteille vaaditaan suoritustasoilmoitus (DoP) ja CE-merkintä, kun ne saatetaan markkinoille EU-maissa.*

Edellytyksenä merkintäoikeudelle on tehtaan sisäinen laadunhallintakäsikirja FPC, joka on sertifioitu sekä hyväksytetty ulkopuolisen CE-todistuksessa ilmoitetulla laitoksella. (Dekra Kantavat teräsrakenteet EN 1090-1. 2025.)

### **2.3.1 CE-merkinnän vaatimukset kantaville teräsrakenteille**

Vaatimuksia CE-merkinnälle on kuusi kohtaa. EN 1090-standardi on kolmessa osassa: EN 1090-1 (vaatimukset ja CE-merkintä), EN 1090-2 (teräsrakenteiden toteutus) ja/tai EN 1090-3 (alumiinirakenteet. Suoritustasoilmoitus (DoP, Declaration of performance); Valmistajan on laadittava suoritustasoilmoitus, jossa määritellään tuotteen ominaisuudet ja suorituskky. Hitsauksen laadunhallinta ja sertifiointi. Yrityksen on oltava sertifioitu hitsauksen laatustandardi voimassa ISO 3834 (hitsauksen laatu). Tuotannon sisäinen laadunvalvonta FPC, factory production control. FPC on valmistajan määrittelemä sisäinen laadunvalvontajärjestelmä. FPC:llä osoitetaan tuotteiden vaatimustenmukaisuus sekä tuotannon yhdenmukainen laatu. Ilmoitettu riippumaton laitos ND, notified body tarkastaa ja sertifioi tehtaan CE-merkinnän saamiseksi. Tällaisia laitoksia

ovat mm. Dekra, KIWA, Inspecta, DNV. Sertifiointi sisältää tuotannon ja laadunvalvonnan hyväksymisen standardin 1090 mukaisesti. Kantavat teräsrakenteet jaotellaan suunnittelun mukaisesti toteutusluokkiin EXC1-EXC4, (Execution class). Toteutusluokka määräytyy rakenteen, kantokyvyn, riskienhallinnan ja käyttökohteiden mukaisesti.

- **EXC1:** Kevyet rakenteet esim. varastohyllyt
- **EXC2:** Tavanomaiset rakennusten teräsrakenteet
- **EXC3:** Suuret ja vaativat rakenteet esim. sillat, korkeat rakennukset
- **EXC4:** Poikkeuksellisen vaativat rakenteet ydinvoimalat, suurjännitetornit

(EN 1993-1-1:2005/A1:2014, Liite C).

### 2.3.2 Miksi CE-merkintä on tärkeä?

CE-merkintä takaa rakenteiden turvallisuus- ja laatuvaatimukset. Se on välttämätön EU-alueella rakennustuotteiden ja rakenteiden valmistamiseksi. CE-merkintä takaa rakenteiden yksilöllisen jäljitettävyyden EXC2 luokasta ylöspäin sekä parantaa valmistuksen dokumentaatiota. CE-merkinnällä mahdollistetaan teräsrakenteiden vapaa liikkuvuus EU:n sisällä. CE-merkintä itsessään antaa standardinomaisen yhteneväisyyden tuotteille, jotka ovat saaneet hyväksynnän.

Turvallisuuden kannalta merkintä osoittaa, että tuotteessa on huomioitu sekä tarkastettu EU:n turvallisuus ja terveysvaatimukset. Nykyään merkintä kattaa lisäksi ympäristövaatimukset (CE-merkintä 2025.). Tukesin mukaan on huomioitava, että kaikkiin rakennustuotteita ei voi merkitä CE-merkinnällä. Näillä tuotteilla ei ole yhdenmukaista standardia eikä niille sovelleta teknistä ETA arviointia, joka on eräänlainen kiertotie hyväksymiselle, ellei CE-merkintää voida käyttää. (Tukes CE-merkittävät rakennustuotteet. 2025.)

### 2.3.3 Rakennustuoteasetus (EU) 2024/3110

EUR-Lex Euroopan mukaan asetus asettaa yhdenmukaiset ehdot rakennustuotteille ja korvaa aikaisemman rakennustuotedirektiivin (EU) N:o 305/2011. Erityiset muutokset FPC:n osalta ovat seuraavat:

1. Laajennetut laadunvalvontavaatimukset:  
Uusi asetus edellyttää, että riippumattomat ilmoitetut laitokset suorittavat säännöllisiä auditointeja valmistajien FPC-järjestelmille varmistaakseen niiden tehokkuuden ja vaatimustenmukaisuuden.
2. Riskienhallinta:  
Valmistajien on otettava käyttöön riskienhallintajärjestelmiä, jotka tunnistavat mahdolliset tuotantoon liittyvät riskit ja määrittelevät toimenpiteet niiden hallitsemiseksi. Tämä sisältää sekä prosessien että tuotteiden jatkuvan seurannan ja arvioinnin.
3. Jäljitettävyys:  
Asetus painottaa tuotteiden jäljitettävyttä koko toimitusketjussa. Valmistajien on varmistettava, että jokainen tuote tai erä voidaan jäljittää takaisin toimitusketjun alkupisteeseen saakka, mikä helpottaa mahdollisten ongelmien tunnistamista ja korjaamista.
4. Dokumentaation säilyttäminen:  
Valmistajien on säilytettävä kaikki FPC:hen liittyvät asiakirjat vähintään 10 vuoden ajan tuotteen markkinoille saattamisesta. Tämä sisältää testiraportit, tarkastuspöytäkirjat ja muut laadunvalvontaan liittyvät dokumentit.
5. Kolmannen osapuolen auditoinnit:  
Uusi asetus edellyttää, että riippumattomat ilmoitetut laitokset suorittavat säännöllisiä auditointeja valmistajien FPC-järjestelmille varmistaakseen niiden tehokkuuden ja vaatimustenmukaisuuden.

Muutoksilla halutaan korostaa valmistajien vastuuta tuotantoprosessien valvonnassa ja laadunvarmistuksessa. FPC-käsikirjaa korostetaan uusimmassa asetuksessa tuotteiden vaatimustenmukaisuuden ja turvallisuuden varmistamisessa. (Euroopan unionin virallinen lehti: asetus (EU) 2024/3110)

## 2.4 SFS- EN-1090-1 Vaatimuksen mukaisuuden arviointi

### 2.4.1 Alkutestauksen tarkoitus ja toteutus

Vaatimuksen mukaisuus todennetaan kahdella tavalla:

- a) alkutestauksella
- b) tehtaan sisäisellä laadunvalvonnalla, sisältäen myös valmistajan määrittelemät tuotannon näytteiden tarkastukset sekä testauksen.

Alkutestauksen avulla selvitetään tuotteen ominaisuudet ja luokat, jotka esitetään myöhemmin CE-merkinnässä. Kokoonpanot voidaan jakaa testauksen helpottamiseksi ryhmiin eli perheisiin, jos niillä on samankaltaiset ominaisuudet. Esimerkiksi hitsatuista teräskokoonpanoista muodostettu perhe voidaan määritellä perusmateriaalin ja käytetyn hitsausprosessin mukaan. Tähän perheeseen voidaan sisällyttää myös sellaiset materiaalit, joilla on parempi hitsattavuus ja

alhaisempi lujuus. Kokoonpanot, joissa ei ole lainkaan hitsausta mutta kuuluvat samaan toteutusluokkaan, muodostavat oman erillisen perheensä. (SFS EN 1090-1+A1, 2012.)

Alkutestaus voidaan tehdä kahdella eri tavalla:

- **Laskennallinen alkutestaus (ITC)**
- **Käytännön alkutestaus (ITT)**

Alkutestaus tehdään aina silloin, kun aloitetaan uuden kokoonpanon valmistus, otetaan käyttöön uusi tuote tai valmistusmenetelmä tai aletaan valmistamaan kokoonpanoja korkeammassa toteutusluokassa. Jos kokoonpanolle on jo tehty alkuarviointi standardin EN 1090-1 mukaisesti, alkuarviointia voidaan keventää edellyttäen, että voidaan osoittaa, että muutoksilla ei ole ollut vaikutusta tuotteen toiminnallisiin ominaisuuksiin. Jos tuote on CE-merkitty yhteiseurooppalaisen teknisen spesifikaation perusteella, voidaan lähtökohtaisesti olettaa, että tuotteella on ilmoitetut ominaisuudet. Kaikki valmistajan ilmoittamat ominaisuudet tulee kuitenkin varmistaa alkutestauksen avulla. Tästä on kuitenkin kolme poikkeusta:

- **Kokoonpanon palokäyttäytyminen**
- **Vaarallisten aineiden päästöt**
- **Ominaisuuksien pitkäaikainen säilyvyys**

Palokäyttäytyminen ja vaarallisten aineiden päästöjä ei tarvitse mitata suoraan kokoonpanosta, vaan niitä voidaan arvioida epäsuorasti seuraamalla kokoonpanossa käytettyjä materiaaleja ja niiden pitoisuuksia. Ominaisuuksien säilyvyys varmistetaan esimerkiksi teknisin ohjein, jotka estävät korroosion syntymistä. Vaihtoehtoisesti säilyvyyttä voidaan hallita rajoittamalla korroosion vaikutusta käyttämällä korroosionestoon perustuvia vaatimuksia kokoonpanojen luokittelussa. Näytteiden, joita käytetään kokoonpanoja tai perheitä arvioitaessa, tulee vastata standardin mukaisia vaatimuksia. Näistä tarkemmat tiedot löytyvät taulukosta , jossa myös viitataan EN 1090-1 standardin kohtiin ja kriteereihin. (SFS EN 1090-1+A1, 2012.)

Taulukko 1. Alkutestauksen ja laskennallisen alkutestauksen näytteenotto, arviointi ja vaatimustenmukaisuuskriteerit (SFS EN 1090-1+A1, 2012).

Ominaisuus	Vaatimuk- sia koskeva kohta	Arviointimenetelmä	Näytteiden luku- määrä	Vaatimustenmu- kaisuuskriteeri
Mittojen ja muodon toleranssit	<a href="#">4.2</a>	Tarkastus ja testaus standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan	1	<a href="#">5.3</a>
Hitsattavuus	<a href="#">4.3</a>	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus ainestodistusten perusteella	1	<a href="#">5.4</a>
Murtumissitkeys/ haurasmurtumis- lujuus (vain teräs- kokoospanoille)	<a href="#">4.4</a>	Käytettäville tuotteille asetettujen vaatimusten tarkistus ainestodistusten perusteella	1	<a href="#">5.5</a>
Kantavuus	<a href="#">4.5, 4.5.2</a>	Soveltuvan standardien EN 1993, EN 1994, EN 1999 osan mukainen laskelma tai soveltuvan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukainen testaus <sup>b</sup>  Kokoospanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukainen valmistus <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	<a href="#">5.6</a>
Väsymislujuus	<a href="#">4.5, 4.5.3</a>	Soveltuvan standardien EN 1993, EN 1994 tai EN 1999 osan mukainen laskelma <sup>b</sup>  Valmistus kokoospanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	<a href="#">5.6</a>
<b>A1</b> ) Muodonmuutos käyttörajatilassa <sup>b</sup>	<a href="#">4.5.5</a>	Soveltuvan standardien EN 1990, EN 1993, EN 1994, EN 1999 osan mukainen laskelma tai soveltuvan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukainen testaus <sup>b</sup>  Kokoospanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukainen valmistus <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	<a href="#">5.6</a> <b>A1</b> )
Palonkestävyys	<a href="#">4.5, 4.5.4</a>	Toiminnalliselle ominaisuudelle R standardien EN 1993, EN 1994 tai EN 1999 mukainen laskelma tai standardiin EN 13501-2 mukainen testaus ja luokitus toiminnallisille ominaisuuksille R, E, I ja/tai M <sup>b</sup>  Valmistus kokoospanoeritelmän ja standardien EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaan <sup>c</sup>	1 <sup>a</sup>	<a href="#">5.7</a>
Palokäyttötymien	<a href="#">4.6</a>	Pinnoitettujen kokoospanojen tarkistaminen standardin EN 13501-1 mukaisesti	1	<a href="#">5.8</a>

<sup>a</sup> Yhden laskelman tulee riittää vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Jos ominaisuus määritetään testeillä, koekappaleiden lukumäärä tulee valita standardeissa EN 1990, EN 1993, EN 1994 ja EN 1999 koetulosten arvioinnille esitettyjen ohjeiden mukaan.

<sup>b</sup> Jos valmistaja ilmoittaa rakenteellisen suunnittelun perusteella määritettyjä ominaisuuksia.

<sup>c</sup> Alkutestauksen kohteena olevan toteutusluokan mukaisesti.

## 2.4.2 FPC – Tehtaan sisäinen laadunvalvonta

Valmistajan on luotava, dokumentoitava ja ylläpidettävä tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä (FPC) varmistaakseen, että tuotteet täyttävät ilmoitetut vaatimukset. FPC-järjestelmä sisältää kirjalliset menettelyt, säännölliset tarkastukset, testaukset ja arvioinnit

sekä näiden tulosten hyödyntämisen tuotannon ja kokoonpanojen valvonnassa. Kaikki tulokset on dokumentoitava.

FPC-järjestelmän arviointi sisältää:

- tehtaan ja laadunvalvonnan alkutarkastuksen
- järjestelmän jatkuvan valvonnan ja arvioinnin

Järjestelmän tulee osoittaa, että valmistuskäytännöt täyttävät EN 1090-1 -standardin vaatimukset. FPC:n on osoitettava, että käytännöt täyttävät EN 1090-1 -standardin vaatimukset kokoonpanojen toimittamiseksi. Alkutarkastukseen liittyvät toimenpiteet on esitetty taulukossa 3 ja jatkuvan valvonnan toimenpiteet taulukossa 4 (sivu 18). Ensimmäinen valvontatarkastus tehdään vuoden kuluttua alkuarvioinnista. Seuraavien tarkastusten aikavälit määritellään taulukossa 2, jos tuotanto-olosuhteet tai prosessit eivät ole muuttuneet. Toteutusluokat määritellään standardissa EN 1090-2. (SFS EN 1090-1+A1, 2012.)

Taulukko 2. Rutiininomaisten tarkastusten väliajat (SFS EN 1090-1+A1, 2012,25.)

Toteutusluokka	Valmistajan FPC:n tarkastusten väliajat ITT:n jälkeen (vuosia)
EXC1 ja EXC2	1- 2 - 3 - 3
EXC3 ja EXC4	1 - 1 - 2 - 3 - 3

Valmistajan on perustettava, dokumentoitava ja ylläpidettävä tehtaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä (FPC), jolla varmistetaan, että markkinoille toimitetut tuotteet vastaavat niille ilmoitettuja ominaisuuksia. FPC-järjestelmä sisältää:

Kirjalliset menettelytavat

- Säännölliset tarkastukset, testaukset ja/tai arvioinnit
- Tulosten käyttö kokoonpanoissa käytettyjen tuotteiden, laitteiden, valmistusprosessien ja lopputuotteen valvontaan
- Tulosten dokumentointi

Taulukko 3. Alkutarkastuksen tehtävät (SFS EN 1090-1+A1, 2012).

Rakenteelliseen suunnitteluun liittyvät tehtävät <sup>a</sup>	Työn toteuttamiseen liittyvät tehtävät
<p>Yleistä: Tämän eurooppalaisen standardin piiriin kuuluvien teräs- ja alumiinikokoonpanojen rakenteelliseen suunnitteluun tarkoitettujen resurssien arviointi (tilat, henkilöstö ja välineet).</p> <p>Tähän sisältyy erityisesti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Asianmukaisten välineiden ja resurssien kuten esim. käsinlaskentamenettelyjen ja/tai tietokoneiden jätietokoneohjelmien saatavuuden ja toimivuuden arviointi näytteiden perusteella.</li> <li>— Toimenkuvauksen ja henkilöstön pätevyysvaatimusten arviointi.</li> <li>— Rakenteellisessa suunnittelussa noudatettavien menettelytapojen arviointi mukaan lukien vaatimusten täyttymisen varmistamiseksi käytettävää tarkastusmenettelyä.</li> </ul> <p>Tehtävien tavoitteena on tarkistaa, että rakenteellisessa suunnittelussa noudatettava FPC-järjestelmä on riittävä ja toimiva.</p>	<p>Yleistä: Toteutusresurssien (tilat, henkilöstö ja laitteet) riittävyyden tarkastus ja arviointi standardien EN 1090-2 ja EN 1090-3 vaatimusten mukaisten teräs- ja alumiinikokoonpanojen valmistamiseen.</p> <p>Tähän sisältyy erityisesti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Vaatimustenmukaisuuden varmistamisessa ja poikkeavuuksien käsittelyssä noudatettavan sisäisen järjestelmän tarkastaminen ja arviointi.</li> <li>— Toimenkuvauksen ja henkilöstön pätevyysvaatimusten arviointi.</li> </ul> <p>Hitsauksen osalta tarkistetaan, että tehdas ja hitsauslaitteisto täyttävät FPC:n laitteita ja henkilöstöä koskevat vaatimukset.</p> <p>Hitsausta koskevassa todistuksessa esitetään seuraavat tiedot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— soveltamisala ja noudatettavat standardit</li> <li>— toteutusluokka/-luokat</li> <li>— hitsausprosessi(t)</li> <li>— perusaine(et)</li> <li>— vastuullinen hitsauskoordinoija, katso standardi EN ISO 14731</li> <li>— mahdolliset huomautukset.</li> </ul> <p>Tehtävien tavoitteena on tarkistaa, että FPC-järjestelmää noudattaen on mahdollista valmistaa tämän eurooppalaisen standardin vaatimukset täyttäviä kantavia teräs- ja/tai alumiinikokoonpanoja.</p>
<sup>a</sup>	Vain, jos ilmoitetaan rakenteelliseen suunnitteluun liittyviä ominaisuuksia.

Taulukko 4. FPC:n jatkuvaan valvontaan liittyvät tehtävät (SFS EN 1090-1+A1, 2012).

Rakenteelliseen suunnitteluun liittyvät tehtävät <sup>a</sup>	Työn toteutukseen liittyvät tehtävät
<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pistokokein tarkistetaan, että kokoonpanojen rakenteellisen suunnittelun vaatimat resurssit ovat olemassa ja toimintakuntoisia.</li> <li>— Pistokokein arvioidaan työhön käytettävien resurssien esim. käsinlaskentamenettelyjen ja/tai tietokone-laitteiden ja tietokoneohjelmien toimivuus.</li> <li>— Arvioidaan rakenteellisessa suunnittelussa käytettävät menettelyt mukaan lukien tarkastusmenettelyt, joilla vaatimustenmukaisuus saavutetaan.</li> </ul> <p>Rakenteellisessa suunnittelussa noudatettavan FPC-järjestelmän toimivuuden varmistaminen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Pistokokein tarkistetaan, että järjestelmä, jonka avulla valvotaan geometrisia vaatimuksia, oikeiden tuotteiden käyttöä sekä työn laatutasoja, täyttää vaatimukset EN 1090-2 tai EN 1090-3 mukaisesti.</li> <li>— Vaatimustenmukaisuuden varmistamisessa ja kaikkien poikkeavuuksien käsittelyssä noudatettavan sisäisen valvontajärjestelmän tarkastaminen ja arvioiminen.</li> </ul> <p>Kantavien teräs- ja alumiinikokoonpanojen valmistuksessa noudatettavan FPC-järjestelmän toimivuuden varmistaminen.</p>
<sup>a</sup>	Vain, jos rakenteellisen suunnitteluun liittyviä ominaisuuksia ilmoitetaan.

### 2.4.3 Kokoonpanoeritelvät

Kokoonpanoeritelmä on selostettu En 1090-1 liitteessä A. Se määrittelee vaatimukset kokoonpanon valmistukselle. Kokoonpanoeritelmä voidaan laatia kahdella tavalla. Ostaja toimittaa eritelmän eli ostajan toimittama kokoonpanoeritelmä PPCS tai valmistaja laatii kokoonpanoeritelmän MPCS. PPCS tarkoittaa purchaser provided component specification ja MPCS tarkoittaa Manufacturer provided component specification. Selventävä ote taulukossa 5. Vastuunjako on tärkeää sopia jo tarjousvaiheessa ja määritellä viimeistään tilausvaiheessa. (SFS EN 1090-1+A1, 2012, 21-22 ).

Ostajan toimittama kokoonpanoeritelmä PPCS

Ostaja toimittaa kaiken tarvittavan teknisen tiedon valmistamista varten, kuten materiaalit, geometrian sekä toteutusvaatimukset. Valmistaja valmistaa kokoonpanon PPCS:n mukaan seuraten standardia EN 1090-2 eli teräs tai EN 1090-3 alumiini standardia. Rakeenteellinen suunnittelu tässä tapauksessa oletetaan ostajan tekemäksi. (SFS EN 1090-1+A1, 2012, 21.)

MPCS kokoonpanoeritelmä

Valmistaja vastaa kaikista teknisistä tiedoista ja voi toimia seuraavilla tavoilla. Vaihtoehto 1: ilmoitetaan geometria, materiaalit ja muut tiedot. Rakeenteellinen suunnittelu on tehty muualla. Vaihtoehto 2: Valmistaja suorittaa lisäksi rakenteellisen suunnittelun perustuen menetelmään 2 eli eurokoodien standardeihin tai menetelmään 3b eli ostajana määrittämiin säädöksiin. Ostajan on tämän lisäksi toimitettava tarvittava käyttö sekä suunnittelutiedot. (SFS EN 1090-1+A1, 2012, 21.)

Taulukko 5. Valmistajan ilmoitus rakenteellisten kokoonpanojen ominaisuuksista CE-merkinnässä (SFS EN 1090-1+A1, 2012, 22).

Toiminta	Valmistajan tehtävät ja toimituksen sisältö			
	Menetelmä 1	Menetelmä 2	Menetelmä 3b	Menetelmä 3a
Kokoonpanon rakenteellista suunnittelua koskevat laskelmat	Ei	Kyllä Perustuen vaatimukseen käyttää tuotestandardia, jossa viitataan soveltuviin eurokoodien osiin	Kyllä Perustuen vaatimukseen käyttää ostajan suunnitteluselostetta tai valmistajan suunnitteluselostetta asiakkaan tilauksen vaatimusten täyttämiseksi	Ei
Valmistuksen peruste	MPCS	MPCS	MPCS	PPCS
Kokoonpanon ominaisuuksia koskeva ilmoitus	Geometriaa ja materiaaleja koskevat tiedot ja kaikki muut tiedot, joita tarvitaan, jotta jotkut toiset voivat suorittaa rakenteellisen arvioinnin ja laskelmat	Toimitettavat kokoonpanot ovat tämän eurooppalaisen standardin mukaisia. Rakenteellisten ominaisuuksien osalta viitataan soveltuviin eurokoodien osiin ja kestävyys/kestävyydet annetaan ominaisarvona/ominaisarvoina tai mitoituservoina/mitoituservoina	Toimitettu kokoonpano on MPCS:n mukainen ja jäljitettävissä ostajan tilaukseen	Toimitettu kokoonpano on PPCS:n mukainen

## 2.5 SFS EN 1090-2 Teräsrakenteiden toteutus

Standardi SFS-EN 1090-2+A1:2018 on tarkoitettu ohjeistamaan teräsrakenteiden toteutusta, jotka on suunniteltu Eurokoodien EN 1993 -sarjan mukaan. Standardi määrittää vaatimukset kantavien teräsrakenteiden mekaanisen kestävyden, stabiilisuuden, toimivuuden ja ominaisuuksien pysyvyyden varmistamiseksi koko rakenteen elinkaaren aikana. Nämä vaatimukset kohdistuvat valmistettuihin rakenteisiin ja kokoonpanoihin riippumatta rakenteen tyypestä tai muodosta. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 6)

### 2.5.1 Soveltamisala ja materiaalit

Standardi kattaa kantavat teräsrakenteet, jotka valmistetaan seuraavista tuotteista:

- Kuumavalssatut rakenneterästuotteet, lujuusluokkaan S690 saakka
- Kylmämuovotut muotosauvat ja -levyt, mukaan lukien ruostumattomat teräkset lujuusluokkaan S700 saakka

- Kuumamuovatus ja kylmämuovatus ruostumattomat terästuotteet, kuten austeniittiset, austeniittis-ferriittiset ja ferriittiset teräkset
- Rakenneputket, mukaan lukien standardimittaiset sekä tilaustyönä valmistetut muotoillut ja hitsatut putket

Kylmämuovatuille putkille ja niiden kokoonpanoille käytetään standardin EN 1090-4 vaatimuksia. Huomautuksena, vaikka SFS-EN 1090-4:2018 ei käsittele yksityiskohtaisesti pyöreiden putkien leikkaamista, se asettaa yleiset vaatimukset kylmämuovattujen teräselementtien leikkausprosessien laadulle ja hallinnalle, jotka ovat sovellettavissa myös putkimaisiin rakenteisiin. (SFS-EN 1090-4:2018, 24-26.)

Lisäksi standardia voidaan käyttää rakenneteräksille lujuusluokkaan S960 saakka, mikäli toteutuksen luotettavuus varmistetaan ja tarvittavat lisävaatimukset esitetään erikseen (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 11–13).

### **2.5.2 Riippumattomuus rakenteen tyypistä**

EN 1090-2 ei sido toteutusvaatimuksia rakenteen muotoon tai tyyppiin. Vaatimukset pätevät niin levy-, runko- kuin ristikkorakenteisiin, ja ne kattavat myös väsytytkuormituksille ja seismisille kuormille alttiit rakenteet. Tämä laaja soveltuvuus tekee standardista käyttökelpoisen monentyyppisissä rakennuskohteissa. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 6.)

### **2.5.3 Toteutusluokat**

Toteutusvaatimukset ilmaistaan toteutusluokkien (Execution Class, EXC) avulla. Näitä luokkia on neljä (EXC1–EXC4), ja ne perustuvat rakenteen käyttötarkoitukseen, kuormitukseen, käyttöympäristöön sekä mahdollisen vikaantumisen seurauksiin. Luokka EXC2 on yleisin ja kattaa suurimman osan tavanomaisista rakennuskohteista. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 19–21.) Kun suunnittelija on määritellyt toteutusluokan, täytyy sen valmistuksessa noudattaa 36 velvoittavaa vaatimusta.

## 2.5.4 Toteutusluokan vaatimukset

Toteutusluokan valinta perustuu seuraaviin tekijöihin:

1. **Seuraamusluokka (Consequence Class, CC):** Arvioi rakenteen mahdollisen vikaantumisen vaikutukset.
2. **Palveluluokka (Service Category, SC):** Kuvaa rakenteen käyttöolosuhteet ja kuormitukset.
3. **Valmistusluokka (Production Category, PC):** Kuvaa valmistuksen monimutkaisuutta ja vaatimuksia.

Näiden luokkien yhdistelmä määrittää sopivan toteutusluokan (EXC1–EXC4) projektin osille. Jos toteutusluokkaa ei ole määritelty, oletuksena käytetään EXC2-luokkaa.

### EXC1 – Perusvaatimukset

Kohteet: Yksinkertaiset rakenteet, kuten maatalousrakennukset. Hitsauskoordinaattorin pätevyys: Ei vaatimuksia. Tarkastus: Perustason visuaalinen tarkastus.

### EXC2 – Tavanomaiset vaatimukset

Kohteet: Tavalliset rakennukset, kuten asuin- ja toimistorakennukset. Hitsauskoordinaattorin pätevyys: Vaaditaan, esimerkiksi IWS (International Welding Specialist). Tarkastus: Laadunvarmistusmenettelyt, kuten visuaalinen tarkastus ja mahdollisesti muita ei-tuhoavia testauksia. [tuv.com](http://tuv.com)

### EXC3 – Korkeat vaatimukset

Kohteet: Vaativat rakenteet, kuten sillat ja korkeat rakennukset. Hitsauskoordinaattorin pätevyys: Korkeampi pätevyys, esimerkiksi IWT (International Welding Technologist). Tarkastus: Laajemmat tarkastusmenettelyt, mukaan lukien ei-tuhoavat testaukset.

### EXC4 – Erittäin korkeat vaatimukset

Kohteet: Erittäin vaativat rakenteet, kuten ydinvoimalat ja suurjännitesillat.

Hitsauskoordinaattorin pätevyys: Korkein pätevyys, esimerkiksi IWE (International Welding Engineer). Tarkastus: Erittäin kattavat tarkastus- ja testausmenettelyt.

Lisätietoa saa seuraavista lähteistä: SFS-EN 1090-2: teräsrakenteiden tekniset vaatimukset. Liite A.3: Sisältää vaatimukset eri toteutusluokille. Liitteet B.1–B.3: Auttavat määrittämään oikean toteutusluokan seuraamusluokan, käyttöluokan ja tuotantoluokan perusteella. Taulukossa 6 teräsrakenteiden tuotestandardveja jaoteltuna eri terämateriaalien mukaan. Taulukosta katsotaan eri toimitusvaatimukset, mitat sekä tekniset toleranssit tuotantoon tuleville teräspalkeille. Varsinkin I ja H avopalkkien toleranssit eivät aina ole täyttyneet.

Taulukko 6. Rakenneterästen tuotestandardit (SFS 1090-2:2018, 28)

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS  
FINNISH STANDARDS ASSOCIATION SFSSFS-EN 1090-2:2018  
28

Taulukko 2 Rakenneterästen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Mitat	Toleranssit
I- ja H-poikkileikkaukset		EN 10365	EN 10034
Kuumavalssatut viistolaippaiset -poikkileikkaukset	EN 10025-1 ja	EN 10365	EN 10024
U-teräkset	EN 10025-2	EN 10365	EN 10279
Tasakylkiset ja ei-tasakylkiset kulmateräkset	EN 10025-3	EN 10056-1	EN 10056-2
T-poikkileikkaukset	EN 10025-4	EN 10055	EN 10055
Levyt, latat, leveät latat	EN 10025-5	Ei määritelty	EN 10029 EN 10051
Tangot ja sauvat	EN 10025-6 tuotteen mukaan	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Kuumavalssatut rakenneputket	EN 10210-1	EN 10210-2	EN 10210-2
Kylmämuovattavat rakenneputket	EN 10219-1	EN 10219-2	EN 10219-2
HUOM. Teräslajien määrittelyt ja luokitukset esitetään standardissa EN 10020. Nimiin ja numeroihin perustuvat terästen merkinnät esitetään standardeissa EN 10027-1 ja EN 10027-2.			

Taulukko 3 Kylmämuovaukseen soveltuvien levyjen ja nauhojen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Toleranssit
Seostamattomat rakenneteräkset	EN 10025-2	EN 10051
Hitsattavat hienoraerakenneteräkset	EN 10025-3, EN 10025-4	EN 10051
Lujat kylmämuovattavat teräkset	EN 10149 sarja, EN 10268	EN 10029, EN 10048, EN 10051, EN 10131, EN 10140
Kylmämuokatut rakenneteräkset	ISO 4997	EN 10131
Jatkuvatoimisella kuumaupotusmenetelmällä pinnoitetut ohutlevyteräkset	EN 10346	EN 10143
Orgaanisilla aineilla pinnoitetut ohutlevyteräkset	EN 10169	EN 10169
Kapeat nauhat	EN 10139	EN 10048 EN 10140

Taulukko 4 Ruostumattomien terästen tuotestandardit

Tuotteet	Tekniset toimitusvaatimukset	Toleranssit
Ohutlevyt, levyt ja nauhat	EN 10088-4	EN ISO 9444-2, EN ISO 9445 (kaikki osat), EN ISO 18286
Putket (hitsatut)	EN 10296-2	EN ISO 1127
Putket (saumattomat)	EN 10297-2	
Tangot, sauvat ja profiilit	EN 10088-5	EN 10017, EN 10058, EN 10059, EN 10060, EN 10061
Nimeen ja numeroon perustuvat teräsnimikkeet esitetään standardissa EN 10088-1.		

Muiden kuin taulukossa [taulukkoissa 2, 3 ja 4](#) esitettyjen eurooppalaisten tuotestandardien vaatimukset täyttävien rakenneterästuotteiden ominaisuusselvitystä tulee verrata toteutuseritelmässä vaadittuihin ominaisuuksiin (ks. [5.1](#)).

Ilmoitettujen ominaisuuksien osalta tulee esittää ilmoitettujen ominaisuuksien perusteet.

HUOM. Esimerkiksi ilmoitettujen ominaisuuksien määrittämiseen käytetyt koetusstandardit, koskevatko ominaisuudet tunnistettavissa olevaa erää, valua tai sulatuserää, perustuvatko kemialliset ominaisuudet sulatus- vai kappaleanalyysiin.

### **2.5.5 Yhteensopivuus muiden suunnittelusääntöjen kanssa**

Standardia voidaan soveltaa myös rakenteisiin, jotka on suunniteltu muiden kuin Eurokoodien mukaisesti, kunhan näiden suunnittelusääntöjen toteutusedellytykset täyttyvät ja tarvittavat lisävaatimukset sisällytetään toteutukseen. Tämä mahdollistaa standardin käytön myös kansallisten tai erikoisstandardien piirissä. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 6.)

### **2.5.6 Rajaukset – Tiiviysvaatimukset**

Standardi ei sisällä vaatimuksia muotolevyrakenteiden vesi- tai ilmatiiviyydestä. Näiden ominaisuuksien suunnittelu ja testaus tulee hoitaa erillisten standardien tai sopimuskohtaisen määrittelyn avulla. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 6.)

### **2.5.7 Velvoittavat viittaukset muihin standardeihin**

EN 1090-2 sisältää lukuisia pakollisia viittauksia muihin EN-standardeihin. Velvoittava viittaus tarkoittaa sitovuutta toisiinsa eli niitä on pakollista noudattaa. Näitä ovat esimerkiksi teräs- ja valutuotteet, hitsausaineet ja -menetelmät, mekaaniset kiinnittimet, esivalmistusmenetelmät, testaus ja tarkastus, asennus, korroosionesto sekä toleranssit. Näitä viittauksia on standardin kohdassa 2 noin 200 kappaletta ja ne ovat olennaisia standardin käytön ja vaatimustenmukaisuuden kannalta. (SFS-EN 1090-2+A1:2018, 7–10.)

Yhteenvedona voidaan todeta, että SFS-EN 1090-2 on keskeinen standardi teräsrakenteiden valmistuksen laadunhallinnassa. Se tarjoaa kattavat tekniset vaatimukset kantaville teräsrakenteille ja mahdollistaa niiden turvallisen ja kestävänsä toteuttamisen. Standardi soveltuu laajalti erilaisiin rakenteisiin, ja sen toteutusvaatimukset ovat yhteensopivia sekä eurokoodien että muiden suunnitteluperusteiden kanssa.

## **2.6 Suoritustason pysyvyyden arviointi ja varmennus AVCP**

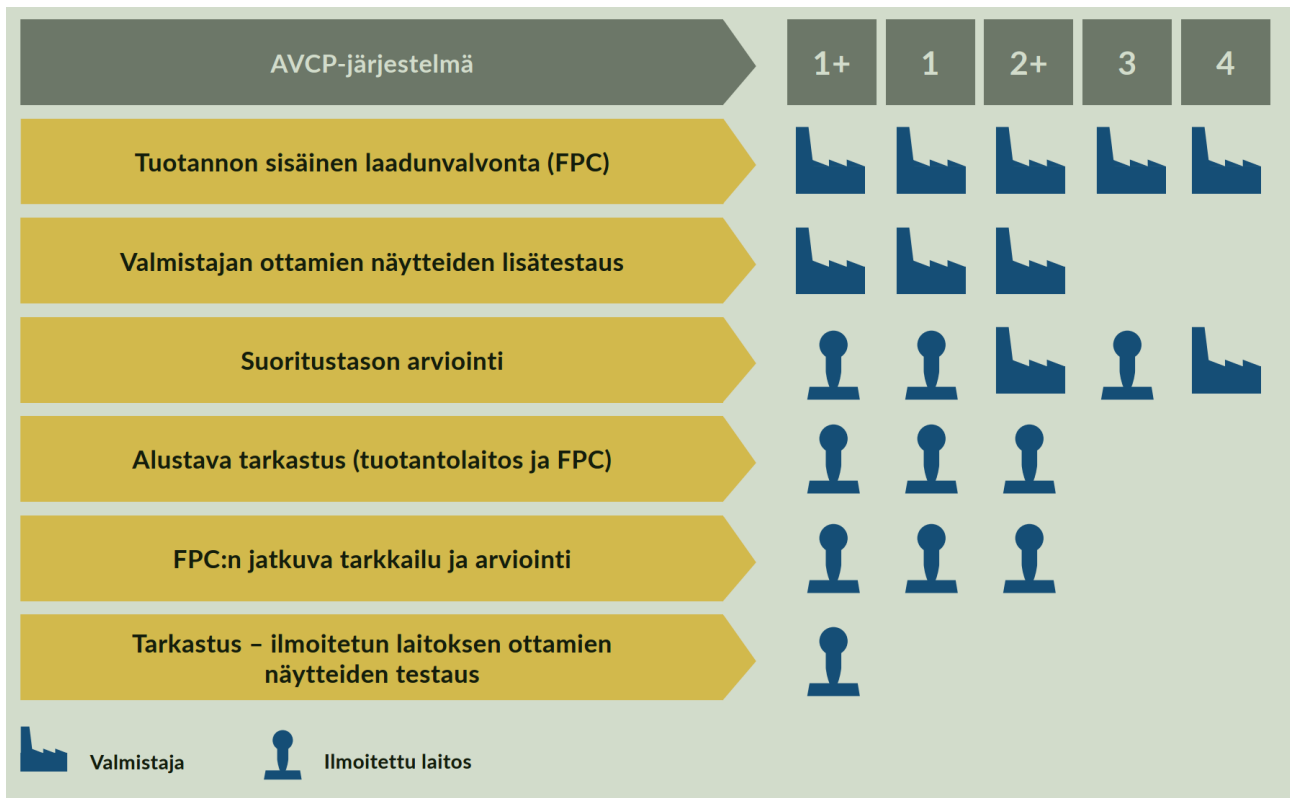
Tukesin mukaan CE-merkintäprossin osana tarvitaan AVCP:tä, eli suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmentamisjärjestelmä (AVCP, Assessment and Verification of Constancy of Performance). AVCP järjestelmä määrittää menettelytavat, joilla varmistetaan rakennustuotteen suoritustason pysyvyys ja vaatimustenmukaisuus. Järjestelmiä on viisi 1+, 1, 2+, 3 ja 4, joista 1+ on

vaativin ja 4 kevein. EN 1090-1:2009 +A1:2011 mukaan teräsrakenteissa käytetään AVCP 2+ järjestelmää, joka tarkoittaa, että ilmoitettu laitos auditoi ja sertifioi tehtaan laadunvalvontajärjestelmän (FPC) sekä sen, että valmistaja vastaa tuotteiden alkuperäisestä tyyppitestauksesta ja jatkuvasta laadunvalvonnasta. (EN 1090-1:2009 + A1:2011 , Liite ZA.) Lähteen liite ZA viittaa AVCP- järjestelmän soveltamiseen eri tuotteisiin.

#### **AVCP-järjestelmien pääpiirteet:**

- **Järjestelmä 1+:** Sisältää tuotteen tyyppitestauksen, tuotannon sisäisen laadunvalvonnan sekä jatkuvan valvonnan ja arvioinnin. Lisäksi ilmoitettu laitos suorittaa tuotteen satunnaisotantatestejä.
- **Järjestelmä 1:** Kuten järjestelmä 1+, mutta ilman satunnaisotantatestejä.
- **Järjestelmä 2+:** Valmistaja vastaa tuotteen tyyppitestauksesta ja tuotannon sisäisestä laadunvalvonnasta. Ilmoitettu laitos arvioi ja valvoo laadunvalvontajärjestelmää.
- **Järjestelmä 3:** Ilmoitettu laitos suorittaa tuotteen tyyppitestauksen, mutta tuotannon sisäinen laadunvalvonta on täysin valmistajan vastuulla.
- **Järjestelmä 4:** Sekä tuotteen tyyppitestaus että tuotannon sisäinen laadunvalvonta ovat kokonaan valmistajan vastuulla ilman ulkopuolista valvontaa.

AVCP-järjestelmässä määritellään, edellyttääkö tuote ulkopuolisen tahon suorittamaa testausta ja valmistuksen laadunvalvonnan varmennusta vai voiko valmistaja itse toteuttaa nämä vaatimukset tuotestandardin mukaisesti. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes, 2025.)



Kuvio 3. AVCP-järjestelmä kuvaus (Tukes 2025).

### 3 Myyntiohje

#### 3.1 Hyvän myyntiohjeen laatimisen peruseriaatteet

Hyvä myyntiohje on selkeä, käytännönläheinen ja myyjää tukeva työkalu, joka auttaa myyntihenkilöstöä tarjoamaan oikeaa ratkaisua oikealle asiakkaalle oikealla tavalla. Peruseriaatteena on ensin ymmärtää kohderyhmä eli kenelle myydään. Sen määrittelyssä auttavat teollisuudenala, yrityksen koko, liikevaihto sekä henkilöstömäärä ja asiakkaan rooli. Ohjeen pitää vastata kysymyksiin myyjän tarpeet edellä. Seuraavia kysymyksiä on käytetty myyntiohjeen valmistelussa: Mitä sanon asiakkaalle? Mitkä ovat myyntivalttejamme? Miten hinnoittelen ja toimitan? Tämä myyntiohje käsittelee koneen teknisiä ominaisuuksia, kustannustehokasta hinnoittelua, poikkeustapauksia sekä EXC-luokituksen ja muiden standardien huomioimista myyntivaiheessa.

Käytännössä myyntiohjeen kirjoittaminen kannattaa aloittaa vuoropuhelulla myyjien kanssa ja koota luettelo tiedoista, mitä myyjät eniten kaipaavat myyntiohjeelta. Myös päivittäinen

sähköpostivastaaminen myyjille antoi hyvän kuvan tarpeista, joihin ohjeen on vastattava. Jos ohjeesta tulee pitkä, on suositeltavaa tehdä sisällysluettelo, jotta pdf- tai word-tiedostosta on helppo hakea tietoa hakutoiminnolla. Ohjetta kannattaa päivittää tiheään, varsinkin kun käyttökokemuksia on saatavilla tai koneet tai asiakaskunta muuttuvat sekä kehittyvät. Kannattaa vielä testauttaa ohjetta uusilla myyjillä ja varmistaa näin, että se on riittävä myös perehdytystarkoituksiin.

### 3.2 Myyntiohjeen rakenteen karkea esimerkki

#### 1. Tuotokuvaus – mitä myydään?

Palvelu: *Putkilaserleikkeet mittatarkasti asiakkaan mittojen mukaan*

Tuotannon mahdollisuudet: putken halkaisijat, materiaalit, toleranssit

#### 2. Asiakstarve – kenelle ja miksi?

Tyypillisiä asiakkaita: metalliteollisuus, konepajat, rakennusyrietykset

Hyödyt: vähemmän hitsausta, nopeampi kokoonpano, pienempi materiaalihukka

#### 3. Ratkaisun esittely – näin palvelu toimii

Asiakas lähettää piirustukset (CAD, PDF)

Myyjä arvioi toteutuksen, laskee hinnan ja lähettää tarjouksen

Sovitaan toimitusaika → valmistus → toimitus

#### 4. Hinnoitteluperusteet

Leikkausaika (€/min)

Materiaalikulu

Ohjelmointi ja asetuskustannukset (erityisesti piensarjoissa)

#### 5. Usein kysytyt kysymykset

Miten tarkkoja mittoja voi leikata?

Voiko teidän kone tehdä X-leikkauksen?

Miten nopeasti saatte toimitettua?

#### 6. Myyntipuheet ja vastaväitteet

✓ "Tällä koneella saat leikkaukset suoraan käyttöön ilman jälkityöstöä"

✗ Asiakas sanoo: "Meillä on omat koneet"

→ "Ymmärrän. Me voidaan silti nopeuttaa ruuhkatilanteissa tai erikoismuotojen kanssa"

## 4 Yritysesittely

### 4.1 SVL Group

SVL Group on yritysryhmä, joka on erikoistunut levyjen ja putkien leikkaamiseen ja jatkojalostamiseen. SVL Groupilla on viisi toimipistettä. Suomenvesileikkaus (SLV) toimii Keuruulla, Haapamäellä ja Joutsassa. Tampereella lisäksi (Avemet) ja Riihimäellä (Prolaser).

SVL on suomen suurin vesi- ja laserleikkaaja. Metalliaihioita jalostetaan lisäksi särmäämällä,

mankeloimalla ja viistämisellä. Levyjä myös mm. taivutetaan, porataan, singotaan ja hiotaan. Metallien kulutus on yhteensä yli 20 tuhatta tonnia vuodessa. Omien varastojen lisäksi SVL käyttää kaupintavarastoa.

#### **4.1.1 Konekanta SVL Joutsa**

Joutsan yksikössä konekanta koostuu 2 tuotantolinjasta sekä jälkityöstöstä, jonka osana on myös sinkous. Putkilasereita on kaksi. Iso kone on 3D laserleikkauskone, joka on toiminnaltaan hiilidioksidilaser sekä pienemmille putkille uusi 2D kuitulaser.

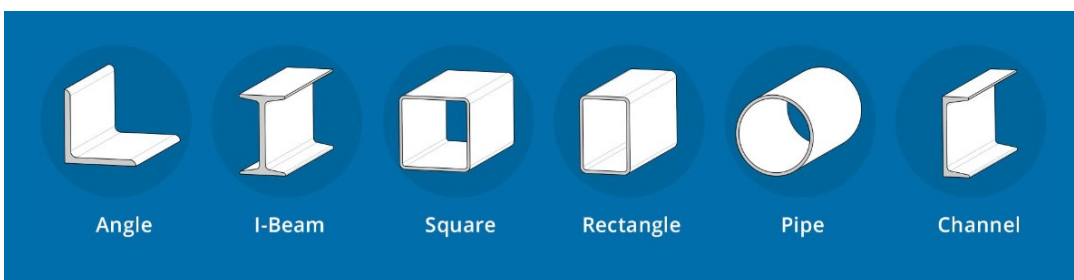
#### **4.1.2 Putkilaserkoneet**

TTM400 FL 3D CO<sup>2</sup> hiilidioksidi peiliputkilaserkone

HiilidioksidilaserCO<sup>2</sup> toimii peiliperiaatteella. Peilit ovat olennaisessa osassa leikkauksen laadun osalta. Peilien kohdistus, laatu sekä puhtaus ja jäähdytys ratkaisevat leikkuun onnistumisen. Peilit ovat erikoispinnoitettuja sekä arvokkaita. Koneessa (kuvio 4) on syöttöketju oikealla, nippulastaus syöttöpöydän takana, koneen lasitettu torniyksikkö, jossa leikkaus tapahtuu 3D liikkuvan leikkuupään avulla (siirto alue x-akseli 1610 mm). Leikkuualueen edessä on lyhyiden valmiiden kappaleiden purkupöytä (kappaleet alle 1710 mm tai alle 200 kg). Vasemmalle purkukuljettimelle voidaan purkaa pitkät tuotteet sekä raskaat kappaleet. Toiminnallisesti putki lastataan esimerkiksi syöttöketjulle nosturilla, koneeseen ladataan leikkuuohjelma. Kone lastaa putken kourilla ja lukitsee mandraalit M1 ja M2. Kone mittaa putken ja aloittaa ohjelman koneenoperaattorin valvonnassa. Leikkaus tapahtuu ”tornin alueella” mandraalien M2 ja M3 välissä. Valmis tuote tippuu kuljetin ”pöydälle” tai tuote voidaan ottaa kiinni M4 ja M3 mandraaleilla ja viedä purkukuljettimelle. Apukuljettaja nostaa tuotteet nosturilla kohti jälkityöstöä tai suoraan pakkaukseen, ellei jälkityöstöä tarvita. Kuviossa 5 putkien lisäksi yleisimpiä avoprofiileita, joita ii palkkia lukuun ottamatta voimme leikata molemmilla koneilla.



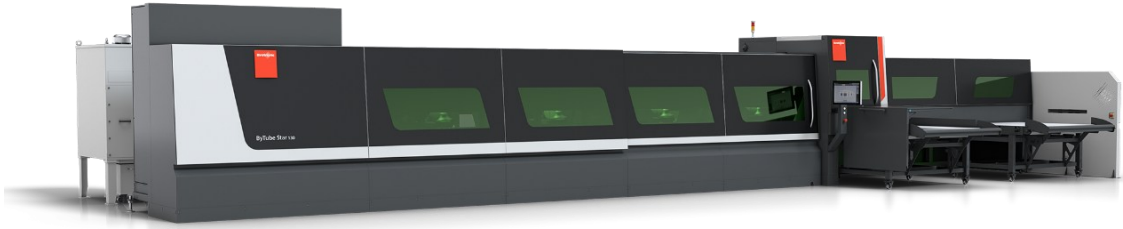
Kuvio 4. TTM FL 400 3D (SVL Joutsa 2025)



Kuvio 5. Putkiprofiilit

### Kuituputkilaserkone

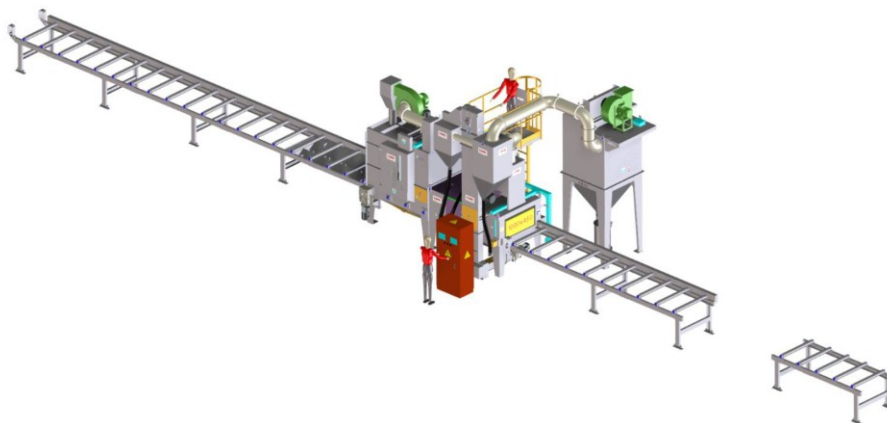
Joutsan uusiin kone on 2022 käyttöön otettu kuitulaser kuviossa 6. Kuitulaser nimensä mukaisesti kuljettaa lasersäteitä kuitua pitkin. Peilejä koneessa ei ole. Kuitutekniikassa laserin valo tuotetaan aktiivisessa lasikuituytimessä ja sitä vahvistetaan kuitukaapelissa. Laservalo ohjautuu leikkauspäähän optisten kuitujen avulla. Tämä tekee laitteesta tarkemman sekä energiatehokkaamman kuin vanhemman teknologian CO<sub>2</sub>-laser. Kuitulaserin aallonpituuden takia säde ja hajasäteily on hiilidioksidilaseria huomattavasti vaarallisempaa. Siksi kone on kauttaaltaan suojattu, eikä sädettä voi käynnistää ilman turvalaseja, suojia eikä kotelointia.



Kuvio 6. ByTube star 130 (bystronic 2025)

#### 4.1.3 Sinko sekä muu jälkityöstö

Sinko tarkoittaa tuotteiden puhdistamista erikokoisilla rakeilla, jotka puhalletaan keskeiskiihtyvyyttä hyväksi käyttäen puhdistettavan tuotteen pintaan. Sinkohallissa sinko Kuviossa 7 oikealla sekä vasemmalla on putkien kuljettimet. Tuotteita voidaan singota molemmista suunnista. Keskellä on sinkopuhdistusyksikkö sekä puhallin ja rakeen käsittely. Jälkikäsitteilynä tehdään lisäksi porausta, kierteiden tekoa sekä viisteystystä.



Kuvio 7. Lauco 100 NP (OMSG S.p.A. 2023)

#### 4.1.4 Tuotantotilat sekä toimintaperiaate

Tuotantotiloina tuotantohalli nostureineen. Lisäksi hallin vieressä on lisäsiiveke ”sinkohalli” sekä piha-alueella uusi kylmävarastohalli kuivaimella putkien varastointiin. Joutsan yksikkö keskittyy ainoastaan putkien ja putkiprofiilien leikkaamiseen.

## 5 FPC-manuaalin laadinta

FPC (factory production control) on tehtaan sisäinen laadunvalvontakäsikirja tai järjestelmä, joka varmistaa, että tuotanto toimii vaatimustenmukaisesti sekä laadukkaasti. Tähän järjestelmään kuvataan prosessit, vastuuhenkilöt ja toimintatavat. FPC kattaa kaikki vaiheet alkaen myyntikontaktista, materiaalien vastaanottoon, laitteiden huoltoon, laadun tarkkailuun, pakkaamiseen ja lähettämiseen asiakkaalle. Dokumentointi on tärkeässä osassa ja sitä on päivitettävä jatkuvasti. Ulkopuolinen taho auditoi yksikön keväällä 2025. FPC-hyväksyntä antaa asiakkaille kuvan laadukkaasta toiminnasta, sitä edellytetään vaativien rakenteiden tuottamisessa ja kun halutaan kokoonpanolle CE-hyväksyntä. Vaikkakaan FPC ei pidä sisällään kuin laserleikkauksen jälkityöstöineen. Se on vaativa työ ilman olemassa olevaa ISO 9001 laatujärjestelmää. ISO 9001 auditoidaan yritykseen samalla FPC kanssa.

### 5.1 Alkukartoitus ja toteutuslaajuus

Sertifiointiin lähdettiin lähes nolla tilanteesta, johtuen uudesta yksiköstä. Helpottavia tekijöitä olivat mm. toimintatavat, jotka periytyivät muista yksiköistä joiltakin osin. Isompi laserleikkauskone hankittiin käytettynä ja sitä operoitiin alkuvaiheessa aiemman yrityksen FPC mukaan. Työtavat ja prosessit elivät jatkuvasti ja sopivia toimintatapoja haettiin alkuvaiheessa koko ajan. Työohjeita ei ollut ja myös muut prosessit luotiin alusta lähtien. Samanaikaisesti startattiin uusi laserleikkauskone ja viereen nousi uusi varastohalli. Uusi yksikkö aloitettiin kokonaisvaltaisesti muutaman työntekijän voimin.

Toteutuslaajuus rajautui alkuvaiheessa tuotantoprosesseissa kahteen leikkauskoneeseen ja vain valikoituihin teräksiin. Uusi teräsraepuhalluskone oli tarkoitus rajata ulkopuolelle. Tämäkin käytännössä oli kuitenkin sisällytettävä FPC dokumentaatioon. Toteutusluokkaa tavoiteltiin luokkaan EXC4 kantavat rakenteet. Perustelimme tämän isomman koneen aikaisemmalla toteutusluokalla. Suurin osa käytännön töistä tehdään yleisimmällä EXC2 luokalla, sertifiointin jälkeen voimme valmistaa kaikki tuotteita. Käsikirjan suunnittelussa ja toteutuksessa keskeistä on

useiden tuotannon ja laadunhallinnan osa-alueiden hallinta. Alla esitetty toteutuslaajuusluettelo kuvaa niitä kokonaisuuksia, joita järjestelmän tulee kattaa standardin EN 1090 mukaisesti.

Toteutuslaajuusluettelo:

- Tuotteet ja niiden toteutusluokat
- Tuotantoprosessit
- Materiaalit ja niiden hallinta
- Koneet ja laitteet
- Henkilöstön pätevyydet
- Laatu- ja tarkastusmenettelyt (mittaukset, visuaalinen tarkastus, menetelmäkokeet)
- Poikkeamien käsittely ja jatkuva parantaminen
- Dokumentointi ja jäljitettävyys

## 5.2 Menetelmäkokeet

Menetelmäkokeita edellytetään EXC2 luokasta ylöspäin. Menetelmäkokeissa koestetaan standardien vaatimusten mukaisesti menetelmien kuten laserleikkauksen (terminen leikkaus) tai raepuhalluksen (sinkous) laatu ja varmistetaan, että mm. kovuus pinnanlaatu ja geometriset toleranssit täyttyvät leikkauksen osalta. Menetelmäkoe todistaa, että leikkausprosessi toimii luotettavasti ja vakioidusti valitulla materiaalilla ja paksuudella.

Laserleikkauksen menetelmäkokeet tehtiin kirkkaille ja mustille palkeille, putkille ja profiileille. Pinnanlaatu huomioitiin ja testit jaoteltiin lisäksi sinkoamattomiin ja singottuihin sekä ruosteisuusluokka otettiin huomioon. Rajauksena alumiinia ja muovia ei toistaiseksi otettu mukaan kokeisiin. Menetelmäkokeiden tarkoitus oli selvittää, mihin koneet pystyvät laadun suhteen. Vakioidusta mittaleikkauksesta mitattiin mm. pinnanlaatu, kovuus ja mittatoleranssit. Mittaleikkauksessa oli oltava ainakin 200 mm leikkuuta, terävämuoto sekä kaari. Näitä koekappaleita piirrettiin sekä ohjelmoitiin tuotannon joukkoon, jotta kokeita saatiin tehokkaasti ja tuotantoa häiritsemättä mahdollisimman paljon.

Kokeiden tarkoituksena on varmistaa vakiolaatu sekä vaatimusten mukaiset leikkaukset. Laserleikkauksen menetelmäkokeiden sisältö keskittyy leikkauslaadun varmistamiseen. Tarkastelun kohteina ovat leikkausreunan laatu, purseettomuus (eli jäysteettömyys) sekä

lämpövaikutusalueen hallinta. Lisäksi mitataan reiän toleranssi tarkkaa mitoitusta varten ja arvioidaan pinnan laatu sekä leikattujen kappaleiden geometrian tarkkuus.

EN 1090-2:2018 -standardin mukaan menetelmäkokeilla varmistetaan, että valittu leikkausprosessi tuottaa toistettavasti vaatimukset täyttävää laatua. Hyväksymiskriteereihin sisältyy muun muassa leikkauspinnan tasaisuus, lämpövaikutusalueen rajaaminen sekä mittatarkkuuden ja muodon säilyminen määritellyissä toleransseissa (EN 1090-2:2018, liite D)

### **5.2.1 Kokeiden mittaukset ja analysointi**

Kokeiden jälkeen kappaleet mitataan joko itse tai ulkopuolisella mitta-asemalla. Kappaleista tutkitaan paras mahdollinen leikkuujälki ja saadaan leikkuuluokat. Analysoidaan myös mikä jälki on kannattavaa myynnin kannalta sekä tämän pohjalta tehdään myyntiohjeistus.

Menetelmäkokeiden tulokset tallennetaan sekä luodaan ohjeistus uusille profiileille ja jotta kokeita voidaan tulevaisuudessakin täydentää. Olen luonut viikoittain uusia putkikokoja, joita emme vielä ole kertaakaan kokeilleet ja silloin tällöin ne aiheuttavat muitakin ohjelmallisia yllätyksiä. Kokeet mittautettiin Jamkin materiaalilaboratoriossa ja kokeet täyttivät kirokkaasti kaikki vaatimukset kaikkien mitattavien kohteiden puolesta.

### **5.3 Ainestodistukset**

Ainestodistuksilla varmistetaan materiaalin laatu ja vaatimustenmukaisuus. Ainestodistuksiin kirjataan valmistajan tiedot, asiakkaan tiedot, tuotteen tiedot tuotenumero tai eränumero tai valssausnumero, valmistuserän tiedot; yksilöivä tieto, valmistus ja toimituspäivämäärä, materiaali sekä laatuvaatimukset, materiaalityyppi ja tarkka luokitus, esimerkiksi S355J2 tai AISI 304, kemialliset analyysitulokset, mekaaniset ominaisuudet, tarvittaessa lisätestitulokset esimerkiksi paineputkilla ultraäänikoe, 3.1 todistuksessa valmistajan vakuutus ja allekirjoitus. Jos todistus on 3.2 tarvitaan todistus ulkopuolisen tarkastajan allekirjoitus.

Pääsääntöisesti tarvitaan 3.1 todistusta. 3.2 todistusta tarvitaan, kun asiakas on tekemässä erityisen korkean luetettavuuden tuotteita esimerkiksi paineastiat ja kattilat (EN 13445, EN 12953/EN 12953). Muita tyypillisiä kohteita ovat öljy-, kaasu- ja kemianteollisuus, ydinvoima ja

energiäteollisuus, ilmailuteollisuus tai asiakkaan erityisvaatimus niissä tilanteissa, joissa halutaan todistus esimerkiksi erityistä luotettavuutta tarvitseville osille, vaikka standardivaatimusta ei sille olisi. Ulkopuolisiksi tarkastajiksi sopivat mm TÜV, DNV, LRQA, Inspecta, KIWA, SGS ja joissain poikkeustapauksissa asiakas nimeää tarkastajan hyväksymään materiaalin. Tarkastajan on kuitenkin aina oltava ulkopuolinen, riippumaton sekä hyväksytty standardeissa mainituilla tavoilla.

Taulukko 1. Yhteenveto ainestodistuksista (SFS-EN 10204, 6 Liite A).

### Yhteenveto ainestodistuksista (EN)

Yhteenveto ainestodistuksista esitetään [taulukossa A.1](#).

**Taulukko A.1 Yhteenveto ainestodistuksista**

EN 10204	Ainestodistusten nimet eri kielillä				Ainestodistuksen sisältö	Ainestodistuksen vahvistaja
	Suomi	Englanti	Saksa	Ranska		
Tyyppi 2.1	Laatu- vakuutus	Declaration of compliance with the order	Werksbe- scheinigung	Attestation de conformité à la commande	Lausuma tilauksen vaatimuksen- mukaisuudesta	Valmistaja
Tyyppi 2.2	Koetus- todistus	Test report	Werkszeugnis	Relevé de contrôle	Lausuma tilauksen vaatimuksenmu- kaisuudesta sekä valmistusmene- telmäkohtaisen tarkastuksen tulokset	Valmistaja
Tyyppi 3.1	Vastaanotto- todistus 3.1	Inspection certificate 3.1	Abnahmeprüf- zeugnis 3.1	Certificat de réception 3.1	Lausuma tilauksen vaatimuksenmu- kaisuudesta sekä toimituseräkohtai- sen tarkastuksen tulokset	Valmistajan valtuuttama tuotanto-osastosta riippumaton edustaja
Tyyppi 3.2	Vastaanotto- todistus 3.2	Inspection certificate 3.2	Abnahmeprüf- zeugnis 3.2	Certificat de réception 3.2	Lausuma tilauksen vaatimuksenmu- kaisuudesta sekä toimituseräkohtai- sen tarkastuksen tulokset	Sekä valmistajan valtuuttama tuotanto-osastosta riippumaton edustaja että ostajan valtuut- tama edustaja tai viranomaismäärä- yksissä määrätty tarkastaja

## 5.4 FPC-manuaalin luominen

### 5.4.1 FPC- tehtaan sisäinen laadunvalvontakäsikirja

Standardin kohta 6.3 määrittää FPC:lle rakenteen, jonka ei kuitenkaan tarvitse olla täysin standardin mukainen, kunhan se täyttää vaatimukset (Kuvio 5). Seuraavat otsikoinnit selventävät FPC-sisällysluettelon otsikointien sisältöä. FPC-sisällysluettelo löytyy liitteestä 1. Käsikirjan laadinta alkaa sisällysluettelosta ja muutoshistoriasta sekä revisionhallinnasta. Luku 1 sisältää tiivistelmän sekä kappaleen yleisiä vaatimuksia tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle.

## 6.3 Tehtaan sisäinen laadunvalvonta [\(EN\)](#)

### 6.3.1 Yleistä [\(EN\)](#)

Valmistajan tulee luoda, dokumentoida ja ylläpitää tehtaan sisäistä laadunvalvontajärjestelmää (FPC) varmistaakseen, että markkinoille toimitetut tuotteet ovat niille ilmoitettujen ominaisuuksien mukaisia.

FPC-järjestelmän tulee sisältää kirjallisia menettelytapoja, säännöllisiä tarkastuksia ja testauksia ja/tai arviointeja ja sellaisten tulosten käyttötavan, joiden perusteella valvotaan kokoonpanossa käytettäviä tuotteita, välineitä, tuotantoprosesseja ja valmistettua kokoonpanoa.

Standardin EN ISO 9001 vaatimukset täyttävän FPC-järjestelmän, jossa on erityisesti otettu huomioon tämän eurooppalaisen standardin vaatimukset, tulee katsoa täyttävän yllä esitetyt vaatimukset.

HUOM. Laatu järjestelmän ei välttämättä tarvitse olla standardin EN ISO 9001 mukainen täyttääkseen tämän eurooppalaisen standardin tehtaan sisäiselle laadunvalvonnalle asettamat vaatimukset.

Valmistajan FPC-järjestelmässä esitettyihin tarkastuksiin, testauksiin ja arviointeihin liittyvät tulokset tulee tallentaa. Tiedot toimenpiteistä, joihin on ryhdytty, kun valvottavat arvot tai kriteerit eivät ole täyttyneet, tulee tallentaa ja säilyttää valmistajan FPC-menettelyissä esitetyn määräajan.

FPC:n arvioinnissa tulee noudattaa [liitettä B](#).

Kuvio 8. 6.3 Tehtaan sisäinen laadunvalvonta (EN 1090-1 +A1:2010).

### 5.4.2 Yleiskuvaus tuotantolaitoksesta

Toisen luvun alussa käsiteltiin mm. tehtaan tunnistetietoja. Taulukossa valmistaja, osoite, tunnistenumero, FPC-vastuuhenkilö, omistaja yritys, yritystunnus, valmistuspaikan osoite sekä puhelinnumero. Toiminnan kuvailu tiiviistää ja yleisimmät valmistettavat tuotteet.

Valmistusluokan korkein taso eli EXC4. Laatupäällikön nimittäminen sekä organisaatiokaavio.

Viimeisessä osiossa kuvataan tuotantotiloja ja materiaalivirtaa.

### 5.4.3 Kokoonpanot, tuotejärjestelmät ja tuoteperheet

Toteutusluokan määrittäminen ja miten se määrittyy suunnitteluvaiheessa (Liite EXC-luokitusäännöt)

Tuoteperheet ISO/TR 15608 mukaan:

- Ryhmä 1 Hiiliteräkset ja vähäseosteiset teräkset, esimerkiksi paineastiateräkset
- Ryhmä 2 Ruostumattomat ferriittiset ja martensiittiset teräkset, esimerkiksi ruostumattomat ferriittiteräkset AISI 430 ja martensiittiset ruostumattomat AISI 410
- Ryhmä 3 Austeniittiset ruostumattomat teräkset esimerkiksi AISI 304, 316, 321 yleiset "ruostumattomat eli INOX-teräkset"
- Ryhmä 8 Alumiinit ja niiden seokset esimerkiksi puhdasalumiini ja alumiiniseokset kuten EN AW 5083, 6082
- Valmistetaan toteutusluokissa EXC1, EXC2, EXC3 ja EXC4

### 5.4.4 Organisaatorakenne

Henkilöstökappaleessa kuvataan yrityksen konserniorganisaatio sekä yksikkökohtainen organisaatio. Organisaatiokaavio helpottaa vastaamaan kysymykseen, kuka vastaa laadusta ja tuotannosta ja tarkastuksista sekä nimeämään vastuuhenkilöt esimerkiksi FPC-vastaava ja laatupäällikkö. Myös vastualueet kuvataan liitteessä FPC-PE-v7\_Organisaatio.Vastuut ja valtuudet ovat tärkeä osa FPC:tä ja niistä erityisesti mainitaan standardissa. Henkilöstön määrittely tulee suoraan standardista EN 1090-1, kohdasta 6.3.2 Henkilöstö. Lisäksi kappaleessa oli viittaus perehdyttämiseen perehdyttämislomakkeen liitteet sekä viittaus kansioon, johon on koottu kaikki perehdyttämiseen liittyvät lomakkeet.

### 5.4.5 Välineet valmistustilat ja olosuhteet

FPC välineet kappale on määritelty SFS EN1090-1 kappaleessa 6.3.3 välineet.

"Kappale 6.3.3 Välineet

Kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavien punnitus-, mittaus- ja testausvälineiden tulee olla kalibroituja ja määrävällein tarkastettuja dokumentoitujen menettelyjen, määräväljien ja kriteerien mukaisesti.

Valmistusprosesseissa käytettävät laitteet tulee tarkastaa ja huoltaa säännöllisesti, jotta varmistetaan, että käyttö, kuluminen ja vaurioituminen eivät aiheuta merkittävää haittaa valmistusprosessissa. Tarkastukset ja huoltotoimenpiteet tulee suorittaa ja niitä koskevien tietojen tallentaminen tulee tehdä valmistajan kirjallisten menettelytapojen mukaisesti. Tallenteet tulee säilyttää valmistajan FPC-menettelyissä määritetyn ajan." (SFS EN1090-1 +A1, 32).

Punnitus, mittaus ja testausvälineet sekä kalibrointi olivat omana kappaleena. Kappaleessa selostetaan käytettävät mittavälineet niiden tarkastusohjelmat. Liitteenä MOLI 09-4 mittavälinekortti liite 8 ja Mittavälinekortti\_excel\_luettelo liite 9. Mittavälinekortti luettelo kalibroidut mittavälineet tunnistetiedoin, käytetyn tarkastus- tai kalibrointimenetelmän sekä ilmoittaa tarkastusvälin sekä sijainnin, hallin sekä kaapin numeron. Excel-luettelosta voi helpommin hallinnoida mittalaitteita ja luoda uusia välinekortteja. Sinne on kirjattu myös muita tietoja kuten hankintahintaan viittaavat standardit ja viittaus kalibrointitodistukseen.

### **Tuotantokoneet ja -laitteet, tarkastus, huolto ja kunnossapito**

Tuotantokoneista laadittiin liitteeksi laiteluettelo sekä huoltolomakkeet. Huollosta vastaaville henkilöille annettiin käyttöohjeet. Lisäksi tuotannolle sekä huollosta vastaaville henkilöille järjestettiin koulutusta. Määrittelimme myös huoltovälit valmistajan kirjallisten menettelytapojen mukaisesti. Huoltojen dokumentaatio, todistukset ja huoltoreportit on järkevää säilyttää laitteiden elinkaaren ajan. Kaikkien laitteiden osalta päädyttiin säilytysaikaan koko elinkaaren ajalta. Suosituksena FPC:n huoltodokumentit kannattaa säilyttää ainakin 10 vuotta, jos tuotteet liittyvät rakennus- tai valmistusstandartteihin. Säilytysajoista lisää kappaleessa 5.4.16 dokumenttien hallinta ja säilytys.

### **Huolto-ohjelman laatiminen ja ylläpito**

Huolto-ohjelmia päivitettiin ja koneille luotiin viikoittaiset huolto-ohjelmat. Jotta työmäärää saatiin jaettava, johto rajasi huollon erilliseksi osaksi FPC-laadintaa erilliselle työntekijälle. Tämä osio on edelleen päivityksen alla. Huolto-osion päivittäminen vaatii lisää resursseja ja osa tästä mainittiin myös auditoinnissa osana sisäisen auditoinnin poikkeamia 9001 laatu järjestelmässä.

#### **5.4.6 Tuotanto ja varastotilat ja niiden olosuhteet**

Varastoinnista ohjeistetaan standardissa SFS-EN 1090-2 kappaleessa 6.3 .

### 6.3 Käsittely ja varastointi

Käytettäviä tuotteita tulee käsitellä ja varastoida niiden valmistajan suositusten mukaisesti.

Tuotteita ei saa käyttää niiden valmistajan määrittämän säilyvyysajan jälkeen. Jos tuotteita on käsitelty sillä tavalla tai varastoitu niin pitkään, että niiden ominaisuudet ovat voineet huonontua merkittävästi, tuotteet tulee tarkastaa ennen käyttöä, jotta voidaan varmistaa, että ne täyttävät yhä sovellettavan tuotestandardin vaatimukset.

Rakenteelliset teräskokoonpanot tulee pakata, käsitellä ja kuljettaa turvallisella tavalla siten, että pysyviä muodonmuutoksia ei synny ja pintavaurioita syntyy mahdollisimman vähän. Käsittelyssä ja varastoinnissa tulee noudattaa kyseeseen tulevia [taulukon 8](#) mukaisia varotoimenpiteitä.

Kuvio 9. Tuotteiden käsittely ja varastointi (SFS-EN1090-2, kappale 6.3.,36).

Tuotannossa on ohjeistus erilaisille pakkaustavoille. Valmistettavat tuotteet ja niiden raaka-aineet sijaitsevat varastoissa seuraavien varastokarttojen mukaisesti, jotka löytyvät FPC liitteistä varastointipaikat, tuotanto layout, materiaalivirta layout. Lämpötilat, pölytasot ja valaistus sekä työskentelyolosuhteet ovat normaalit konepajaolosuhteet. Varastointi noudattaa taulukon 8 mukaisia varotoimenpiteitä. Varastoinnista laadittiin lisäksi levyleikkauksesta putkipuolelle päivitetty työnkuvaukset sekä varastointiohjeet.

Taulukko 7 Taulukko 8 Luettelo käsittelyä ja varastointia koskevista varotoimenpiteistä  
(SFS EN-1090-2:2018, 37).

**Taulukko 8 Luettelo käsittelyä ja varastointia koskevista varotoimenpiteistä**

<b>Nostot</b>	
1	Kokoonpanojen suojaaminen vaurioilta nostokohdissa
2	Yhden pisteen nostojen välttäminen käyttämällä tarvittaessa pitkien kokoonpanojen nostoissa jakopalkkeja
3	Yksitellen nostettaessa reunan vauriolle, kiertymälle ja vääristymiselle herkkien ohutlevykokoonpanojen niputtaminen. Paikallisten vaurioiden välttäminen kokoonpanojen kosketuskohdissa, nostokohtien jäykistetyissä reunoissa ja muissa kohdissa, joissa merkittävä osa nipun painosta kohdistuu yksittäiseen vahvistamattomaan reunaan
<b>Varastointi</b>	
4	Ennen kuljetusta tai asennusta varastoitavien kokoonpanojen pinoaminen irti maasta siten, että ne pysyvät puhtaina
5	Tarvittava tukeminen pysyvien muodonmuutosten välttämiseksi
6	Profiililevyjen ja muiden esivalmistetulla koristepinnalla varustettujen tuotteiden varastointi asiaan kuuluvien standardien vaatimusten mukaisesti
<b>Suojaus korroosiota vastaan</b>	
7	Veden kerääntymisen välttäminen
8	Toimenpiteet, joilla vältetään kosteuden tunkeutuminen metallilla pinnoitetusta materiaalista valmistettujen profiilien nippuun  HUOM. Varastoitaessa profiilinippuja työmaalla pitkään ulkona niput on syytä avata ja irrottaa profiilit toisistaan, jotta vältetään "musta- tai valkoruosteen" ilmaantuminen.
<b>Ruostumattomat teräkset</b>	
9	Ruostumattoman teräksen käsittely ja varastointi niin, etteivät käsittely- ja siirtolaitteet aiheuta kontaminaatiota. Ruostumattoman teräksen huolellinen varastointi niin, että vaurioitumista tai kontaminaatiota ei tapahdu.
10	Käytetään suojakalvoa tai muuta pinnoitetta, joka jätetään pinnalle niin pitkäksi aikaa kuin on käytännössä mahdollista.
11	Suolapitoisessa, kosteassa ulkoilmassa tapahtuvan varastoinnin välttäminen
12	Varastohyllyjen suojaaminen puusta, kumista tai muovista valmistetuilla listoilla tai eristeillä, jotta vältetään seostamattomien terästen, kuparipitoisten materiaalien ja lyijyn hankautuminen ruostumattoman teräksen pintaan.
13	Klorideja ja sulfideja sisältävien merkintäkynien käyttö on kielletty.  HUOM. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää suojakalvoa ja tehdä kaikki merkinnät tämän kalvon päälle.
14	Ruostumattomien terästen suojaaminen suoralta kosketukselta seostamattoman teräkseen nostotaljoissa tai käsittelyvälineissä kuten ketjuissa, koukuissa, vanteissa, teloissa, haarukoissa tai haarukkatrukeissa käyttämällä eristäviä materiaaleja, ohutta vaneria tai imukuppeja. Sopivien asennustyökalujen käyttäminen, jotta varmistetaan, että pintojen kontaminaatiota ei tapahdu.
15	Vältetään kosketusta kemikaaleihin, kuten väriaineet, liimat, tarrateipit, liiallinen määrä öljyä ja rasvaa  HUOM. Jos näiden aineiden käyttö on välttämätöntä, soveltuvuus on syytä tarkastaa niiden valmistajan kanssa.
16	Seostamattomien terästen ja ruostumattomien terästen valmistuksen eriyttäminen, jotta vältetään seostamattomien terästen hiukkasten tarttuminen ruostumattoman teräksen pintaan. Pelkästään ruostumattomille teräksille tarkoitettujen työkalujen käyttö. Tämä koskee erityisesti hiontalaikkoja ja teräsharjoja. Ruostumattomille teräksille suositellaan austeniittisista teräksistä valmistettuja teräsharjoja tai teräsvilloja.
<b>Kuljetus</b>	
17	Valmistettujen kokoonpanojen suojaamiseksi tarvittavat erityistoimenpiteet kuljetuksessa

### 5.4.7 Tietojärjestelmät

Tietojärjestelmät rajattiin koskemaan Joutsan yksikköä. Hallinto sekä muu erityistä tietoturvaa koskevat tiedostot ja asiakirjat sijaitsevat Keuruun yksikössä. Tietojärjestelmiin perehdyttiin verkkokartan avulla, jota tarvittaessa projektin edetessä päivitettiin mm. varastohallin sekä uuden sinkohallin osalta. Käytössä olevat ohjelmat, järjestelmät ja työasemat luetteloidiin. Työasemien ja tietojärjestelmien ylläpidosta sekä päivityksestä vastaa ulkopuolinen yritys, jonka kanssa kävimme tarkasti läpi järjestelmän toiminnan sekä verkkolaitteet ja niiden varalaitteet sekä jokaisen yhteyspisteen sijainnin sekä toiminnan häiriötilanteissa. Joutsassa salamoiden ja myrskyjen aiheuttamat sähkökatkot ovat yleisiä. Kriittisimmät laitteet suojattiin varavirta UPS-laitteilla, joilla saadaan muutama minuutti aikaa tallentaa keskeneräiset työt ja varmistetaan, ettei leikkausohjelmia ehdi kadota katkoksen aikana. Vastuut kuvattiin liitteeseen FPC-EQ-001-V1\_Tietojärjestelmät ja ohjelmistot.

### 5.4.8 Toimittajien ja alihankkijoiden hyväksyntä ja valvonta

Suoritamme itsenäisesti omia auditointeja niiden toimittajien osalta, joilla ei ole EN 1090 sertifikaattia tai iso 9001 laatujärjestelmää. Auditointilomakkeet eli menettelyohjeet olivat käytössä jo Keuruulla ja samaa ohjeistusta käytetään myös Joutsassa. Vastuut ja valvonta auditoinnille määriteltiin erikseen.

Kun käytetään alihankintaa, tulee jonkin seuraavista ehdoista täyttyä järjestyksessä:

- alihankkijan tulee olla tuottamansa palveluprosessin osalta standardin EN 1090-1 mukaisesti sertifioitu
- alihankkijan tulee olla palveluprosessin osalta vapaaehtoisen EN 1090-2 mukaisesti arvioitu
- alihankkijan tulee olla SVL Groupin tai SVL Joutsan yksikön hyväksymä alihankkija, joka toimii tuottamansa palvelun osalta SVL: laatujärjestelmän valvonnassa.

Tuotteet tarkistetaan ennen alihankintaa sekä niiden palautuessa alihankinnasta. Tuotteet eivät koskaan kierrä suoraan alihankinnasta loppuasiakkaalle.

### 5.4.9 Vastaanotto

Saapuva tavara tarkastetaan visuaalisesti lähettämön toimesta. Vastaanotossa kirjataan rahtikirjat sekä tarkastetaan putkien kunto, laatu sekä määrä. Jos jokin ei täsmää, tavara tarkastetaan kirjallisesti ja vastaanotosta tehdään varaus rahtiyhtiölle. Tarkastuspöytäkirjan menettely lisättiin käsikirjaan. Tämän jälkeen tavara kirjataan järjestelmään ja lähetykselle annetaan eränumero. Eränumero tulostetaan tarratulostimella ja kiinnitetään joko magneettilevyyn tai muovilapulla sekä hakasella tuotteisiin joihin magneettipohja ei sovellu. Hyllytyksessä erä kirjataan hyllypaikalle varastopaikkakartan mukaisesti. Jokainen putki löytyy nyt varastokirjanpidosta eriteltyinä yksilöllisellä varastopaikalla esimerkiksi varasto paikka 1020 F 4/5. Lisäksi varastosovelluksesta löytyy mm. sulanumero ja tai batch-numero, joka on sulanumeroa yksilöllisempi ja tarkempi eritelmä valmistuksesta. Nämä tiedot löytyvät yleisemmin materiaalitodistuksesta 3.1. Esimerkki 3.1 materiaalitodistuksesta löytyy Liitteestä 7. Infokenttään voi kirjoittaa epätyypillisimpiä erikoistietoja kuten varattu tiettyyn projektiin, kuumamuovatus HF putken kulma r 12 tai putken päädyssä lommo kohdassa 110 mm.

Tavarantoimittajien kanssa ollaan yhteistyössä laaduntarkkailun osalta ja sovitaan yhteisistä toimintatavoista reklamointien suhteen sekä laaduntarkkailun suhteen. Käytännöt vaihtelevat toimittaja kohtaisesti.

Varastokirjanpidon tarkkuus on tärkeää varastonarvon määrittelemiseksi. Saapuvan ja lähtevän tavaran kirjaus on aina todellinen määrä ei esimerkiksi tilaukselle ilmoitettu määrä.

### 5.4.10 Tunnistaminen ja jäljitettävyys

Kokoonpanon jokaisen osan tai samanlaisten osien pakkauksen tulee olla selkeästi tunnistettavissa valmistuksen jokaisessa vaiheessa. Toteutusluokissa 1–2 osat tulee olla tunnistettavissa ja yhdistettävissä aineodistuksiin projekteittain. Toteutusluokissa 3–4 osat ja valmiit kokoonpanot tulee olla tunnistettavissa sekä yksilöidysti positioittain yhdistettävissä aineodistuksiin. Myös eri sulatusnumerot tulee olla eroteltuina.

Leimansiirto tapahtuu tarvittaessa neulamerkkaimella, laserilla tai poikkeustapauksissa liidulla tai merkkauksynällä. Kynässä ei saa olla kloridia tai sulfidia. Näitä aineita ei saa käyttää esimerkiksi

metallituotannossa varsinkin ruostumattoman teräksen ja alumiinin kanssa, koska kloridit voivat aiheuttaa kloorikorroosiota, erityisesti ruostumattomassa teräksessä esimerkiksi jännityskorroosio, syöpyä. Sulfidit voivat aiheuttaa rikkikorroosiota, heikentää hitsisaumoja ja rakenteiden kestävyyttä. Eli jos merkintäkynän jälki jää metalliin, kynän sisältämät kloridit tai sulfidit voivat vahingoittaa materiaalia ajan kanssa, joskus jopa näkymättömästi, sisäisesti. (SFS-EN 1090-2, kappaleet 5.2 ja 6.2). Mihin tämä liittyy käytännössä? Laatu järjestelmissä kuten SFS-EN 1090, ISO 3834 ja NORSOK vaaditaan, että käytetään vain kloridi- ja sulfidivapaita merkintävälineitä. Erityisesti hitsattavien ja korkealujuustuotteiden kohdalla merkintävälineet pitää olla dokumentoidusti turvallisia. Miten varmistetaan, että kynä on sopiva? Kynän valmistaja ilmoittaa, että tuote on halogeenivapaa, low chloride tai chloride free. Tarvittaessa voi olla materiaalisertifikaatti kynästä. Esimerkiksi teollisuudessa käytetään Paintstik- tai Markal-merkkikyniä, jotka on tarkoitettu tähän käyttöön. Taulukon 7 kynät ovat useimmin käytettyjä merkin mukaan halogeenittomia, kloridittomia ja sulfidittomia kyniä. Jos kynässä lukee nuclear industry standardin mukaiseen käyttöön, se on hyväksytty myös EN 1090/ISO 3834 tasolle. Teräsputkia ei missään tapauksessa saa merkitä esimerkiksi spraymaaleilla varastoinventaarion yhteydessä, ellei merkkimaali satu olemaan edellä mainittua erityspuhdasta merkkaukseen soveltuvaa maalia. Tällaisia maaleja käytetään mm. ydinvoimaloissa tai yleisesti korroosio alttiissa tiloissa.

Taulukko 8. Hyväksytyt teollisuuden merkintäkyniä vuonna 2025 (mukailtu lähteistä Makal 2024; Pica 2025; Euro Industry 2025)

Merkki	Malli / Tyyppi	Ominaisuudet
Markal®	Silver-Streak® Metal Marker	Klooriton, sulfiditon, erityisesti metallimerkkaukseen
Markal®	Paintstik® (X-5, X-20)	Sään- ja lämmönkestävä, halogeeniton
Pica®	Pica Industrial Marker 150/3030	Klooriton muste, sopii ruostumattomille ja alumiineille
Nissen®	Ball Point Metal Marker	Klooriton, soveltuu tarkkoihin pisteisiin (esim. hitsattaviin kohteisiin)

#### 5.4.11 Varastointitavat

Kaikki materiaali on aina merkitty erätarroilla. Eränumeroon on kiinnitetty materiaalin tiedot mm. profiilista sekä sulanumerosta. Kaikkiin tilattaviin materiaaleihin hankitaan ainestodistus. Materiaali on jäljitettävissä sekä ainestodistuksin että kuormakirjoin. Kirkkaat teräkset säilytetään erillisessä hyllykössä. Varastopaikoista on olemassa varastokartta. Jokainen eränumero on

jäljitettävissä omalle varastopaikalleen sekä hyllynnumerolle. Erillisessä varastohallissa on säilytyksessä pitkää tavaraa oksahyllyissä sekä muutamia lattiavarastopaikkoja.

#### **5.4.12 Valmistus**

Valmistustoiminnan tasalaatuisuuden, ennustettavuuden, seurattavuuden ja systemaattisen kehitettävyyden mahdollistamiseksi ja mm. henkilöriippuvuuden vähentämiseksi valmistajan on perusteltua kuvata ja dokumentoida valmistuksen työprosessit omina menettelyohjeinaan. Asiat kuvattiin prosessikuvauksissa sekä prosessikuvaukset siirrettiin verkkolevylle. Prosessien omistajat ja vastuuhenkilöt löytyvät mm Prosessikartasta. Liitteenä FPC:hen tehtiin lukuisia työ- ja menettelyohjeita.

#### **5.4.13 Ei vaatimustenmukaisten raaka-aineiden sekä tuotteiden käsittely**

Erotetaan tuotteiden päätyminen eteenpäin tuotantoketjussa seuraavin tavoin: Tunnistaminen, eristäminen, arviointi, päätökset, dokumentointi kuten poikkeamat, jäljitettävyys ja tarvittaessa ilmoittaminen asiakkaalle tai viranomaisille. Käsittelytoimenpiteet: palautus toimittajalle, hävittäminen, alempi käyttöluokka, korjaus tai muu käyttö. Dokumentointi poikkeamaraportointia noudattaen.

#### **5.4.14 Muutosten hallinta**

Toimintaan, valmistusprosesseihin, laatujärjestelmään, vastuisiin, laatukäsikirjaan sekä liitteisiin kohdistuttavat muutokset on viipymättä dokumentoitava ja tarvittaessa sertifioitava uudelleen. Muutosten hallinnasta vastaa oman vastualueensa mukaisesti prosessinomistaja, joka vastaa siitä, että asia on dokumentoitu oikein ja uudet käytänteet on viestitty henkilöstölle. Laatutiedostojen muutoksenhallinnan kokonaisvastuu on laatupäälliköllä.

#### **5.4.15 Suoritustasoilmoitus**

Yrityksellä suoritustasoilmoitus ei ole käytössä sillä ei ole valmistaja statusta. Jos suoritustasoilmoitusta vaaditaan, valmistaja vakuuttaa, että rakennustuote on valmistettu CE-merkintävaatimusten mukaisesti ja että sen ominaisuudet vastaavat harmonisoidun standardin vaatimuksia. Jos valmistaja esimerkiksi toimittaa teräspalkkeja hitsattuna EN 1090-1 mukaan,

suoritustasoilmoituksessa voidaan ilmoittaa seuraavasti: Rakenteellinen kantavuus: EXC3, Hitsauksen laatu: EN ISO 3834-3 mukainen, Pinnan suojaus: Sinkitys EN ISO 1461.

#### 5.4.16 Dokumenttien hallinta ja säilytys

Laatujärjestelmässä nimiöinti antaa yksilöllisen tunnisteiden asiakirjoille. Asiakirjojen hallinta hoidettiin excel-tiedostoluetteloinnilla. Hallinnassa tärkeää on versioida asiakirjat sekä käyttää menettelyä, josta ilmenee asiakirjan luoja, tarkastaja sekä hyväksyjä. On aina oltava selvää, mikä on viimeisin voimassa oleva versio.

Laatujärjestelmässä sovelletaan yhtenäistä nimeämistapaa, jonka avulla asiakirjat voidaan yksiselitteisesti tunnistaa. Asiakirjojen hallinnassa käytetään hyväksymis- ja versiointikäytäntöjä, joilla varmistetaan laatujärjestelmän johdonmukaisuus ja kattavuus. Kaikista asiakirjoista pidetään yllä asiakirjaluettoa Excel-muodossa.

Asiakirjatunnisteet:

- Ylätunnisteessa esitetään asiakirjan nimi, tunniste, versionumero ja voimassaolotiedot.
- Asiakirjan vastuuhenkilö sekä mahdolliset käytöstäpoistoperiaatteet on merkitty asiakirjaluettelo.
- Asiakirjojen numerointi perustuu ennalta määriteltyyn malliin.

FPC-PRO-001\_V1-Nimiöinti

Rakenne, tyyppi:

- FPC viittaa laatujärjestelmän asiakirjaan, alkutunniste
- PRO on tiedoston yleistunniste:
  - PRO= prosessikuvaus
  - MO = Menetelmäohje
  - WI=Work instruction
  - AK = Asiakirja
  - REC =Tallenne
  - TA = Taulukko
- 001 on yleistunnisteiden juokseva numero.
- V1 = versio 1
- Loppuun lisätään tiedoston tarkempi kuvaus, esimerkiksi Nimiöinti.

Asiakirjaluettelossa on lisäksi selvennetty, vastuita, tarkastamista ja hyväksymismenettelyä. Seuraavassa lisää säilytyksestä

Ensisijainen tallennus ja säilytys on sähköinen arkistointi, mahdolliset paperitulosteet ovat viitteellisiä. Viimeisin versio tulee aina tarkistaa sähköisestä kannasta. Säilytysaika täytyy olla määritelty. Suomessa on yleisesti käytössä 10 vuoden säilytysaika, mutta muissa maissa säilytysaika on usein pidempi. FPC:ssä määritelty minimisäilytysaika on 10 vuotta. Säilytysaikaa tullaan tarkastamaan vielä uudelleen ja ehkä eriyttämään joillekin projekteille pidempi dokumentaation hallinta. Asiakirjaluettelo luotiin vasta auditoinnin jälkeen.

## 6 Myyntiohje

Myyntiohjetta päivitettiin isolle laserleikkauskoneelle ja pienelle luotiin uusi, mikä mukaili isomman koneen ohjetta. Ohje pitää sisällään teknisiä tietoja, laskentaa sekä teknisiä tietoja myynnistä ja tarjouslaskennasta. Myyntiohjeet pitävät sisällään myös FPC:n oppeja kustannustehokkaasta ja järkevästä myynnistä, mikä ottaa huomioon koneen teknisen kyvykkyyden.

Opinnäytetyön yhteydessä laadittiin myyntiohje, joka selventää ByTube -putkilaserin myyntiä. Ohje palvelee myyjiä antamalla kattavan kuvan koneen ominaisuuksista, toimintatavasta sekä koneajan laskemiseen vaikuttavista tekijöistä. Ohjeessa käsitellään ensin työstettävät profiilit, kuten poikkileikkauksen kokorajoitukset, suurin metripaino, materiaalit, ainevahvuudet ja ahiopituudet. Tämän jälkeen kuvattiin koneen toimintatapa, muun muassa laserlähde, koneen osat, lastaustavat, leikkuupää sekä tuotteiden leikkaus ja purku koneesta. Työaikalaskurin käyttö on tärkeänä apuvälineenä koneajan arvioinnissa. Lisäksi käsitellään 2D-leikkauksen rajoituksia sekä asetusaikoja. Lopuksi kerrotaan ohjelmoinnista, sen yleiskuvauksesta, työjärjestyksestä sekä ohjeista 3D-mallien toimittamiseen. Myyntiohje toimii käytännön työkaluna, joka auttaa myyjiä ja muita toimijoita ymmärtämään koneen käyttöön ja ominaisuuksiin liittyvät keskeiset asiat selkeästi ja helposti.

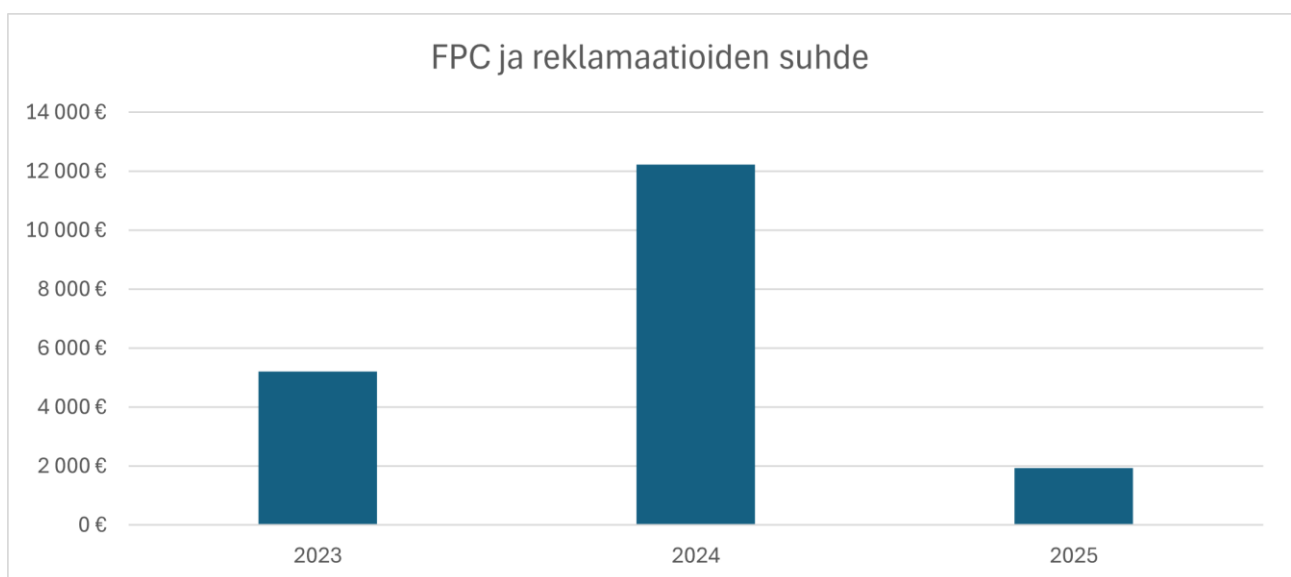
## 7 Reklamaatiomittarit

Excel-taulukolla analysoitiin reklamaatioita vuosien 2023–2025 välisenä aikana, vuosi 2025 on ensimmäinen neljännes. Suodatin datasta myynnin, putkilaserit, ohjelmoinnin, materiaalit sekä muut syyt. Taulukossa 7 on reklamaatioiden määrät eri luokissaan. Taulukossa 8 on kaikki reklamaatiot kustannuksineen ja taulukossa 9 pelkästään putkilaserin reklamaatiot.

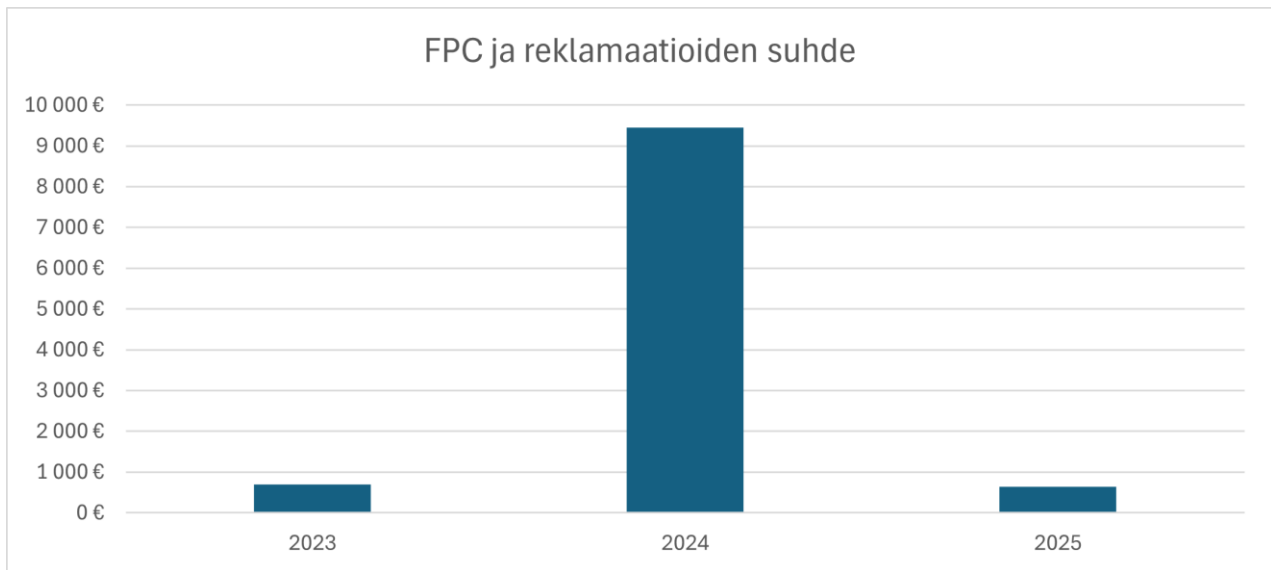
Taulukko 9. Reklamaatiot

Riviotsikot	Määrä
Materiaalit	5
Muut	3
Myynti	6
Ohjelmointi	12
Putkilaser	13
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>39</b>

Taulukko 10. Reklamaatio taulukko 2023-2025



Taulukko 11. Reklamaatiot putkilasereille 2023-2025



## Tulokset

Vuonna 2024 reklamaatioita tuli kustannuksellisesti eniten, minkä syinä olivat useat uudet operaattorit sekä lisääntyneet tilausmäärät. Myös prosessivirheitä löydettiin sekä uudistettiin työohjeistusta ja parannettiin tilauksien läpimenoaika. FPC:n hyötyinä laatu parantui eniten jälkityössä sekä pakkauksessa. Varsinainen laadunparannus tulee osien paremmista mittaustavoista sekä työohjeiden parantamisesta, jotta työnsuorittamien on yhtenäisempää. Varsinaisessa leikkauslaadussa ei ollut huomautettavaa.

### 7.1 Reklamaatioanalyysi FPC prosessien jälkeen

FPC ja sen uudistuneet prosessi olivat käytössä noin puolitoista (1,5) vuotta. Reklamaatiotilastojen pohjalta voimme analysoida reklamaatioiden yhdistäviä tekijöitä kuten ”Milloin reklamaatioita syntyy eniten? Onko yhdistäviä tekijöitä vuoroissa, kuukausissa, viikoissa tai vuorotasolla? Ajalliseen määrittelyyn liittyy vielä sesonkiajan virheteriheys, reklamaatioiden volyyymi ja määrä. Tämä on ratkaiseva ja oleellinen mittari FPC:n tehokkuudelle, mutta on muistettava kohdentaa tähän vain suoraan laadulliset kustannukset eikä esimerkiksi myyntiä.

#### Kustannukset ja taloudelliset vaikutukset

Seuraavia kysymykset ovat oleellisia reklamaatioiden analyysin käsittelyssä. Mitkä ongelmat aiheuttavat eniten kustannuksia? Kustannukset ohjaavat useimmiten korjaustoimia. Millainen on sijoitetun pääoman tuotto eli ROI laatuinvestoinneille. Ovatko reklamaatioiden kustannukset laskeneet tehtyjen parannusten jälkeen? Laatuksennusluokitus: Voidaan arvioida sisäisiä kustannuksia verrattuna ulkoisiin kustannuksiin.

### **Työkaluja kustannusten kohdentamiseen**

Juurisyyanalyysillä löydetään helposti yleisimmät syyt reklamaatioihin. Se auttaa merkittävästi kohdentamaan kehitystoimia. Prosessin heikkoudet täytyy tunnistaa, jos havaitaan toistuvia ongelma-kohtia, puutteita koulutuksessa, dokumentaatioissa tai valvonnassa. Laatu-eroavien luokittelu auttaa syykohtaisessa analyysissä, joka on osa riskipohjaista laatuajattelua (ISO 9001 ja EN 1090). Yhdistetyt analyysit ovat käteviä selvitetessä syytä sekä kustannuksia. Mitkä virheet ovat kalleimpia? Milloin näitä ilmenee? Vertaile kustannuksia ja aikaa; onko trendi nouseva vai laskeva? ”– Laatu on kallista, sanotaan”. Kustannukset ovat kuitenkin sijoitus tuotannon laatuun, joka maksaa itsensä takaisin pidemmällä aikavälillä, kunhan kustannukset kohdennetaan oikein.

### **Sovelluksia FPC kehitykseen**

Laadunhallinnassa usein käytetään korjaavien toimenpiteiden suunnittelua eli CAPA-prosessia, Corrective and Preventive Action. CAPA perustuu korjaaviin ja ennaltaehkäiseviin toimiin, kun poikkeamat on tunnistettu. Prosessien kehittämien oli yksi tärkeimmistä laatu korjaavista toimista FPC:n luonnissa: Henkilöstön kouluttaminen ja pätevytyminen, ei aina välttämällä samalla tavalla, mutta johdonmukaisesti sekä samaa runkoa ja ohjeistusta käyttäen. Työkalujen ja laitteiden tulee olla kunnossa ja oikein kohdennettuja investointeja ei voi väheksyä. Näillä ennaltaehkäisevillä toimilla pääsemme jo pitkälle. Korjaavia toimia tulemme tarvitsemaan silloin, kun poikkeamia eli reklamaatioita on jo päässyt syntymään ja näihin virheisiin on reagoitu prosesseja viilaamalla. Korjaavat toimet tuotannossa ovat huomattavasti kalliimpia kuin ennaltaehkäisevät toimenpiteet. Pitkällä aikavälillä panostaminen ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin kuten työhjeisiin sekä tilauksien läpimenoaikaan tulevat huomattavasti edullisemmaksi. (Räisälä 2018)

Omavalvonta ja asenne tuotannossa ovat parhaita sekä edullisimpia välineitä laadun kehittämiseen. Tarkastusvaiheiden kehittäminen, kuten visuaalinen tarkastus tuotannon eri vaiheissa useimmiten pelastaa tuotteen varsinaiselta reklamaatiolta.

Koulutus ja koulutuksen kohdentaminen osana laatua. Ellei koulutusta tule työntekijöiden kokemuksen kautta, sitä on hankittava muulla tavoin. Kokemus ei ole halpaa. Onnistunut henkilöinvestointi on suunnitelmallisesti kohdennettu panostus, jolla tuotetaan arvo nopeasti ja pitkäjänteisesti niin työntekijälle ja kuin koko organisaatiolle.

### **Prosessien vakiointi ja jatkuva parantaminen (PDCA, LEAN)**

Parhaiten onnistuimme prosessien vakioinnissa, joka luo tehokkaan perustan toiminnalle. PDCA-mallilla, jota käytetään laajasti myös esimerkiksi urheiluvalmennuksessa, tuetaan jatkuvaa parantamista. Lean-työkalulla tunnistamme hukkaa ja tehostamme työnkulkua. Löysimme suurimmat parannuskohteet, kun kehitimme läpimenoaikaa ja reagoimme toistuviin virheisiin. Yhtenä kehityskohteenä meillä on mm. henkilöstön osallistaminen, vaikkakin usein muutoshalukkuus tulee tuotannosta. Silti kokonais kuvaa ei aina ymmärretä ja siksi laatuajattelua on opetettava.

## **8 Pohdinta**

### **8.1 Luotettavuus ja eettisyys**

Aineistona oli laajasti laatua käsitteleviä lähteitä sekä valtava määrä standardeja. Jokainen suurempi standardikokonaisuus pohjaa toisiin standardeihin. Aineisto kattaa seuraavia kokonaisuuksia: Standardit ja sääntely; lukuisia kokonaisuuksia koskien rakennustuotteita, teräsrakenteita, putkia, ainestodistuksia sekä 1090;1,2,3- sarjan teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus ja CE-merkinnät, CE-merkintään liittyvä aineisto, laatua ja laadunhallintaa käsittelevä aineisto, opinnäytetyöt, liiketoiminnan ja markkinoinnin näkökulma. Lähteitä on valittu luotettavuuden ja monipuolisuuden perusteella unohtamatta kansainvälisiä lähteitä. Monipuolisuutta on haettu lisäksi teoreettisesta kirjallisuudesta. Suurin osa lähteistä on

ajankohtaisia ja tuoreita. Jokainen lähde on arvioitu tiedon luotettavuuden mukaan. Lähteiden valinnassa on painotettu standardeja ja luotettavuutta sekä tieteellisyyttä.

Aineisto FPC luomiseen on varmasti riittävän edustava ja laaja. Yksikön laatu on päivittäistä kamppailemista resurssien, luotettavien toimintatapojen, tehokkaan tuloksen sekä suoraviivaisen ja yksinkertaisen tuotannon tekemistä. Rakenne ja laadulliset kysymykset tulevat noudattamaan samaa kaavaa, kun putkilaserleikkaukseen tehdään FPC-käsikirjaa. Tulokset ovat samankaltaisia ja toistettavia. FPC laadittiin huolellisesti perehtyen erityksiköihin ja muihin laatukäsikirjoihin. Reklamaatioiden vähyden takia tulkinnot FPC-vaikutuksista eivät välttämättä ole riittävän tarkkoja. Reklamaatiot kuitenkin ohjaavat tuloksellista tuotantoa, sillä vain mittaamalla voi tehdä päätöksiä. Aika tulee näyttämään, miten laatu ja sen kustannukset tulevat kehittymään seuraavina kvartaaleina.

## **8.2 Keskeisten tulosten tarkastelu suhteessa teoreettiseen viitekehukseen**

Työn pääasiallisena teoreettisena perustana toimivat EN 1090 standardit ja niiden askelmerkit FPC:n luomiseen. Lisäksi sivuttiin laatujärjestelmiä sekä myyntiohjeen luomista. FPC:n ohella menetelmäkokeet olivat työläs pitkä projekti ennen varsinaista käsikirjan aloittamista. Laadun yhtenäistäminen ja työohjeiden luominen edesauttoi huomattavasti yhtenäistämään laatua ja toimintatapoja. Käsikirjalla tuetaan laadunhallintaa myös määrittelemällä prosessit, työnkuvaukset, vastuuhenkilöt, poikkeamien käsittelyt. Kaikki tämä yhtenäistää laatua ja tällä saavutetaan jatkuva kehittäminen. Menetelmäkokeet tukivat olettamusta, että turvallisimmat tuotteet ovat vakioituja tuotteita, joilla on tarkat määritelmät laadunsuhteen. Toisin sanoen tarvitaan järkevät toleranssit valmistukseen, jolloin päästään tuotannossa alhaiseen hylkyprosenttiin tasaisella ja tuottavalla tuotannolla. Onnistuneen FPC:n aikaan saama käytännön muutos tuotannossa nostaa liikevoittoa sekä varsinkin asiakastytyvyyttä ja imagoa. Jäljitettävyyden osalta dokumentointi on parantunut ja osaamme vaatia korjausta materiaalitoimittajan käytänteisiin. Käsikirjalla on helppoa perustella toimintatapoihin muutoksia. Jäljitettävyyden ketju ei saa katketa missään vaiheessa tuotantoketjua.

Yhteenvedona todettakoon, että teorian ja tulosten välillä oli selkeä yhteys.

Laadunhallintajärjestelmä toimii parhaiten käytännön kautta. Materiaalitehokkuus on parantunut ja hävikkiä tulee tuotantomääriin suhteutettuna laskevalla trendillä.

### 8.3 Johtopäätökset ja kehittämisehdotukset

Opinnäytetyö oli lähes kahden vuoden projekti. Tuloksena saatiin luotua FPC-laatukäsikirja ja sen auditointi, myyntiohjeiden kehitys sekä laadullinen kehitys koko tuotannossa usealla osa-alueella. Uuden yksikön takia monet perusasiat piti luoda tyhjästä. Todellinen työ oli paljon laajempi ja vaikeampi työnohessa tehtäväksi kuin alun perin oli ajateltu. Materiaalikoheet onnistuivat odotetusti ja läpäisivät kirkkaasti tavoitteet. Koneilla on hyvät taulukot parametrien säätöön ja vakioarvot useimmille käytössä oleville ainevahvuuksille sekä leikkaustavoille. Seuraavat vaiheet ovat kokeiden osalta sinkopuhalluksen pinnanlaadun kokeet sekä reikätestit laserkoneille. FPC tuloksena saatiin myös päivitettyjä myyntiohjeita sekä analysoitua kattavasti omia prosesseja ja työnkulkua. Korjasimme työtapoja, kun huomasimme toistuvia reklamaatioita työnkulussa.

Onnistuimme hyvin FPC taltioinnissa ja työn kehittämisessä. Pieniä puutteita on vielä varastoinnissa, työnjakautumisessa sekä työohjeissa. Huoltojen osalta minimivaatimukset eivät täysin toteutuneet. Huollot ja niiden dokumentointi vaatii vielä parannettavaa. Huolto on suurelta osin ulkoistettu ja huoltojen suorittamisesta sekä varaosista vastaa toinen kollega. Rajauksen osalta työ ei onnistunut. Rajauksen olisi voinut laittaa tiukemmaksi, mutta se ei ollut toimeksiantajan toive. Toimeksiantajan toive olisi ollut itseasiassa tätä vieläkin laajempi sisältäen 9001 standardoinnin. Täytyy ottaa myös huomioon, että yksikkö oli aivan uusi ja muissa yksiköissä ei ole käytössä täysin yhtenäistä järjestelmää laatuun eikä muidenkaan osioiden osalta. Itse FPC teko kesti toista vuotta. Lomakausilla työ oli tauolla. Viimeisten kymmenen kuukauden aikana uusi ohjelmoitsija helpotti työkuormaa olennaisesti. En silti ehtinyt tekemään työtä aivan viikoittain. Jos rajaus olisi ollut vain yksi osa-alue tai pelkästään laatukäsikirja, olisi työ jäänyt vaille uutuusarvoa eikä tarjoaisi mitään uutta. Nyt uutuusarvoa lähdettiin hakemaan menetelmäkokeiden tuloksista sekä laserleikkaukseen liittyvistä osa-alueista. Laserleikkauksen menetelmäkokeet ovat edelleen standardin mukaan osa termistä leikkaamista eikä laserleikkaamiselle ole tarkasti määriteltyä menetelmää.

Työn ansioina pidän laserleikkauksen laatujärjestelmäkuviota, joka summaa lukuisia asioita. Näitä käsitellään tarkemmin FPC:ssä sekä opinnäytetyössä. Työn tekeminen on ollut antoisaa kehityksen kautta. Tuotantoa sekä prosesseja on saanut kehittää ja muuttaa. Työ on ollut laaja ja olen saanut hyödyntää aikaisempaa työkokemustani ja opintojani laajasti ja usein myös poikkitieteellisesti. Yhdeksi opinnäytetyön aiheeksi olisi riittänyt pelkästään materiaalikoekoiden toteuttaminen.

Kestävän kehityksen näkökulmasta työssä sivuttiin materiaalivirtoja hävikkiä ja tuotannon läpäisyäikää. Myynnin osalta kestäväkehitys näkyy hävikin pienentämisenä, jolloin asiakas voittaa ja kauppa todennäköisemmin jää myös tuottavalle osapuolelle. Jätevirrat tulevat pienemmään parantuneena laadunvalvontana. Reklamaatio palauksien väheneminen auttaa tehostamaan tuotantoa sekä pienentämään kustannuksia tuotantoketjun jokaisessa vaiheessa; rahti, myynti, laadunkäsittely, tuotanto ja niin edelleen. On myös toivottavaa, että laatuun panostaminen kasvattaa potentiaalista markkina-asemaa. Tehtaan sisällä avoimen dokumentaation pitäisi lisäksi kannustaa rehdimpään kilpailuun sekä edistää eettistä toimintaa. FPC-käsikirjahan on jatkuvan kehityksen ja parantamisen työkalu. Standardiin pitäisi lisäksi lisätä kappale FPC:stä kestävä kehityksen työkaluna.

## Lähteet

Alapuranen, B. 2020. *Betonielementtitehtaan laadun ja turvallisuuden kehittäminen*. Opinnäytetyö. Viitattu 16.3.2025. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/121220>

Artikkeli. 2025. Piirainen, A. *Laadunhallintajärjestelmät – tuki ja turva vai työläs ja kustannus*. Viitattu 14.3.2025. <https://qkk.fi/laadunhallinta/>

Bystronic. 2025. *Putkilaserleikkaus ByTube Star 130*. Viitattu 16.3.2025. <https://www.bystronic.com/sca/fi/t/putkilaserleikkaus-bytube-star-130>

Dekra. 2025. *Sertifiointi – kantavat teräsrakenteet EN 1090-1*. Viitattu 30.1.2025. <https://www.dekra.fi/fi/sertifiointi-kantavat-tersrakenteet-en1090-1/>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 305/2011. Viitattu 25.1.2025.

Euroopan unionin virallinen lehti. Asetus (EU) 2024/3130. Viitattu 25.1.2025.

Euroopan virallinen verkkosivusto. 2025. CE-merkintä. Viitattu 30.1.2025. [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index\\_fi.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_fi.htm)

Excellence Finland. 2023. *Mitä on laatu?* Viitattu 20.1.2025. <https://www.excellencefinland.fi/mita-on-laatu/>

Harry, M. 2000. Viitattu teoksessa Quality Knowhow Karjalainen Oy. 2006. *Mitä laatu tarkoittaa?* Viitattu 31.1.2025. <https://qkk.fi/mita-laatu-tarκοittaa/>

Hokkanen, S. & Strömberg, O. 2006. *Laatuun johtaminen*. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Jokinen, J. 2023. *CE-merkintä ja FPC-manuaalin käyttöönotto*. Opinnäytetyö. Viitattu 16.3.2025. <https://www.theseus.fi/handle/10024/729307>

Kallio, I. 2018. *ISO 9001 -laadunhallintajärjestelmän rakentaminen*. Opinnäytetyö. Viitattu 16.3.2025. <https://www.theseus.fi/handle/10024/868044>

Kananen, J. 2008. *Kvali: kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet*. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, s. 60–65.

Kotler, P. & Keller, K. L. 2016. *Marketing management*. 15th edition, global edition. Boston: Pearson.

Lepola, R. & Makkonen, P. 2010. *Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet*. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus.

Markal. 2024. *Silver-Streak Metal Marker datasheet*. Viitattu 20.5.2025.  
<https://markal.com/products/silver-streak-metal-marker-silver>

Metsta.fi. 2020. *Terässtandardit*. Viitattu 16.3.2025. [https://metsta.fi/wp-content/uploads/2020/05/Terasstandardit\\_2019.pdf](https://metsta.fi/wp-content/uploads/2020/05/Terasstandardit_2019.pdf)

Metsa.fi 2021. *Materiaali-ja-ainekoetusstandardit*. Viitattu 2.6.2025. <https://metsta.fi/wp-content/uploads/2021/10/Materiaali-ja-ainekoetusstandardit.pdf>

Nissen. 2024. *Ball Point Metal Marker*. Viitattu 20.5.2025. <https://euro-industry.com/main.php?index=details&cat=128&prod=23204239>

OMSG S.p.A. 2023. *Lauco 100 NP maintenance manual*. Sisäisessä käytössä oleva asiakirja. Villa Cortese, Italy: OMSG S.p.A. Viitattu 22.5.2025

Pica. 2023. *Pica Industrial Marker*. Viitattu 20.5.2025. <https://pica-marker.com/en/heroes/visor-permanent-industrial-marker/>

QKK.fi. (n.d.). *Laadunhallintajärjestelmät – tuki ja turva vai työläs ja kustannus*. Viitattu 16.3.2025.  
<https://qkk.fi/laadunhallinta/>

Richards Sheet Metal Works Inc. 2025. *Tube laser cutting*. Viitattu 16.3.2025.  
<https://www.richards-fab.com/services/tube-laser/>

Räisälä, J. 2018. *ISO 9001 -standardin mukaisen laadunhallintajärjestelmän kehittäminen – VAK Oy*. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 22.5.2025.  
<https://www.theseus.fi/handle/10024/151681>

SFS. 2015. *Laatu ratkaisee*. Viitattu 22.1.2025. <https://sfs.fi/laatu-ratkaisee/>

SFS. 2015. *Mitä laatu on?* Viitattu 22.1.2025. <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

SFS. 2016. *Mitä laatu on?* Viitattu 16.3.2025. <https://sfs.fi/mita-laatu-on/>

*SFS-EN 10204. 2004. Metallituotteiden aineodistukset*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.3.2025. <https://janet.finna.fi>

*SFS-EN 1090-1. 2010. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.3.2025. <https://janet.finna.fi>

*SFS-EN 1090-2. 2018. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.3.2025.  
<https://janet.finna.fi>

*SFS-EN 1090-3. 2019. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 3: Alumiinirakenteiden tekniset vaatimukset*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.3.2025. <https://janet.finna.fi>

SFS-EN 1993-1-1:2022. *Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt*. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.3.2025. <https://janet.finna.fi>

Suni, S. 2015. *Sisäinen reklamaatiojärjestelmä osana laadunhallintaa*. Opinnäytetyö. Viitattu 16.3.2025. [https://www.theseus.fi/bitstream/10024/90168/1/Suni\\_Santeri.pdf](https://www.theseus.fi/bitstream/10024/90168/1/Suni_Santeri.pdf)

SVL Oy. 2025. Viitattu 5.1.2025. <https://svlgroup.fi/>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. 2025. *CE-merkittävät rakennustuotteet*. Viitattu 31.1.2025. <https://tukes.fi/rakennustuotteet/ce-merkittavat-rakennustuotteet>

Ympäristöministeriö. 2025. CE-merkintä. Viitattu 31.1.2025. <https://ym.fi/ce-merkinta>

Ympäristöministeriö. 2025. Rakennustuotteet. Viitattu 31.1.2025. <https://ym.fi/rakennustuotteet>

## **Liitteet**

**Liite 1. FPC- laatukäsikirja SVL Joutsa sisällysluettelo (salassa pidettävä)**

## Liite 2. Myyntiohje ByTube130 Sisällysluettelo

Sisällys:

### ByTubeStar 130 MYYNTIOHJE

- 1 Työstettävät profiilit
  - 1.1 Tekniset tiedot
  - 1.2 Suurin metripaino
  - 1.3 Materiaalit ja ainevahvuudet
  - 1.4 Aihioipituudet
- 2 Koneen toimintatapa
  - 2.1 Laserlähde
  - 2.2 Koneen osien nimet
  - 2.3 Profiilin lastaustavat
  - 2.4 Leikkuupää
  - 2.5 Tuotteiden leikkaus
  - 2.6 Weld search (sauman tunnistus)
  - 2.7 LaserScan
  - 2.8 Koneen mittatarkkuus
  - 2.9 Erikoisleikkaukset
  - 2.10 Yhteiskatko
  - 2.11 Koneen eri asetukset
  - 2.12 Kiinnipitopituus
  - 2.13 Nestaus
  - 2.14 Leikkauksen tiedot
  - 2.15 Laskurin muut osiot.
- 3 Pyöreiden putkien myynti ja liitokset
- 4 Irmco ja leikkauskuona putken sisällä
- 5 Yleisimpiä keskeytyneitä tuotantoja tai virheitä
- 6 Asetusajat
- 7 Avoprofiileista huomioita
- 8 Ohjelmointi
  - 8.1 Ohjelmoinnin yleiskuvaus
  - 8.2 Ohjelmoinnin työjärjestys
  - 8.3 Ohjeita 3D mallien toimittamiseen

### Liite 3. Myyntiohje FL TTM400 3D Sisällysluettelo

Tämän ohjeen tarkoitus on selventää myyjille TTM FL400 putkilaserin ominaisuudet, toimintatapa ja perusteet koneajan laskemista varten.

Sisällys:

TTM FL400 ohje myyjille

- 1 Työstettävät profiilit
- 1.1 Poikkileikkauksen kokorajoitukset
- 1.2 Suurin metripaino
- 1.3 Materiaalit ja ainevahvuudet
- 1.4 Ahiopituudet
- 2 Koneen toimintatapa
- 2.1 Laserlähde
- 2.2 Koneen osien nimet
- 2.3 Profiilin lastaustavat
- 2.4 Leikkuupää
- 2.5 Tuotteiden leikkaus
- 2.6 Mittasauva
- 2.7 Tuotteiden purku koneesta
- 2.8 Tukeminen M3:lla
- 2.9 Koneen toimintojen samanaikaisuudet
- 2.10 Yhteiskatko
- 2.11 Koneen eri asetukset
- 2.12 Kiinnipitopituus
- 3 Työaikalaskurin käyttö
- 3.1 Tulos
- 3.2 Osan yleistiedot
- 3.3 Leikkauksen tiedot
- 3.4 Laskurin muut osiot.
- 4 3D-leikkauksen rajoitukset
- 5 Asetusajat
- 6 Avoprofiileista huomioita
- 6.1 I- ja H-profiileiden uumaleikkaukset
- 6.2 3D leikkaus avoprofiileilla
- 6.3 H- ja I-palkkien päätymuodot  
(jatkuu)
- 6.3.1 Suora pää
- 6.3.2 Korkeussuuntainen jiiri
- 6.3.3 Leveyssuuntainen jiiri
- 6.3.4 Palkki toisen palkin sisään
- 6.4 U-palkkien päätymuodot
- 6.5 Kulmatankojen päätymuodot
- 7 Ohjelmointi
- 7.1 Ohjelmoinnin yleiskuvaus (jatkuu)

- 7.2 Ohjelmoinnin työjärjestys
- 7.3 Ohjeita 3D mallien toimittamiseen

**Liite 4. Menetelmäkokeet SVL 2024 JOUTSA (salassa pidettävä)**



## Liite 6. Esimerkki (CPQR) hyväksymispöytäkirjasta

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS  
FINNISH STANDARDS ASSOCIATION SFS

SFS-EN 1090-2:2018  
140

**Taulukko D.3 Esimerkki leikkausprosessin hyväksymispöytäkirjasta (CPQR)**

Leikkausprosessin hyväksymispöytäkirja(CPQR)					
(p)CPS-Nro.:		CPQR-Nro.:			
Polttoleikkausnäytteen valmistaja:					
Valmistajan osoite:		Liitteet:	1	Leikkausparametrit	sivu
Standardi:			2	Materiaalin testiraportti	sivu
Valmistuspäivä:			3	Tarkastustodistus	sivu
Valmistaja:					
Leikkausprosessin hyväksymispöytäkirjan (CPQR) eritelmät					
Leikkausprosessi:					
Leikkauskoneen valmistaja:					
Leikkauksen tyyppi:					
Leikkauspolttimen nimike:					
Leikkaussuuttimen nimike:					
Leikkauspolttimen/-suuttimen valmistaja:					
Standardi:					
Materiaaliryhmä:					
Materiaalin paksuus [mm]:					
Polttokaasun tyyppi:					
Lämmityshapen paine:*					
Polttokaasun paine:*					
Leikkaushapen paine:*					
Lämmitysliekin säätö:					
Leikkausnopeus:					
Leikkauskorkeus:					
Esilämmityslämpötila:					
Jatkolämpökäsittely:					
Esi-/jäkilämmityspolttimen tyyppi:					
Lämmityspolttimen nimike:					
Lämmityspolttimen valmistaja:					
Polttokaasun tyyppi:					
Hapen/paineilman paine:					
Polttokaasun paine:					
* Polttimen sisäänmenosta mitattu paine					
Tämä raportti vahvistaa, että polttoleikkausnäyte valmistettiin, valmistettiin ja testattiin standardin EN 1090-2 kohtien <a href="#">6.4.3</a> ja <a href="#">6.4.4</a> mukaisesti: EXC2 / EXC3 / EXC4 ( <i>poista tarpeen mukaan</i> )					
Paikka ja aika:					
Valmistajan edustaja: Nimi, päivämäärä ja allekirjoitus:					
Tarkastaja tai tarkastuslaitos: Nimi, päivämäärä ja allekirjoitus (jos muu kuin valmistajan vastuullinen hitsauskoordinoija RWC):					

## Liite 7. Ainestodistus 3.1 malli

**SSAB**

FI 13300 HÄMEENLINNA FINLAND  
 Puh 020 5911 Telephone +358 020 5911  
 Telefax +358 020 59 25508

**VASTAANOTTOTODISTUS  
INSPECTION CERTIFICATE**

Sivu  
Page  
1

Tilaja  
Purchaser

\*

EN 10 204/3.1

Vastaanottaja  
Consignee

40178 -01

Päivämäärä  
Date

22.4.2016

METSTA, METALLITEOLLISUUDEN STANDARDISOINTIYHDISTYS RY  
 ETELÄRANTA 10, PL 10  
 00131 HELSINKI

Asakkaan tilaus  
Customer's order

Tilauksen vahvistus  
Order confirmation

Todistustyyppi  
Type of certificate

40178

EN 10 204/3.1

Merkki  
Customer's mark

Postio Item	Tuote-erittely, mitat Specification, dimensions	Taakianumero Lift No.	Sulatus Cast No.	Kpl Pcs	Määrä Quantity	Paino kg Weight kg
					KG	

HOT-DIP ZINC COATED WIDE STEEL STRIP  
 TOLERANCES : EN 10143:2006  
 HIGH STRENGTH STEEL FOR COLD FORMING  
 HX340LAD+Z275-M-B-C EN 10346:2015

001	2,00 X 1372,0	MM	JX116001	49325	001	11985	11960
			JX116002	49325	001	11885	11860
POS	001 IN TOTAL		2 *			23870	23820
	DELIVERY IN TOTAL		2 *			23870	23820
	TOTAL DELIVERY						

27.10.2021

f

(jatkuu)

Postio Item	Taakkanumero Lift No.	Sulatusanalyysi % Chemical composition of cast %							
		C	SI	MN	P	S	AL	NB	TI
001	JX116001	0,06	0,00	0,40	0,008	0,005	0,033	0,015	0,000
001	JX116002	0,06	0,00	0,40	0,008	0,005	0,033	0,015	0,000

Postio Item	Taakkanumero Lift No.	Velokoe Tensile test								Kovuus Hardness	
		K1	Re N/mm <sup>2</sup>	Rm N/mm <sup>2</sup>	L0 mm	A %		BH	AI	HRB	HR30T
001	JX116001	10	361	436	80	29					
001	JX116002	10	361	436	80	29					

K1: 10 = poikittainen velosauva  
Transverse rectangular test piece

11 = pitkittäinen velosauva  
Longitudinal rectangular test piece

13 = n- ja r-arvojen painotettu ka.  
The weighted average of n- and r-values

Re = tilauksen standardin mukainen myötöraja  
Yield strenght according to the steel standard

Taivutuskokeet ja pinnoitteen kiinnipysyvyysskokeet hyväksytyt vaatimusten mukaan  
Bend tests and adhesion of coating tests carried out with satisfactory results as required.

Postio Item	Taakkanumero Lift No.	Sinkkerroksen massa Weight of Zinc-coating						Pinta Surface					
		Kaksipuolinen Both sides		Yläpuoli Top side		Alapuoli Bottom side		Analysit Analysis		Yläpinta Top surface		Alapinta Bottom surface	
		3-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Triple spot test g/m <sup>2</sup>	1-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Single spot test g/m <sup>2</sup>	3-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Triple spot test g/m <sup>2</sup>	1-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Single spot test g/m <sup>2</sup>	3-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Triple spot test g/m <sup>2</sup>	1-kokeen arvo g/m <sup>2</sup> Single spot test g/m <sup>2</sup>	Fe %	Al %	Ra	PC	Ra	PC
001	JX116001	289	286										
001	JX116002	286	286										

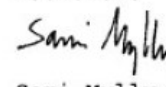
Täten todistamme, että toimitus on tilausvahvistuksen mukainen.

We hereby certify, that the material described above has been tested and complies with the terms of the order contract.

## SSAB EUROPE OY

Testaus ja tarkastus, Hämeenlinna  
Testing and inspection, Hämeenlinna

23.4.2016



Sami Mylly  
Valtuutettu tarkastaja  
Authorized inspector



## Liite 9. Mittavälinekorttipohja

Mittavälinekortti pohja							
<b>Tunnus:</b> <b>S/N.:</b>		<b>Mittaväline:</b> <b>Mittausalue:</b>	reikämitta 150 mm	<b>Tarkkuus:</b> <b>Standardi:</b>	± 0,05mm	<b>Käyttäjä:</b> <b>Sijainti:</b>	ByTube130
<b>Toimittaja:</b>	Teräskonttori	<b>Kalibrointiohje:</b>		<b>Kalibr.jakso</b> <b>kk:</b>		<b>Hinta:</b>	378,00 €
<b>Valmistaja:</b>	Mitutoyo	<b>Hankitavuosi:</b>	2023				
<b>Pvm.</b>	<b>Tarkastaja</b>	<b>Mittaustulokset</b>		<b>Huomautukset</b>		<b>Ok?</b>	
Ohjeita:							
-ÄLÄ tee muutoksia tälle taulukolle!					Kalibrointijaksolle on olemassa ohjearvoja, jotka ovat seuraavat:		
-kopio kortti ja nimeä se luetteloinnin mukaan					<ul style="list-style-type: none"> <li>• toleranssitulkit 4–24 kk</li> <li>• rengastulkit 24 kk</li> <li>• mittakellot ja anturit 4–12 kk</li> <li>• mittauskoneet 12–24 kk</li> <li>• työntömitat 6–48 kk</li> <li>• rullamitat 48 kk</li> <li>• kivitasot 24–48 kk</li> <li>• kivisuorakulmat 24–48 kk</li> <li>• vaaituskoneet 4–24 kk</li> <li>• optiset laitteet 12 kk</li> <li>• koordinaattimittauskone 12 kk (5, s. 54).</li> </ul>		
esim LBK1 (laser,bytube,K, järjestysnumero							
[juokseva]							
täytä vähintään kohdat vihreillä pohjilla							
					Kalibrointijaksoa lyhentävät tekijät ovat seuraavat:		
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittalaitteella on useita peräkkäisiä kalibrointituloksia, joissa on havaittu satunnaisesti suurta vaihtelua</li> <li>• mittausepävarmuus on kriittinen tuotteen valmistuskustannuksen takia</li> <li>• laitella tehtävät mittaukset ovat kriittisiä tuotteen turvallisuuden kannalta</li> <li>• mittalaitetta käytetään olosuhteissa, jotka vaarantavat tarkkuutta</li> <li>• käyttö on runsasta (5, s. 54).</li> </ul>		
Tiedosto nimetään:							
Tunnuksien mukaan esim LBK1							