

Pekka Malmi

**STANDARDIN SFS-EN 1090 SERTIFIINTI LAPIN KOULUTUSKESKUS REDUN
KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖSSÄ**

**STANDARDIN SFS-EN 1090 SERTIFIINTI LAPIN KOULUTUSKESKUS REDUN
KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖSSÄ**

Pekka Malmi
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Oulun ammattikorkeakoulu
Insinööri YAMK, hitsausala

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Insinööri YAMK, hitsausala

Tekijä: Pekka Malmi

Opinnäytetyön nimi: Standardin SFS-EN 1090 sertifiointi Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä

Työn ohjaajat: Vesa Moilanen, Esa Törmälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 56 + 3 liitettä

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli suunnitella SFS-EN 1090-standardin mukainen sertifiointi Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Tämä mahdollistaa auditoinnin jälkeen CE-hyväksynnän vaativien hitsattujen kantavien teräsrakenteiden valmistamisen. Sertifikaatin hankkiminen tuo myös myönteistä kuvaa oppilaitoksen hitsaus, levytyö ja teräsrakentealan koulutuksista. Työn tulokset ovat vapaasti kaikkien yritysten ja oppilaitosten hyödynnettävissä.

Tutkimusmenetelmäksi valittiin toimintatutkimus. Tutkimusaineistoa kerättiin osallistumalla hitsausalan kehittämiseen liittyviin hankkeisiin sekä olemalla mukana paikallisen hitsausalan yrityksen auditointikokouksissa. Työssä esitellään ne hitsausalan standardit ja muu materiaali, jota tarvitaan SFS-EN 1090 -standardin mukaiseen sertifiointiin.

Työn tuloksena tehtiin suunnitelma sisäisen laadunvalvontajärjestelmän (Factory Production Control eli FPC) valmistamiseksi hitsattujen kantavien teräsrakenteiden valmistusta varten. Suunnitelmaan sisältyivät myös menettelyohjeet ja käytännön toimenpiteet ennen auditointia. Työssä todettiin, että kustannustehokkainta on saada auditoinnista aiheutuvat kustannukset mukaan hitsauksen kehittämishankkeeseen. Tämä hankeidea esitetään rahoittajalle vuoden 2024 aikana. Sertifikaatin ylläpitämisestä tulevat kustannukset pitäisi pystyä kattamaan kantavien teräsrakenteiden valmistukseen liittyvillä asiakastöillä tai koulutuksilla.

Asiasanat: hitsaus, standardi, auditointi, sertifikaatti

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Master of Engineering, Welding program

Author: Pekka Malmi

Title of thesis: Certification according to the SFS-EN 1090 standard in the machine and production technology learning environment of Lapland Education Center REDU

Supervisors: Vesa Moilanen, Esa Törmälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 56 + 3 appendices

The objective of this thesis was to design a certification for the SFS-EN 1090 standard at the Department of Mechanical Engineering and Production Technology at Lapland Education Centre REDU. After the audit, it is possible to manufacture CE-approved load-bearing steel structures. The certificate also provides a positive image of the school's welding education. The results of the work are freely available to all schools and workplaces.

The research method used was action research. Data for the work was collected by participating in a development project. The work presents the standards and other materials required for certification to the SFS-EN 1090 standard.

In this work, a Factory Production Control (FPC) manual was designed for the fabrication of welded load-bearing steel structures. The plan includes instructions for actions to be taken before the audit. The audit costs were found to be covered by the development project. The costs of maintaining the certificate are covered by teaching the use of the standard and by doing welding work in accordance with this standard.

Keywords: welding, standard, auditing, certificate

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	7
1.2	Tutkimusmenetelmät	8
2	SFS-EN 1090 -STANDARDIEN TARKOITUS JA KÄYTTÖ.....	11
2.1	CE-merkintä	11
2.2	Kansallinen tuotehyväksyntä.....	12
2.3	Kantavien teräsrakenteiden CE-merkintä.....	12
2.4	CE-merkintä ja standardi SFS-EN 1090-1 + A1:2012	12
2.5	Auditointi, sertifikaatti ja sertifiointi.....	12
2.6	Sertifiointitarve.....	13
2.7	Menettelyohjeet.....	14
2.8	Alkutestaus.....	14
2.9	Laadunvalvontajärjestelmä (FPC)	15
3	LAPIN KOULUTUSKESKUS REDUN FPC-MANUAALIN SUUNNITTELU	19
3.1	Lapin koulutuskeskus REDUn yleiskuvaus.....	19
3.2	REDUn laatuperiaatteet (Lapin koulutuskeskus REDU 2024b):.....	19
3.3	Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsauskoulutus.....	19
3.4	REDUn hitsaus- ja levytyö osaston sisäinen laadunvalvontajärjestelmä.....	19
3.5	Oppilaitoksen laatukäsikirjan päämäärä.....	20
3.6	Lisäoppia laatujärjestelmän suunnittelusta ASFT-hankeen hitsauspilotissa.....	20
3.7	Laadunvalvontajärjestelmän suunnittelu	21
3.8	Toteutusluokan valinta.....	22
3.9	Kantavien teräsrakenteiden hitsaus standardit.....	23
3.10	Hankittavat SFS-EN 1090 -standardit	24

3.11	Hankittavat SFS-EN ISO 3834 -standardit	25
3.12	Mahdollisesti tarvittavia muita standardeja	25
3.13	Käytännön toimenpiteet ennen esiauditointia	26
3.14	Toteutus- ja kokoonpanoeritelmä	28
3.15	Tarvittavat laatuasiakirjat	30
3.16	Dokumenttien arkistoinnin suunnittelu	31
3.17	REDUn FPC-manuaalin sisältö	31
3.18	Kaikella on paikkansa ja kaikki on paikallaan	43
3.19	Sertifointiauditointi	45
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
4.1	Valmiuden hankkiminen sertifiikaatin saamiseksi	46
4.2	Teräsrakentamista koskevan toiminnan ohjeistaminen	46
4.3	Sisäisen laadunvalvontajärjestelmän luominen	46
4.4	Ulkopuolisen laitoksen suorittama auditointi	47
4.5	Sertifiikaatin hankkimisesta saatava hyöty ja sen kustannukset	47
4.6	Hitsausosaamisen kehittämishanke	48
5	POHDINTA	50
5.1	Kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristön kehittäminen standardin SFS-EN 1090 mukaan	50
5.2	Oppimisympäristön henkilöstön osaaminen ja koulutus	51
5.3	Hankerahoitus	51
5.4	Teräsrakenne tutkinnon osan valinta yli tutkintorajojen	52
5.5	Oman hitsausosaamisen kehittäminen	53
5.6	Laatua tekemällä	53
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	57

1 JOHDANTO

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon ja tuotantotekniikan ammattitutkinnon suorittaneet opiskelijat työllistyvät hyvin. Tulevaisuudessa rakennus- ja hitsaustyön laatuvaatimuksiin kiinnitetään entistä enemmän huomiota. Lapin maakunnan maakuntakeskuksessa Rovaniemellä tarvitaan osaamista teräsrakenteiden valmistamiseen erityisesti kiertotalouden näkökulmasta (Lapin ammattikorkeakoulu 2024).

Lapin koulutuskeskus REDUn hitsaus- ja levytyösastolla on jo aiemmin tehty vaativia teräsrakenteita. Lisäksi siellä suoritetaan hitsaajan pätevyyskokeita paikallisten yritysten hitsaajille sekä omille opiskelijoille. Henkilöstön pätevyudet, tilat ja laitteet ovat riittävän hyvät, jotta voidaan harkita tilojen auditointia ja sertifikaatin hankkimista kantavien hitsattujen teräsrakenteiden valmistusta varten. Auditoinnissa tarkistettaisiin sisäinen laadunvalvontajärjestelmä sekä henkilöstön pätevyudet.

Opinnäytetyössä tuotettua materiaalia voidaan käyttää hyväksi REDUn kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon ja tuotantotekniikan ammattitutkinnon koulutuksissa. Opinnäytetyössä selvitetään SFS-EN 1090-standardin käyttöönottoon liittyvät hyödyt Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan osaston oppimisympäristössä. Lisäksi opinnäytetyössä tuotetulla materiaalilla saadaan ohjeistettua teräsrakentamista koskevaa toimintaa. Myös yrityksille suunnatuissa koulutuksissa olisi tästä materiaalista hyötyä. Toisin kuin yrityksissä SFS-EN 1090-standardiin liittyvä toimintamalli olisi täysin avointa ja kone- ja tuotantotekniikan sekä rakennustekniikan yritysten ja oppilaitosten hyödynnettävissä. SFS-EN 1090-standardiin liittyviä asioita voitaisiin myös opettaa oppilaitoksen yrityksille suunnatuissa koulutuksissa.

1.1 Tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa hitsaustekniikan osaamista Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Oppimisympäristöä on tarpeen kehittää, jotta siellä voidaan suunnitella ja tehdä CE-merkinnän vaativia teräsrakenteita. Oppimisympäristössä työskenteleviä henkilöitä on tarpeen kouluttaa laadunvalvontajärjestelmän käyttöön ja opiskelijoille voidaan tarvittaessa opettaa SFS-EN 1090-standardin mukaisten teräsrakenteiden valmistusta. Tarvittaessa myös paikallisille yrityksille voitaisiin järjestää koulutusta SFS-EN 1090-standardin hallintaan ja sen mukaisten teräsrakenteiden valmistukseen. Sertifiointi toisi myös myönteistä kuvaa oppilaitoksen hitsaus-, levytyö- ja teräsrakennekoulutuksista sekä ilmaisisi halua kehittyä ammatillisesti.

Työn tavoitteena on suunnitella SFS-EN 1090-standardin mukainen sertifiointi Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Oppimisympäristön kehittäminen vastaavalle tasolle kuin parhaissa lähialueen hitsaustekniikan yritysten olevat toiminta ympäristöt toisivat edellytykset

sille, että opiskelijoille voidaan tarvittaessa opettaa SFS-EN 1090-standardin mukaisten teräsrakenteiden valmistusta. Opinnäytetyössä pitää pystyä selvittämään SFS-EN 1090-standardin käyttöönottoon liittyvät hyödyt REDUn kone- ja tuotantotekniikan osaston oppimisympäristössä. Näitä hyötyjä tulee verrata auditoinnin kustannuksiin.

Mikäli päätetään auditoinnista niin tavoitteena on saada sertifiikaatti. Tällöin voidaan valmistaa EXC2-tason vaatimukset täyttäviä tuotteita, joihin voidaan kiinnittää CE-merkintä. Tämä merkintä on pakollinen monille tuoteryhmille Euroopan unionissa ja se osoittaa, että tuote täyttää unionin asettamat turvallisuusstandardit ja vaatimukset. Tällöin valmistettava tuote voi vapaasti liikkua EU:n markkinoilla.

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Miten saavutetaan valmius sertifiointin saamiseksi vaadittavan auditoinnin suorittamista varten?
2. Miten teräsrakentamista koskeva toiminta saadaan ohjeistettua SFS-EN 1090-standardin mukaisesti?
3. Miten opinnäytetyön avulla voitaisiin luoda sisäinen laadunvalvontajärjestelmä?
4. Miten ulkopuolisen laitoksen suorittama auditointi oppilaitoksen tiloihin tehdään?
5. Mikä on sertifiikaatin hankkimisesta saatava hyöty ja mitkä ovat sen kustannukset?

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmäksi on valittu toimintatutkimus, jolla pyritään ratkaisemaan käytännön ongelmia ja saamaan aikaan muutosta. Toimintatutkimuksella etsitään ratkaisuja esimerkiksi eettisiin, sosiaalisiin, teknisiin tai ammatillisiin käytännön ongelmiin. Työelämässä toimintatutkimuksesta voidaan käyttää myös nimeä kehittävä työntutkimus. Koska tehtävä opinnäytetyö on kehittämistehtävä, sopii toimintatutkimus hyvin tutkimusmenetelmäksi. Tässä työssä pyritään kehittämään hitsaus- ja levytyön laatua ja opetusta sekä saamaan aikaan muutoksia toimintatapoihin. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 58.)

Toimintatutkimuksessa ei olla kiinnostuneita vain siitä, miten asiat ovat. Siinä ollaan kiinnostuneita myös siitä, miten asioiden pitäisi olla ja tavoitteena on todellisuuden muuttaminen. Tutkimisen ja kehittämisen kohteina voivat olla esimerkiksi itse toimintatilanne ja yhteisön toimintatavat. Se on käytännönläheistä tutkimusta tavallisista ihmisistä ja heidän toimintatavoistaan. Tutkija ja tutkittavat tekevät yhteistyötä ja heillä on aktiivinen rooli muutoksessa. Tutkittavien työtä ja toimintaa analysoidaan, tuotetaan uutta tietoa ja teorioita sekä ratkaistaan ongelmia. Toimintatutkimus on siis osallistuvaa ja kehittävä tutkimusta. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 58.)

Koska yhteisön jäsenet tuntevat toimintansa haasteet paremmin kuin muut on yhdessä kehitetty ratkaisu usein parempi kuin pelkästään ulkopuolelta tulevat ajatukset. Tutkijan mukaantulo ryhmään tuo teoreettisen osaamisen ja ulkopuolisen näkökannan. Työyhteisön tai organisaation itse tai yhdessä ulkopuolisen tutkijan kanssa tehty ratkaisu on usein helpompi hyväksyä kuin täysin ulkopuolinen ratkaisu. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 59.)

Toimintatutkimuksessa käytetyt tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Miten tutkittavat kohteet voivat muuttua?
- Mikseivät ne muutu?

On myös varauduttava siihen, että muutos voi tapahtua tai olla tapahtumatta. Muutos voi olla myös aivan toisenlainen kuin tutkimuksen alussa on tavoiteltu. Mikäli muutosta ei tapahdu, voidaan tutkimuksella kuitenkin saada esiin asioita, jotka eivät muuten olisi tulleet esille. Näitä asioita voivat olla erilaiset työkuultuurit, valtarakenteet ja asenteet. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 59.)

Toimintatutkimuksen tavoitteet ja menetelmät tulisi määritellä selkeästi. Aikataulun tulee olla realistinen. Osallistujien välillä voi olla ristiriitoja, ja voi myös olla, että käytäntöä ja teoriaa on joskus vaikea yhdistää. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 59.)

Toimintatutkimus sopii minkä tahansa ihmiselämään liittyvän ilmiön tutkimukselliseen kehittämistyöhön. Näitä tutkimuksen kohteita voivat olla työmenetelmät, työkäytänteet ja sosiaaliset käytänteet. Koska sen avulla pyritään uuden tai uudenlaisen työn ja toiminnan ymmärtämiseen, soveltuu se hyvin tämäntyyppiseen kehittämistyöhön. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 59.)

Toimijoiden yhteinen keskustelu eli diskurssi on toimintatutkimuksessa yleisesti käytetty menetelmä. Sitä voidaan kuvata mielipiteisiin tai yhteisesti hyväksytyihin näkemyksiin hakeutuvaksi keskusteluksi. Kehittämisprosessin aikana keskustelu jatkuu niin, että edellinen luo pohjan seuraavalle. Tutkijan tehtävänä on seurata keskustelua ja dokumentoida siinä keskustelijoiden toimintaa ja näkemyksiä sekä päätettyjä tavoitteita. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 62.)

Toimintatutkimukset muita menetelmiä voivat olla ajankäyttöä esittävät sesonkikalenterit ja diagrammit. Nämä kertovat toiminnan ajallisista vaihteluista tai muutoksista. Tutkimushenkilöstö ja sen rooli, kohdehenkilöstö, kohdeorganisaation koko sekä kehittämiskohteen laajuus vaikuttavat aina menetelmien valintaan. (Ojasalo & Moilanen & Ritalahti 2014, 62.)

Tutkimuksen ensimmäisenä tehtävänä on selvittää, miten REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyökoulutuksessa saadaan otettua käyttöön dokumentoitu laadunvalvontajärjestelmä (FPC), jolla varmistetaan, että alkutestatut tuotteet ovat jatkuvasti vaatimuksen mukaisia. Laadunvalvontajärjestelmän

avulla saataisiin ratkaistua käytännön kysymys siitä, miten oppilaitoksessa olisi mahdollista tuottaa suunnitella ja tehdä vaativia CE-merkinnän vaativia teräsrakenteita.

Tutkimusaineistoa koottiin osallistumalla Kiwa Inspectan koulutuksiin, ASFT-hankekokonaisuuteen kuuluvaan hitsauspilotti hankkeeseen sekä tekemällä yhteistyötä Lapin kone- ja hitsauspalvelu oy:n kanssa yrityksen SFS-EN 1090-standardin käyttöönoton suunnittelussa. Oman työni ohessa oli mahdollisuus haastatella henkilöitä, jotka ovat työskennelleet SFS-EN 1090-standardiin liittyvissä työtehtävissä.

2 SFS-EN 1090 -STANDARDIEN TARKOITUS JA KÄYTTÖ

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan, miten Lapin koulutuskeskus REDUssa voitaisiin valmistaa SFS EN 1090-standardin mukaisia kantavien hitsattuja teräsrakenteita oppilaitosympäristössä. Työn päämäärä on tehdä ohjeistus FPC-manuaalin eli laatukäsikirjan tekemiseen. Tavoitteena on myös selvittää kustannukset ja rahoituksen hankinta SFS-EN 1090-sertifikaatin hankkimiseksi REDUn kone- ja tuotantotekniikan osastolle. Luvussa 2 käsitellään laatujärjestelmiä sekä standardeja yleisesti ja luvussa 3 käsitellään Lapin koulutuskeskus REDUn FPC-käsikirjan laadintaa.

2.1 CE-merkintä

Moniin EU-maissa myytäviin tuotteisiin vaaditaan CE-merkintä ennen kuin niitä saadaan myydä riippumatta siitä missä päin maailmaa ne on valmistettu. Tämä merkintä varmistaa sen, että tuote täyttää EU:n turvallisuus, terveys- ja ympäristövaikutukset. (Euroopan Unionin virallinen verkkosivusto 2024.)

Euroopan unionissa on määritelty voimassa olevat vaatimukset sellaisille tuotteille, joilta nimenomaisesti edellytetään CE-merkintää. Siitä että tuote on EU:n vaatimusten mukainen vastaa tuotteen valmistaja. Kun valmistaja on varmistanut tuotteen olevan vaatimusten mukainen, hänen on tehtävä siihen CE-merkintä. CE-merkintää ei saa tehdä sellaisiin tuotteisiin, joissa merkintää ei edellytetä tai tuotteelle ei ole määritelty EU-vaatimuksia. (Euroopan unionin virallinen verkkosivusto 2024.)

EU:n rakennustuoteasetus koskee sellaisia rakennustuotteita, joilla on harmonisoitu tuotestandardi tai joille valmistaja on hakenut eurooppalaisen teknillisen arvioinnin (ETA) (Ympäristöministeriö 2024a).

Rakennustuotteiden kelpoisuus osoitetaan CE-merkinnällä, jos tuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin soveltamisalaan tai valmistaja on hakenut tuotteelle ETA:n (eurooppalainen tekninen arviointi). CE-merkintä varmistaa, että tuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan suoritustasoilmoituksella aina samalla, harmonisoidun tuotestandardin tai ETA:n mukaisella tavalla. Näin suunnittelijat ja kuluttajat voivat vertailla rakennustuotteita helposti. CE-merkintä helpottaa myös tuotteiden myymistä maasta toiseen. (Ympäristöministeriö 2024a.)

Euroopan unionin asetukset ovat suoraan sovellettavaa lainsäädäntöä eli niitä sovelletaan sellaisenaan EU:n jäsenmaissa. Rakennustuotteisiin liittyvä keskeinen EU-säädös on niin sanottu EU:n rakennustuoteasetus, joka tuli voimaan kokonaisuudessaan 1.7.2013. Rakennustuoteasetus korvaa rakennustuotedirektiivin 89/106/ETY. Rakennustuoteasetuksessa säädetään, kuinka rakennustuotteen ominaisuuksista kerrotaan ja millä edellytyksillä rakennustuotteet voidaan CE-merkitä. (Ympäristöministeriö 2024a.)

Rakennustuoteasetuksen tavoitteena on tarkkojen ja luotettavien tietojen saanti rakennustuotteiden suoritustasoista ja ominaisuuksista yhteisellä eurooppalaisella tavalla. Asetus selkeyttää CE-merkinnän käyttöä. Lisäksi asetuksen tavoitteena on rakennustuotteiden vapaa liikkuvuus ja kaupanteiden poistamiseen EU:n sisämarkkinoilla. (Ympäristöministeriö 2024a.)

2.2 Kansallinen tuotehyväksyntä

Sellaisille rakennustuotteille, joille ei ole määritelty eurooppalaista teknistä arviointia tai Euroopan tasoista harmonisoitua tuotestandardia, voidaan käyttää kansallista hyväksymismenettelyä. Sellaisilla hyväksyntämenettelyillä valmistaja voi osoittaa, että CE-merkinnän soveltumisalaan kuulumaton tuote täyttää maankäyttö- ja rakennuslain vaatimukset. Näissä rakennustuotteissa ei voida käyttää CE-merkintää. (Ympäristöministeriö 2024a.)

2.3 Kantavien teräsrakenteiden CE-merkintä

Standardin EN1090 mukainen CE-merkintä takaa hitsattujen teräs- ja alumiinirakenteiden turvallisuuden. Näitä rakenteita löytyy mm. silloista, silloista, mastoista, torneista ja rakennuksista. Metallirakenteiden kestävyys vaikuttaa oleellisesti rakennetun ympäristön turvallisuuteen. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (CPR 305/2011) edellyttää näiltä rakennustuotteilta CE-merkintää. (Kiwa Inspecta Finland 2024.)

2.4 CE-merkintä ja standardi SFS-EN 1090-1 + A1:2012

Niille rakennustuotteille, joilla on harmonisoitu eurooppalainen tuotestandardi, CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013 kun EU:n rakennetuoteasetus tuli voimaan Suomessa. Standardi SFS-EN 1090 -1:2012 koskee teräsrakenne kokoonpanojen CE-merkintää. On selvitettävä ennen valmistusta, onko tuote 1090-standardin mukainen rakennustuote. Esimerkiksi koneet ja koneen osat kuuluvat konedirektiivin piiriin. (Teräsrakenneyhdistys 2015.)

SFS-EN 1090-1:2012-standardin mukaan valmistaja tai valmistajan Euroopan talousalueella toimiva valtuutettu edustaja vastaa direktiivin 93/68/EC mukaisen CE-merkinnän kiinnittämisestä valmistettuun tuotteeseen. METSTA eli Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys ry on tehnyt opetusvideon ”Teräsrakenteet ja CE-merkintä eli SFS-EN 1090-standardi”. (SFS-EN 1090-1:2012, 29; METSTA 2015.)

SFS-EN 1090-1 on itse standardi ja A1 on liite, joka sisältää ohjeita kokoonpanoeritelmän laatimiseen. Standardi löytyy englannin ja suomenkielisenä, ristiriitatapauksessa pätee englanninkielinen teksti. Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain suomenkielistä versiota. (SFS-EN 1090-1+A1:2012, 1, 21.)

2.5 Auditointi, sertifikaatti ja sertifiointi

Matti Multimäen väitöskirjasta löytyy määritelmät auditoinnista, sertifiointista ja sertifikaatista. Vaikka määritelmät koskettavat standardia ISO 9000, soveltuvat ne myös muihin standardeihin.

Sertifiointia voidaan verrata opiskelun tuloksena suoritettuun tutkintoon. Jos opiskelija ei suorita tutkintoa, hänen on vaikea osoittaa omaavansa tutkinnon suorittamisessa edellytettävät tiedot. Kun auditoija on todennut henkilökohtaisen näkemyksensä mukaan vastaavuuden, hän rekisteröi yrityksen ja antaa tästä yritykselle sertifikaatin. Yritys voi käyttää sertifikaattia osoittaakseen asiakkailleen, että järjestelmä täyttää standardin vaatimukset, että se toimii ja että se auditoidaan säännöllisesti. (Multimäki 2009, 28.)

Sertifioinnin jälkeen tulee ulkopuolisen tarkastuslaitoksen suorittama valvontatarkastus suorittaa vuoden kuluessa alkuarvioinnista. Seuraavat valvontatarkastukset suoritetaan SFS-EN 1090-1:2012 taulukon B.3 mukaisesti. Toteutusluokassa EXC2 tarkastusvälit ovat 1 vuosi, 2 vuotta, 3 vuotta, 3 vuotta jne. (SFS-EN 1090-1:2012, 25.)

Mikäli seuraavia tilanteita tulee, pitää valvontatarkistus kuitenkin suorittaa muutoksen jälkeen:

- uusi tai muuttunut tuotantolaitos
- vastuullinen hitsauskoordinoija vaihtuu
- uusi hitsausprosessi, perusmateriaalityyppi tai hitsausohjeen hyväksymispöytäkirja (WPQR).

(SFS-EN 1090-1:2012, 25.)

2.6 Sertifiointitarve

Sertifioinnin tullessa ajankohtaiseksi on syytä käydä verrata keskenään erilaisia näkökantoja. Miksi yrityksellä tai oppilaitoksella on tarve osoittaa, että on riittävät tiedot ja taidot sertifioinnin suorittamiseen?

Sertifiointi voi olla asiakkaalta tai lainsäädännöstä tullut pakollinen vaatimus. Tavoitteena voi olla tuotteen laadun tai toiminnan tehokkuuden kehittäminen. Laatukäsikirjan tekeminen ja valmistautuminen ulkopuolisen tarkkailijan suorittamaan auditointiin voivat paljastaa myös sellaisia kehittämisen kohteita toiminnassa, jotka eivät varsinaisesti liity sertifiointiin.

Sertifioinnilla voidaan edistää markkinointia, parantaa kokonaislaatua sekä lisätä uskottavuutta asiakkaiden ja sidosryhmien näkökulmasta. Laatu ei välttämättä vaadi sertifiointia, se voi olla myös toimittajan ja asiakkaan välillä sovittava asia. (Lindewald 2013, 23.)

Näiden näkökantojen pohjalta myös oppilaitoksella on hyötyä sertifioinnista, koska se joka tapauksessa parantaa koulutuksen laatua ja oppilaitoksen mainetta. Lindewald käsittelee teoksessa SFS-EN ISO 3834-standardia, mutta standardissa SFS-EN 1090-2:2018 vaaditaan, että yritys toimii joka tapauksessa SFS-EN ISO 3834 vaatimusten mukaisesti tai sitä soveltaen.

2.7 Menettelyohjeet

Riittävän laadun saavuttamiseksi sekä työturvallisuuden takia on osaamista yleensä ohjeistettava jollain tavalla. Laadun ohjeistamisella pyritään saamaan tuotteen laatu riittävän korkealle tasolle. Laadun taso voi olla asiakkaan vaatimus tai se voi määritelly standardissa. Laatu ei myöskään kannata nostaa vaatimustasoa korkeammalle tasolle, koska se vain nostaa turhaan kustannuksia.

Laadunohjausta voidaan toteuttaa yleisellä tasolla, menettelyohje tasolla ja lomake tasolla. Hyvän menettelyohjeen tulisi mahtua yhdelle A4-kokoiselle sivulle ja sen tulisi olla selkeä ja luettavissa seisaaltaan. Menettelyohjeen tärkeimpinä tehtävinä on varmistaa yhtenäinen ja tehokas työsuoritus sekä selvittää työtehtävien ja toimintojen vastuut. Kaikista asioista ei ole tarpeellista laatia menettelyohjetta, jos osaamista on muutenkin riittävästi. (Lindewald 2013, 9.)

Laatukäsikirjan tulisi sisältää tarvittavat menettelyohjeet. Menettelyohjeista käsitellään liitteessä 1 niitä malleja, jotka olisivat tarpeellisia Lapin koulutuskeskus REDUn hitsaus- ja levytyösastolla.

2.8 Alkutestaus

Valmistaja arvioi ja osoittaa alkutestauksella kykynsä valmistaa SFS-EN 1090-1:2012 mukaisia kokoonpanoja ja tuotejärjestelmiä, kun yritys toimii standardin vaatimuksen mukaisesti sertifikaatin saamisen jälkeen. Laskennallinen alkutestaus (ITC) tarkoittaa sitä, että testataan, pystyykö valmistaja suunnittelemaan testattavan tuotteen. Alkutestaus (ITT) tarkoittaa sitä, että pystyykö valmistaja tekemään testattavan tuotteen. Jos valmistaja sekä suunnittelee, että valmistaa tuotteen on tehtävä molemmat testaukset. Joissakin alla kuvatuissa tapauksissa voidaan alkutestauksen arviointia vähentää. (SFS-EN 1090-1:2012, 14.)

Alkutestauksella tarkoitetaan täydellistä sarjaa testejä tai muita menettelyjä, jolla määritetään tiettyä tuotetyyppiä edustavien näytteiden toimivuus. Tarkoitus on arvioida ja osoittaa valmistajan mahdollisuudet valmistaa tämän eurooppalaisen standardin mukaisia rakenteellisia kokoonpanoja ja tuotejärjestelmiä. Arviointi liittyy seuraaviin kahteen mahdolliseen valmistajan suorittamaan tehtävään: (SFS-EN 1090-1:2012, 14.)

a) Laskennallisella alkutestauksella (ITC) arvioidaan valmistajan kykyä suorittaa rakenteellista suunnittelua, kun valmistaja tulee ilmoittamaan kokoonpanolle suunnittelun perusteella määräytyviä rakenteellisia ominaisuuksia (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

b) Alkutestauksella (ITT) arvioidaan valmistukseen liittyvää suorituskykyä (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

Alkutestaus tulee suorittaa

1) uuden kokoonpanon valmistusta aloitettaessa tai otettaessa käyttöön uusia tuotteita (ellei ole kyse samaan perheeseen kuuluvasta kokoonpanosta) (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

2) otettaessa käyttöön uusi tai muutettu valmistusmenetelmä, jos tällä on vaikutusta arvioitavaan ominaisuuteen (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

3) jos siirrytään valmistamaan korkeampaan toteutusluokkaan kuuluvia kokoonpanoja (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

Jos on kyse sellaisten kokoonpanojen tai tuotejärjestelmien alkutestauksesta, joille on jo tehty tämän standardin mukainen alkuarviointi (type evaluation), alkuarviointia voidaan vähentää:

- Jos on osoitettu, että toiminnallisiin ominaisuuksiin ei ole vaikutettu verrattuna aiemmin arvioitujen kokoonpanojen tai tuotekokoonpanojen ominaisuuksiin (SFS-EN 1090-1:2012, 14).
- Koetulosten laajennettua käyttöä tai perheisiin ryhmittelyä koskevien sääntöjen mukaisesti (SFS-EN 1090-1:2012, 14).

Jos käytetään kokoonpanoja, joiden ominaisuudet kokoonpanon valmistaja on jo määrittänyt osoittamalla vaatimustenmukaisuuden joidenkin muiden tuotestandardien perusteella (esim. valmistus käyttäen tuotteita, joiden on ilmoitettu olevan eurooppalaisen teknisen eritelmän mukaisia), näitä ominaisuuksia ei tarvitse arvioida uudelleen edellyttäen, että valmistusprosessissa käytetyt tuotteet ja kokoonpanot säilyttävät ilmoitetut ominaisuutensa. Soveltuvan yhdenmukaistetun eurooppalaisen eritelmän mukaisesti CE-merkittyjen tuotteiden ja kokoonpanojen voidaan olettaa omaavan CE-merkinnässä esitetyt ominaisuudet. (SFS-EN 1090-1:2012, 14.)

2.9 Laadunvalvontajärjestelmä (FPC)

Kantavien teräsrakenteiden valmistajan tulee aina luoda sisäinen laadunvalvontajärjestelmä (Factory Production Control) eli FPC. Tämä varmistaa sen, että tuotteet ovat niille esitettyjen vaatimusten mukaisia. (Hurula & Kauppi 2014, 27.)

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. Laatujärjestelmän 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 määräjän. (SFS-EN 1090-1:2012, 17.)

Rakenteiden valmistajan on kyettävä osoittamaan oman laatujärjestelmänsä täyttävän laatuvaatimukset. Päähankkija, jolla on osoittamisvelvollisuus, vaatii alihankkijoilta sertifioitua laadunvalvontaa tai sitä että päähankkija valvoo myös alihankkijoiden toimintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa laatujärjestelmän auditointia sertifikaatin saamiseksi ulkopuolisen tarkastuslaitoksen toimesta. (Hurula & Kauppi 2014, 41.)

Henkilöstö

Laadunvalvontajärjestelmässä pitää määrittellä työpaikan henkilöstön pätevyysvaatimukset, valtasuhteet ja vastuut.

Tuotteen vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavia töitä johtavien, suorittavien ja todentavien henkilöiden väliset vastuut, valtuudet ja käskyvaltasuhteet tulee määrittää. Tämä koskee erityisesti henkilöitä, joiden tarvitsee käynnistää toimenpiteet, joilla estetään poikkeavuudet, joita tarvitaan, kun poikkeavuuksia ilmenee ja joita tarvitaan vaatimustenmukaisuuteen liittyvien ongelmien tunnistamiseen ja dokumentointiin. FPC-järjestelmän tulee kuvata ne toimenpiteet, joilla varmistetaan, että kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuteen vaikuttaviin toimintoihin osallistuvilla henkilöillä on riittävä pätevyys ja koulutus ottaen huomioon valmistajan valmistamien kokoonpanojen valikoima ja toteutusluokat. (SFS-EN 1090-1:2012, 17.)

Välineet

Valmistuksessa käytettävien koneiden ja laitteet sekä mittavälineiden tarkistaminen ja huolto määrittään laadunvalvontajärjestelmässä.

Kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuteen vaikuttavien punnitus-, mittaus- ja testausvälineiden tulee olla kalibroituja ja määräväläin tarkastettuja dokumentoitujen menettelyjen, määräväläin ja kriteerien mukaisesti. Valmistusprosesseissa käytettävät laitteet tulee tarkastaa ja huoltaa säännöllisesti, jotta varmistetaan, että käyttö, kuluminen ja vaurioituminen eivät aiheuta merkittävää haittaa valmistusprosessissa. (SFS-EN 1090-1:2012, 17–18.)

Rakenteellisen suunnittelun prosessi

Kun valmistaja suorittaa rakenteellista suunnittelua, FPC-järjestelmän tulee varmistaa yhtäpitävyys suunnitteluselosteen kanssa ja yksilöidä laskelmien tarkastamisessa käytettävät menettelyt ja suunnittelusta vastaavat henkilöt. Tallenteiden tulee olla riittävän yksityiskohtaisia ja tarkkoja osoittamaan, että valmistajan suunnitteluun liittyvät velvoitteet on täytetty tyydyttävällä tavalla. Asiakirjojen tallenteet tulee säilyttää valmistajan FPC:n menettelyissä määritetyn ajan. (SFS-EN 1090-1:2012, 18.)

Valmistuksessa käytettävät tuotteet

Valmistajalla tulee olla kirjallinen tarkastusmenettely, jonka avulla tarkistetaan riittävin tallentein, että käytettävät tuotteet täyttävät niille esitetyt vaatimukset ja, jonka perusteella voidaan jäljittää tuotteiden oikea käyttö kokoonpanon valmistuksessa. Käytettävien tuotteiden jäljitettävyyden tulee täyttää standardeissa EN 1090-2 ja EN 1090-3 esitetyt vaatimukset. Valmistuksessa käytettävien tuotteiden eritelmiä tulee säilyttää valmistajan FPC-menettelyjen mukaisesti. HUOM. Jäljitettävyydelle esitettävät vaatimukset ovat toteutusluokkakohaisia standardeissa EN 1090-2 ja EN 1090-3. (SFS-EN 1090-1:2012, 18.)

Tuotearviointi

Varmistaakseen että tuotteelle esitetyt laadunvalvontajärjestelmän mukaiset arvot ja luokat voidaan saavuttaa jatkuvasti, tulee valmistajan laatia ohjeistus tuotearvioinnista. Tässä arvioinnissa tuotteesta otetaan

näytteitä SFS-EN 1090-1 sivulla 19 olevan taulukon mukaisesti. Näitä näytteitä voivat olla esimerkiksi mittojen ja muotojen toleranssit ja niiden toteutuminen sekä ainestodistusten ja muiden dokumenttien oikeellisuus. (SFS-EN 1090-1:2012, 18.)

Suoritusasoilmoitus DoP

Suoritusasoilmoitus on CE-merkinnän tärkein liiteasiakirja, jossa on täydelliset tiedot sekä valmistajasta että tuotteesta ja sen suoritusasosta. CE-merkintä on vain tiivistelmä suoritusasoilmoituksen sisältämistä tiedoista. (Euroopan komissio 2014.)

Valmistajan tulee laatia suoritusasoilmoitus DoP, kun markkinoille tehdään CE-merkitty rakennustuote. Se toimii vakuutuksena sille, että tuote täyttää sille esitetyt vaatimukset viranomaissäännösten täyttämiseksi. ja on edellytys CE-merkinnän kiinnittämiseksi. Suoritusasoilmoitus tehdään harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tai eurooppalaisen teknisen arvioinnin (ETA) perusteella. Siinä pitää ilmoittaa kaikki ne tuotteen ominaisuuksien arvot, jotka vaaditaan kansallisten viranomaissäästösten täyttämiseen. Se on ainoa hyväksyttävä tapa ilmoittaa rakennustuotteiden arvot ja luokat CE-hyväksynnän saamiseksi. (Ympäristöministeriö 2024c.)

Suoritusasoilmoituksen malli löytyy Euroopan komission julkaisusta Rakennustuotteiden CE-merkintä vaihe vaiheelta (Euroopan komissio 2014).

Ei-vaatimuksenmukaiset tuotteet

Sellaisia tuotteita, jotka eivät täytä standardien, työohjeiden tai piirustuksien vaatimuksia kutsutaan ei-vaatimuksen mukaisiksi tuotteiksi tai poikkeamiksi. Ne ovat siis niitä tuotteita, joita arkikielessä kutsutaan ”susi kappaleiksi”.

Valmistajalla tulee olla kirjalliset menettelytavat ei-vaatimustenmukaisten tuotteiden käsittelyä varten. Tällaisia tapauksia koskevat tiedot tulee tallentaa ja tallenteita tulee säilyttää valmistajan kirjallisissa menettelyissä määritetty vähimmäisaika. Noudatettavien menettelytapojen tulee olla standardien SFS-EN 1090-2:2018 tai SFS-EN 1090-3:2019 mukaisia. (SFS-EN 1090-1:2012, 18–19.)

FPC-Manuaali

Sertifiointiin vaadittava FPC-manuaali kuvaa kirjallisessa muodossa, miten valmistus toimii (Factory Production Control manual). FPC-manuaali on oleellinen osa sisäistä laadunvalvontajärjestelmää. Se on tarkoitettu rungoksi tuotantolaitoksen sisäisen laadunvalvontaan. Sen tulee sisältää kirjalliset menettelytavat, säännölliset tarkistukset ja testaukset. Sen mukaan pitää pystyä valvomaan kokoonpanossa käytettäviä koneita ja laitteita, välineitä, tuotteita, tuotantoprosessia ja valmistettua kokoonpanoa. Liitteet voivat olla

esimerkiksi organisaatiokaavioita, työohjeita, pöytäkirjoja, pätevyystodistuksia, hitsausohjeita, menetelmäkokeita, laiteluetteloita yms. FPC-manuaali on tuotantolaitoskohtainen, mikäli yrityksellä on useita tuotantolaitoksia voi manuaali olla soveltuvilta kohdin yhteinen ja erot kuvataan esimerkiksi liitteissä. Oleellisia asioita FPC-manuaalissa voivat olla hitsaajien pätevyystodistukset, hitsausohjeiden käyttö (WPS, Welding Procedure Specification), käytettävien materiaalien sekä niiden aineodistusten käsittely, tuotteiden suunnittelu, valmistuksessa tehtävät tarkistukset ja se mitä CE-hyväksynnän tarvitsemia tuotteita valmistetaan. (Lepola & Ylikangas 2019, 411–413.)

Sertifiointiprosessin yleiset vaiheet ovat seuraavat:

- FPC-manuaalin tekeminen ja alkutestaus (Kiwa Inspecta Finland, 2024).
- Laadunvalvontajärjestelmän ja valmistuspaikan tarkistaminen ulkopuolisen auditoijan toimesta (Kiwa Inspecta Finland, 2024).
- Sisäistä laadunvalvontajärjestelmää koskeva sertifikaatin myöntäminen ulkopuolisen auditoijan toimesta (Kiwa Inspecta Finland, 2024).
- Laadunvalvontajärjestelmän mukaisen jatkuvan toiminnan seuraaminen (Kiwa Inspecta Finland, 2024).

3 LAPIN KOULUTUSKESKUS REDUN FPC-MANUAALIN SUUNNITTELU

3.1 Lapin koulutuskeskus REDUn yleiskuvaus

Rovaniemen koulutuskuntayhtymä on Lapin suurin ammatillisen koulutuksen järjestäjä. Lapin koulutuskeskus REDUn lisäksi siihen kuuluu myös Santasport Lapin Urheiluopisto ja Lapin kesäyliopisto. REDU ja sen omistamat konserniyhtiöt, REDU Edu oy ja Santasport Finland oy, muodostavat REDU-konsernin. (Lapin koulutuskeskus REDU 2024a.)

3.2 REDUn laatuperiaatteet (Lapin koulutuskeskus REDU 2024b):

- Laatu syntyy tekemällä.
- Jokainen redulainen on oman työnsä laatupäällikkö.
- Jokainen redulainen vastaa oman tehtävä- tai vastuualueensa osalta toimintansa laadukkuudesta ja toimintansa tulosten laadusta.
- Myös jokainen opiskelija on oman oppimisensa laatupäällikkö.

3.3 Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsauskoulutus

Tutkintoon johtavassa koulutuksessa voi opiskella kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon tai tuotantotekniikan ammattitutkinto koulutuksen. Lisäksi opiskelijat suorittavat osatutkintoja tai lyhytkoulutuksia. (Lapin koulutuskeskus REDU 2024c.)

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sisältyy valinnaisena tutkinnon osana teräsrakennetyöt. Tässä tutkinnon osassa on opiskelijoilla ammattitaitovaatimuksena kiitettävään arvosanaan tuntea SFS-EN 1090 -standardien vaatimukset teräsrakenteiden CE-merkinnälle sekä valmistukselle. (Opetushallitus 2024.)

3.4 REDUn hitsaus- ja levytyö osaston sisäinen laadunvalvontajärjestelmä

Tämän opinnäytetyön ohjeistamana voidaan luoda REDUn hitsaus- ja levytyö osaston sisäinen laadunvalvontajärjestelmä (Factory Production Control) eli FPC. FPC-manuaali kuvaa kirjallisessa muodossa, miten valmistus toimii ja se ilmoittaa, että valmistetut tuotteet ovat niille esitettyjen vaatimusten mukaisia. Tästä REDUn FPC-manuaalista voidaan käyttää myös yleisesti paremmin ymmärrettävää käsitettä **"laatukäsikirja"**. (SFS-EN 1090-1, 17.)

Laadunvalvontajärjestelmän luominen ja SFS-1090-2:2018-standardin mukaisen sertifiointin hankkiminen pyritään saamaan mukaan hankkeeseen, jonka työnimi on ”Hitsausosaamisen ja -oppimisympäristöjen kehittäminen”. Hankkeeseen valmistellaan pääasioita ja sisältöä joulukuun 2023 mennessä ja se on todennäköisesti ESR+ rahoitteinen.

3.5 Oppilaitoksen laatukäsikirjan päämäärä

Oppilaitoksen laatukäsikirjan tarkoitus on opettaa tulevat hitsausalan ammattilaiset ymmärtämään laatujärjestelmien tarpeellisuuden ja niiden mukaan toimimisen jo opiskeluaikana. Laatujärjestelmä mahdollistaa EXC2-tason hitsaamalla koottujen tuotteiden valmistus oppilaitosympäristössä. Laatujärjestelmän mukaisen kantavien teräsrakenteiden valmistukseen käytetään hitsausprosesseja puikkohitsaus (111) ja MAG-hitsaus (135) seostamattomille rakenneteräksille ainevahvuuksilla 3–12 mm. Hitsauslisäaineet ovat puikkohitsauksessa OK 48.00, 2 mm, 2.5 mm ja 3.2 mm. MAG-hitsauksessa käytetään hitsauslankaa OK Audrod 12.51 1,0 mm.

3.6 Lisäoppia laatujärjestelmän suunnittelusta ASFT-hankeen hitsauspilotissa

Arctic Smart Future Technologies (ASFT) -hankkeessa olivat mukana Lapin ammattikorkeakoulu, joka on päätoteuttaja sekä Lapin yliopisto, koulutuskuntayhtymä Lappia ja koulutuskeskus REDU.

Uusia teknologioita ei oppilaitoksissa tai yrityksissä tunneta vielä tarpeeksi. Hanke vastasi maankuntien tarpeeseen kehittää yhteistä älykkään erikoistumisen toimintamallia ja strategiaa, jossa oppilaitokset keskenään sopivat teknologisesta erikoistumisesta ja työnjaosta teknologiaosaamisen suhteen, toimivat yhdessä ja muodostavat yhteisen palveluverkoston. Tällä tavalla oppilaitokset tarjoavat alueen mikro- ja pk-yrityksille laajempia ja kattavampia digitaalisia palveluita ja yritykset voivat tehdä teknologiaan liittyvää kehittämissyhteistyötä oppilaitosten kanssa. Kehitystyö tehdään onnistuneimmillaan käyttäjälähtöisesti, sillä tavoitin, että yritykset ja oppilaitokset ottavat teknologioita haltuun yhteisten ketterien kokeilujen (pilottien) avulla. (Ammattiopisto Lappia 2024.)

ASFT-hankeen hitsauspilotti

ASFT-hankkeeseen kuuluvassa hitsauspilotissa mukana olleita oppilaitoksia olivat Lappia, Lapin ammattikorkeakoulu ja Lapin koulutuskeskus REDU. Yrityksistä mukana ovat olleet Kantojärven metalli oy Tomi-osta ja Lapin kone- ja hitsauspalvelu oy Rovaniemeltä.

Lapin kone- ja hitsauspalvelun laatujärjestelmän suunnitteluun osallistuminen

Tietoa siitä miten saavutetaan valmius sertifiointin saamiseksi, saatiin osallistamalla Lapin kone- ja hitsauspalvelun laatujärjestelmän suunnitteluun. ASFT-hankeen hitsauspilotissa REDU teki yhteistyötä La-

pin kone- ja hitsauspalvelun kanssa FPC-manuaalin kehittämiseksi. Tässä yhteistyössä myös REDUn hitsaus- ja levytyön opettajat saivat lisätietoa ja oppia SFS-EN 1090-standardin käyttöönotosta. Kone- ja hitsauspalvelun tavoitteena oli ottaa laatujärjestelmä käyttöön 1–2 vuoden kuluessa.

Selvitettiin, mitä kustannuksia yritykselle tulee

- auditoinneista
- hitsausluokka- ja pätevyysvaatimuksista, sekä niiden hankkimisesta työntekijöille
- hankittavista hitsausohjeista ja -menetelmäkokeista
- standardien käyttöönotosta
- vastuullisesta hitsauskoordinoijasta.

Selvitettiin että SFS-EN 1090-standardin tueksi voi tarvita myös SFS-EN ISO 3834-standardin auditoinnin. Joulukuun 2022 alussa pidettiin palaveri Lapin kone- ja hitsauspalvelun kanssa ja sen jälkeen tehtiin yhteistyötä standardin käyttöönotossa ASFT-hankkeen loppuun asti. Lapin kone- ja hitsauspalvelussa etsittiin vanhat työohjeet ja pohjat sekä tehtiin tuotannon kartoitusta.

Tuotannon kartoituksessa kirjattiin mitä ja miten tehdään, sisältäen materiaalit ja liitokset sekä hitsausohjeet. Tehtiin nykytilan ja tulevaisuuden kartoitus. Kartoitettiin myös alihankinta sen osalta mitä toimintoja alihankintaan kuuluu ja onko alihankkijoilla käytössä olevia standardeja.

Omia hitsausohjeita alettiin laatimaan ja tutkittiin myös, että löytyykö esim. Kempiltä sopivia standardi hitsausohjeita. Tutkittiin mitä hitsaajien pätevyyskokeita ja hitsauksen menetelmäkokeita joudutaan tekemään. Lapin koulutuskeskus REDU lupasi avustaa menetelmäkokeiden suorittamisessa. Todettiin että kokonpanojen ja tuotejärjestelmien vaatimuksenmukaisuus tulee osoittaa joko alkutestauksella tai valmistajan sisäisellä laadunvalvontajärjestelmällä.

3.7 Laadunvalvontajärjestelmän suunnittelu

Aluksi on päätettävä, mitkä ovat laadunvalvontajärjestelmän tavoitteet ja päämäärät. On selvittävä minkä tasoisia hitsattavia teräsrakenteita hitsaus- ja levytyö osastolla on aiemmin tuotettu, mitä tehdään tällä hetkellä ja mitä on tarkoitus tehdä tulevaisuudessa. Hitsauksen lisäksi on selvittävä käytettävät levyjen ja muototerästen leikkaus- ja katkaisumenetelmät sekä hitsaus railojen valmistusmenetelmät. On valittava tavoitteena oleva toteutusluokka ja ne päätettävä ne käytössä olevat työmenetelmät, jotka ovat soveltuvia valittuun toteutusluokkaan.

Teräsrakenteiden valmistukseen osallistuva henkilökunta on koulutettava niin, että he tuntevat standardin esittämät vaatimukset. On suunniteltava ja laadittava standardin vaatimukset täyttävä dokumentaatio sekä

päätettävä siitä, miten ne arkistoidaan. Ennen auditointia ja sertifiointia on suoritettava sisäinen esiauditointi, jolla varmistetaan, että laadunvalvontajärjestelmä toimii oikein.

3.8 Toteutusluokan valinta

Ensimmäisenä työvaiheena SFS-EN 1090-standardin mukaisen laatujärjestelmän suunnittelussa voidaan pitää vaativimman valmistuksessa noudatettavan toteutusluokan valintaa. Valintaa tehtäessä on mietittävä millä menetelmillä ja millä perusaineella yrityksen on tarpeen suorittaa hitsaustyötä tällä hetkellä ja tulevaisuudessa.

Hitsatun teräsrakenteen toteutusluokka tarkoittaa työn vaativuus tasoa. Toteutusluokkia on neljä EXC1-EXC4, joista EXC4 on vaativin. Vaatimukset toteutusluokille on esitetty SFS-EN 1090-2:2018-standardin sivuilla 99–100 olevassa taulukossa A.3. Valintaan vaikuttaa myös se, että minkälaiset seuraamukset rakenteen pettämisestä on ja se millaisissa olosuhteissa rakennetta tullaan käyttämään. Valitun toteutusluokan vaatimukset voivat liittyä toteutuksen yleiseen hallintajärjestelmään tai projektikohtaisesti valittavaksi jokaisen kokoonpanon tai yksityiskohdan osalta. (SFS-EN 1090-2:2018, 99.)

Valmistajan tulisi valita vaativin toteutusluokka, johon pystytään resurssien ja osaamisen pohjalta sekä se minkä toteutusluokan tuotteita halutaan tulevaisuudessa valmistaa. Valintaan vaikuttavat lisäksi seuraamusluokka, käyttöluokka ja tuotantoluokka. (Hurula & Kauppi 2014, 27–33.)

Toteutusluokan valinnassa käytetyn vanhan SFS-EN 1090-2:2012 standardin liitteen B on korvannut SFS-EN 1993-1-1:2022: en. Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings standardin taulukko A1 sivulla 106 jota käytetään sellaisenaan toteutusluokan valinnassa.

(5) If EXC1 is selected for a structure, then EXC2 should apply to the following types of component: a) welded components manufactured from steel products of grade S355 and above; b) welded components essential for structural integrity that are assembled by welding on the construction site. (SFS-EN 1993-1-1:2022: en, 106.)

Lujuusluokan S355 ja sitä lujemmille teräksille tulee siis joka tapauksessa käyttää lujuusluokkaa EXC2, vaikka rakenteeksi olisi valittu EXC1. Myös työmaalla koottuihin kokoonpanoihin vaaditaan EXC2 toteutusluokka. Lujuusluokaltaan S355 kantavan teräsrakenteen hitsaaminen vaatii siis vähintään vaatimustasoltaan EXC2 toteutusluokan.

Lapin koulutuskeskus REDUssa laatujärjestelmän mukaisia kantavien teräsrakenteiden hitsauksia suoritetaan nyt ja tulevaisuudessa MAG- ja puikkohitsausmenetelmillä perusaineilla, joiden lujuusluokka on S355 tai vähemmän. Riittäväksi vaativimmaksi toteutusluokaksi katsotaan EXC2. Se mitä toteutusluokkaa noudatetaan, tullaan aina esittämään teräsrakennetta koskevassa projektikohtaisessa toteutuseritelmässä. Lisäaineryhmäksi riittää tällöin FM1 seostamattomat ja hienoraeteräkset. (SFS-EN ISO 9606-1:2017, 14.)

Tässä toteutusluokassa riittää käytettävien tuotteiden osittainen jäljitettävyys. Jos kierrossa on erilaisia tuotelajeja tai tuotelaatuja, tulee ne varustaa merkillä, joka osoittaa sen lajin ja laadun. Käytännössä tämä tehtäisiin REDUn hitsaus- ja levytyöhallissa QR-koodi tarralla, maalimerkinnällä tai myöhemmin hankittavalla pistemerkintälaitteella, jolla 2D-koodi voidaan pysyvästi tulostaa metallin pintaan.

3.9 Kantavien teräsrakenteiden hitsaus standardit

Vaatimukset kantaville hitsattaville teräsrakenteille löytyvät SFS-EN 1090 -standardeista. Näiden tueksi tarvitaan usein metallin sulahitsauksen laatuvaatimusten SFS-EN ISO 3834 -standardeja. Standardeista käytetään tässä oppaassa suomennettua versiota, mutta ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti. (SFS-EN 1090-1:2012, 1.)

Standardi SFS-EN 1090

Näitä standardeja on neljä osaa ja niistä valitaan käyttöön soveltuvat osat sen mukaan millaisia teräs- tai alumiinirakenteita, ollaan suunnittelemassa tai valmistamassa.

Konepajassa valmistettävien CE-hyväksyttävien kantavien teräs- ja alumiinirakenteiden SFS-EN 1090 -standardit ovat seuraavat:

- SFS-EN 1090-1 + A1:2012 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)
- SFS-EN 1090-2:2018 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)
- SFS-EN 1090-3:2019. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 3: Alumiinirakenteiden tekniset vaatimukset. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)
- SFS-EN 1090-4:2018 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 4: Tekniset vaatimukset kattoissa, sisäkatoissa, välipohjissa ja seinissä käytettäville kylmämuovatuille rakenteellisille teräskokoonpanoille ja -rakenteille. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)

Näistä standardi SFS-EN 1090-1 + A1:2012 on aina tarpeellinen kantavien rakenteiden vaatimuksenmukaisuutta arvioitaessa ja muita 1090 -standardeja käytetään sen mukaan millaisia tuotteita, ollaan valmistamassa. Lisäksi tarvitaan SFS-EN ISO 3834-1:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet -standardi sekä muita SFS-EN ISO 3834-standardeja sen mukaan, mikä sulahitsauksen laatuvaatimus on tarpeellinen yrityksen suorittamissa hitsaustöissä. Teräsrakenteiden valmistusta koskevan standardin EN 1090-2:2018 mukaan vaaditaan, että yritys toimii SFS-EN ISO 3834 vaatimusten mukaisesti. (SFS-EN 1090-2:2018, 46.)

Standardi SFS-EN ISO 3834

Metallin sulahitsauksen standardeja on laatuvaatimustason valintaperusteiden lisäksi kolmen erilaista laatuvaatimustason standardit. Näistä valitaan päätetyn toteutusluokan ja laatuvaatimustason mukaan seuraavat tarvittavat standardit:

- SFS-EN ISO 3834-1:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024).
- SFS-EN ISO 3834-2:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 2: Kattavat laatuvaatimukset. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024).
- SFS-EN ISO 3834-3:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024).
- SFS-EN ISO 3834-4:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 4: Peruslaatuvaatimukset. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024).

SFS-EN ISO 3834-1:2021 on yleiskuvaus standardisarjasta ISO 3834. Siinä esitetään seikkoja, jotka pitää ottaa huomioon metallin sulahitsauksen laatutason valinnassa. (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)

Käytettävä SFS-EN ISO 3834 standardi valitaan halutun toteutusluokan mukaan

- EXC1: SFS-EN ISO 3834-4:2021 "Peruslaatuvaatimukset"
- EXC2: SFS-EN ISO 3834-3:2021 "Vakiolaatuvaatimukset"
- EXC3 ja EXC4: SFS-EN ISO 3834-2:2021 "Kattavat laatuvaatimukset".

(SFS-EN 1090-2:2018, 46.)

3.10 Hankittavat SFS-EN 1090 -standardit.

Tarvittavat standardit hankitaan SFS standardit ja julkaisut verkkokaupasta. Kun laatujärjestelmää suunnitellaan tavoitteena kantavien teräsrakenteiden hitsaus toteutusluokassa EXC2, tarvitaan seuraavat SFS-EN 1090 -standardit.

SFS-EN 1090-1 + A1:2012 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin

- CE-merkinnän merkitys ja sisältö
- valmistajalle esitettävät vaatimukset.

(Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)

SFS-EN 1090-2:2018 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset

- soveltamisala
- yleisperiaatteet, määritelmät ja asiakirjat
- käytettävät tuotteet
- esivalmistus ja kokoaminen
- hitsaus
- mekaaninen kiinnittäminen
- pintakäsittely ja korroosiosuojaus
- toleranssit
- tarkastukset.

(Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2024.)

3.11 Hankittavat SFS-EN ISO 3834 -standardit.

Laatuvaatimuksien määrittelemiseksi tarvitaan laatuvaatimusten valintaperusteet standardi **SFS-EN ISO 3834-1:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet.** (SFS-EN 1090-2:2018, 46; SFS-EN ISO 3834-1:2021.)

Koska laatuvaatimukseksi on asetettu EXC2 tason toteutusluokka tarvitaan vakiolaatuvaatimusten standardi **SFS-EN ISO 3834-3:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset.** (SFS-EN 1090-2:2018, 46; SFS-EN ISO 3834-3:2021.)

Mikäli tehdään alemman EXC1 toteutusluokan töitä, tarvitaan lisäksi peruslaatuvaatimusten standardi **SFS-EN ISO 3834-4:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 4: Peruslaatuvaatimukset** (SFS-EN 1090-2:2018, 46; SFS-EN ISO 3834-4:2021.)

3.12 Mahdollisesti tarvittavia muita standardeja

Kun suunnitellaan tai suoritetaan hitsaajien pätevyityksiä, tarvitaan seuraava pätevyysstandardi:

- SFS-EN ISO 9606-1:2017. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Teräkset. (SFS-EN ISO 9606-1:2017).

Materiaalinhallintaa suunniteltaessa on metallituotteiden aineodistusten standardi hyödyllinen:

- SFS-EN 10204:2004. Metallituotteiden aineodistukset. (SFS-EN 10204:2004):

Tässä standardissa määritellään hitsauksen koordinointiin liittyvät tehtävät ja vastuut:

- SFS-EN ISO 14731:2019. Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut. (SFS-EN ISO 14731:2019).

Kaarihitsauslaitteiden kunnan tarkistamiseen tarvitaan kalibrointi, validointi ja toisto tarkkuuden testaus standardi:

- SFS-EN IEC 60974-14:2018 Kaarihitsauslaitteet. Osa 14: Kalibrointi, validointi ja toistotarkkuuden testaus. (SFS-EN IEC 60974-14:2018).

Toteutuseritelmässä pitää määritellä mitä kantavia hitsattavia teräsrakenteita koskevaa toleranssia käytetään ja mikä on siinä käytettävä tarkkuusluokka. Mikäli muuta ei ole ohjeistettu, niin REDUssa käytetään SFS-EN ISO 13920:2023 tarkkuusluokkaa B:

- SFS-EN ISO 13920:2023. Hitsaus. Hitsattuja rakenteita koskevat yleistoleranssit. Pituus ja kulmamitat. Muoto ja sijainti. (SFS-EN ISO 13920:2023).

3.13 Käytännön toimenpiteet ennen esiauditointia

Tässä vaiheessa kannattaa jo selvittää ne ulkopuoliset tarkastuslaitokset, jotka pystyvät myöntämään sertifikaatin auditoinnin jälkeen. Tarkastuslaitoksen valinnan jälkeen on sinne otettava yhteys ja sovittava aika aloituspalaverille, tehtävä kustannusarvio, suunniteltava prosessin eteneminen ja määrättävä vastuuhenkilöt sekä hitsauskoordinaattorit. Aloituspalaveri voidaan pitää etäyhteydellä tai REDUssa. Kun tarvittava ohjeistus on saatua tarkastuslaitokselta, on aika alkaa valmistautumaan esiauditointiin.

Käsitettä esiauditointi käytetään yleisesti kuvaamaan työpaikan sisäistä itse suoritettua auditointia. Esiauditoinnissa varmistetaan, että kaikki on valmiina auditointia varten. Epäkohdat on poistettu, laatu järjestelmä on suunniteltu valmiiksi ja henkilökunta on opetettu toimimaan sen mukaisesti.

Laatu järjestelmän auditointiin valmistauduttaessa on hyvissä ajoin varmistettava että hitsaus- ja levytyökoneet ovat soveltuvia valitun toteutusluokan mukaisten töiden tekemiseen. Hitsaus- ja levytyökoneiden huollosta tulee olla laadittuna menettelyohjeet. Menettelyohje tulee olla laadittuna myös uuden koneen tai laitteen käyttöönotosta. Oleellisista tuotannossa käytettävistä laitteista on ylläpidettävä luetteloa, jossa on laitteiden tärkeimmät tiedot (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 8).

Hitsauslaitteiden konekortit

Käytetyistä hitsauslaitteista tulee olla konekortit, joista käy ilmi seuraavat asiat:

- valmistaja ja sarjanumero
- tyyppi ja kapasiteetti
- mahdollinen yksilöivä tunnus
- vastaanottotarkastus
- määräaikaishuollot.

(Lindewald 2013, 16.)

Hitsauskoneiden validointi

Hitsauskoneiden validointi suoritetaan kerran vuodessa valmistajan ohjeen tai standardin SFS-EN IEC 60974-14:2018 Kaarihitsauslaitteet. Osa 14: Kalibrointi, validointi ja toisto tarkkuuden testaus standardin mukaisesti. Validoinnin suorittajan täytyy olla pätevä henkilö kyseiseen tehtävään niin, että hän osaa arvioida työtehtävän vaativuuden ja siihen sisältyvät vaaratekijät. Validointi tarkoittaa toimintaa, jonka tarkoitus on osoittaa, että asetusrvo vastaa vertailu arvoa määriteltyjen poikkeamien sisällä. (SFS-EN IEC 60974-14:2018, 8.)

Hitsaus virran, jännitteen ja langansyöttönopeuden näytettyjen arvojen kalibrointitarkkuudet löytyvät standardin SFS-EN IEC 60974-14:2018 taulukosta 1 ja niiden validointitarkkuudet taulukosta 2. Kantavien teräsrakennetöiden valmistuksessa käytettävät hitsauskoneet tulee pitää siinä kunnossa, että poikkeamat näistä arvoista pysyvät sallituissa ajoissa. Varsinkin suojakaasun virtaus mittareihin sekä hitsauskoneiden jännite- ja virtamittarien sekä langansyöttölaitteiden kuntoon tulee kiinnittää huomiota. (SFS-EN IEC 60974-14:2018, 9, 10.)

Mittauslaitteiden käyttö, kalibrointi ja kelpuus

Hitsauslaitteiden validoinnissa ja hitsauksen aikana käytettyjen hitsauskoneen tarkoitettujen ulkoisten virta ja jännitemittarien tulee olla kalibroituja ja kelpuutettuja kyseiseen työhön. Mittauslaitteilla on pystyttävä hitsaustyön aikana mittaamaan oleelliset hitsausparametrit. (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 10.)

Valmistaja on vastuussa mittauslaitteiden kelpuutuksesta ja kalibroinnista. Hitsauslaitteiden kelpuus tai kalibrointi ei kuitenkaan vapauta valmistajaa vastuusta hitsausohjeen mukaan työskentelystä. Laatuvaatimusten osoittamista varten vaadittavat asiakirjat kuvataan standardin SFS-EN ISO 3834-5:2021, taulukossa 9. (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 11.)

Levytyökoneiden konekortit

Kaikista levytyökoneista tulee olla konekortit, joissa on valmistajan käyttöohje liitteenä. Koneiden huollot suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti ja huollot merkitään konekorttiin.

Suuntaisleikkurin kunnan tarkistus ja huolto

Tällä hetkellä käytössä olevan Hakomec 12/3000 CNC-suuntaisleikkurin huolto tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti kerran vuodessa ulkopuolisen huoltoyrityksen toimesta. Muut huoltotoimenpiteet tehdään itse valmistajan ohjeiden mukaisesti. Muita vastaavia levyleikkureita käytettäessä niiden huollot on oltava tehtynä vastaavasti koneen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ohjeistus suuntaisleikkurin käytöstä on esitetty liitteessä 3.

Vesisuihkuleikkurin kunnan tarkistus ja huolto

KMT Neoline 40i vesisuihkuleikkurin huollot suoritetaan valmistajan huolto-ohjekirjan mukaisesti. Mikäli vesisuihkuleikkuria käytetään SFS-EN 1090-standardin mukaisissa töissä, on tarkistettava pitääkö tehdä menetelmäkoe.

Särmäyspuristimen kunnan tarkistus ja huolto

Tällä hetkellä käytössä olevan Ermak CNCHAP 3100x12 särmäyspuristimen huolto tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti kerran vuodessa ulkopuolisen huoltoyrityksen toimesta. Muut huoltotoimenpiteet tehdään itse valmistajan ohjeiden mukaisesti. Muita vastaavia särmäyspuristimia käytettäessä niiden huollot on oltava tehtynä vastaavasti koneen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

3.14 Toteutus- ja kokoonpanoeritelmä

Toteutuseritelmä

Konepajassa valmistetuille rakennuskohteen kantaville teräsrakenteille tulee laatia aina toteutuseritelmä. Tämä sisältää teräsrakenteen tekniset tiedot ja vaatimukset sekä standardin SFS-EN 1090–2:2018 sääntöjä täydentämään esitettävät lisäykset. Toteutuseritelmä on tilauskohtainen tai projekti-kohtainen. Ohjeet toteutuseritelmän laadintaan löytyvät standardin SFS-EN 1090–2:2018 liitteestä A. (SFS-EN 1090-2 liite A:2021, 11.)

REDUN toteutuseritelmä

REDUn kone- ja tuotantotekniikan valmistaman SFS-EN 1090-standardin mukaisen terästuotteen toteutuseritelmä määrittelee tuotteen valmistus- ja asennusprosessin. Se määrittelee, miten tuote valmistetaan suunnitellusti ja turvallisesti.

Sen pitää sisältää vähintään seuraavat tiedot:

1. Johdanto, josta ilmenee projektin nimi ja kuvaus ja se, että terästuote valmistetaan SFS-EN 1090-standardin mukaisesti.
2. Se minkä toteutusluokan vaatimuksien mukaisesti teräsrakenne valmistetaan. REDUssa siis EXC1 tai EXC2.
3. Yleiset tekniset tiedot eli teräslaatu, raaka-aineiden käsittely ja valmiin tuotteen pintakäsittely sekä piirustukset, joiden mukaan tuote valmistetaan.
4. Valmistusprosessi eli teräsrakenteen valmistusprosessi, käytettävät levytyö- ja hitsausmenetelmät.
5. Asennusprosessi eli miten valmistaa teräsrakennetta käsitellään ja kuljetetaan sekä miten se asennetaan.
6. Kaikkien edellä mainittujen kohtien laadunvalvonta ja tarkastukset.
7. Tuotteen valmistus ja asennusprosessin turvallisuusvaatimukset.

Toteutuseritelmälle tullaan suunnittelemaan valmis mallipohja REDUn käyttöön. (SFS-EN 1090-2: liite A:2021.)

Kokoonpanoeritelmä

Valmistusta koskevat vaatimukset on määritelty kokoonpanon suunnittelutietoihin perustuvassa kokoonpanoeritelmässä. Sekä ostaja että valmistaja osallistuvat usein yhdessä kokoonpanoeritelmän laadintaan.

(Hurula & Kauppi 2014, 47.)

Kokoonpanon valmistusta tulee valvoa käyttäen kokoonpanoeritelmää, jossa esitetään kaikki kokoonpanoa koskeva tieto riittävän yksityiskohtaisesti kokoonpanon valmistamista ja sen vaatimustenmukaisuuden arviointia varten. Käytettävä toteutusluokka tulee esittää kokoonpanoeritelmässä, katso standardit EN 1090-2 ja EN 1090-3. Valmistajalla tulee olla kirjallinen tarkastus- ja testaussuunnitelma, jonka mukaisilla tarkistuksilla tulokset tallentaen varmistetaan, että valmistetut kokoonpanot ovat kokoonpanoeritelmän mukaisia. Kokoonpanoeritelmä tulee laatia suunnittelutietojen perusteella. Kohtaa 6.3.4 noudatetaan valmistajan suunnittelutietojen pohjalta suorittamaan kokoonpanoeritelmän laadintaan. Liite A sisältää ohjeita kokoonpanoeritelmän laadintaan. Kokoonpanoeritelmän laatimisvastuu on usein jaettu valmistajan ja ostajan (tai heidän puolestaan toimivien suunnittelijoiden) kesken. Valmistajan ilmoitus, että kokoonpano on sitä koskevan kokoonpanoeritelmän mukainen, ei koske niitä suunnittelun perusteella määräytyviä ominaisuuksia, joihin liittyvää suunnittelua valmistaja ei ole suorittanut, eikä sitä, että ne on sisällytetty oikein kokoonpanoeritelmään. (SFS-EN 1090-1:2012, 18.)

Kokoonpanoeritelmässä ilmoitetaan kokoonpanoa koskeva tarvittava tieto riittävän yksityiskohtaisesti valmistusta varten. Siitä tulee ilmetä käytettävä toteutusluokka. Tarkastus- ja testaussuunnitelman mukaan varmistetaan, että valmistetut kokoonpanot ovat kokoonpanoeritelmän mukaisia. Ohjeet kokoonpanoeritelmän laadintaa varten löytyvät standardin SFS-EN 1090-1:2012 sivuilta 21–22 (Liite A). (SFS-EN 1090-1:2012, 18, 21.)

Ostajan kokoonpanoeritelmässä ostaja huolehtii kaikista kokoonpanossa tarvittavista teknisistä tiedoista (SFS-EN 1090-1:2012, 21).

Valmistajan kokoonpanoeritelmässä ilmoitetaan kaikki tiedot, joita tarvitaan kokoonpanon ja sen osien valmistamiseksi. Ilmoitukselle on nämä kaksi vaihtoehtoa:

1. Valmistajan ilmoittama kokoonpanon geometria sekä rakenteelliset- ja materiaaliominaisuudet. Näiden perusteella toiset voivat suorittaa rakenteellisen suunnittelun. (SFS-EN 1090-1:2012, 21, 22.)
2. Valmistaja suorittaa rakenteellisen suunnittelun ja ilmoittaa sen perusteella kokoonpanon geometrian sekä rakenteelliset- ja materiaaliominaisuudet (SFS-EN 1090-1:2012, 21, 22).

REDUn kokoonpanoeritelmä

Ostajan kokoonpanoeritelmässä REDU vain arkistoi ostajan lähettämät dokumentit. Tämä kokoonpanoeritelmä voi oppilaitosympäristössä olla paras ratkaisu. Silloin ei opetustyössä käytettäviä resursseja tarvitse käyttää suunnittelu- ja laskentatyöhön.

Mikäli halutaan tehdä valmistajan eli REDUn kokoonpanoeritelmä niin laadintaa varten löytyvät ohjeet standardin SFS-EN 1090-1 sivuilta 21–22 (Liite A).

3.15 Tarvittavat laatuasiakirjat

FPC-manuaaliin ja sertifiointiin tarvitaan seuraavia asiakirjoja:

- organisaatiokaavio
- toteutuksesta vastaavat henkilöt ja heidän vastuunsa kone- ja tuotantotekniikan osastolla
- noudatettavat menetelmät, menettelytavat ja työohjeet
- ohjeistus työkohtaisen tarkastus ja testaussuunnitelman tekemiseen
- muutosten käsittelyn menettelytapa
- menettelyt poikkeamien eli ei vaatimuksenmukaisten tuotteiden käsittelyyn
- kontrollipisteet ja vaatimukset tarkastusten ja testausten varmentamiseen.
- (SFS-EN 1090-2:2018, 25.)

3.16 Dokumenttien arkistoinnin suunnittelu

Seuraavat toiminnan eri vaiheissa syntyneet dokumentit on arkistoitava standardin SFS-EN 1090-2 + A1 vaatimusten ja REDUn arkistoinnin menettelyohjeen mukaisesti:

- hitsausohjeet
- hitsauslisäainepöytäkirjat
- materiaalitodistukset
- mittauspöytäkirjat
- tarkastus- ja testauspöytäkirjat
- auditointipöytäkirjat
- piirustukset
- osaluettelot
- toteutuseritelmät
- kokoonpanoeritelmät
- suoritustasoilmoitukset.

Suoritustasoilmoituksia tulee säilyttää 10 vuotta. Laatuasiakirjoja on säilytettävä vähintään 5 vuotta (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 12).

Paperiset dokumentit ja laatuasiakirjat on säilytettävä lukitussa tilassa. Sähköiset dokumentit ja laatuasiakirjat on säilytettävä REDUn tietoturvaohjeiden mukaisesti.

3.17 REDUn FPC-manuaalin sisältö

Kantavien teräsrakenteiden valmistajan tulee aina laatia FPC-manuaali, josta tässä oppaassa voidaan käyttää myös nimitystä laatukäsikirja. Laatukäsikirjassa tulee olla oleelliset kantavien teräsrakenteiden tuotantoon ja laatuun liittyvät asiat selkeästi esitettynä.

Hitsaussuunnitelma

Kantavan teräsrakenteen tuotteen hitsauksesta tulee laatia aina hitsaussuunnitelma. Sen tulee sisältää ainakin käytetty hitsausohje WPS, perusaine, käytetty hitsauslisäaine sekä hitsausjärjestys. Muut tarvittavat tiedot hitsaussuunnitelman sisältöön standardin SFS-EN 1090-2:2018 kohdan 7.2.2 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2:2018, 46–47.)

Hitsausaineet

Hitsausaineet sisältävät hitsauskaasut ja tässä suunnitelmassa käytettävät hitsauslisäaineet eli hitsauspuikot ja hitsauslangat. Niiden tulee täyttää standardin SFS-EN 1090-2:2018 taulukon 5 hitsausaineiden tuotestandardien vaatimukset. (SFS-EN 1090-2:2018, 31.)

Hitsauslisäaineiden käsittely

Hitsauslisäaineiden käsittely on suoritettava oppaan Esab ”Hitsauslisäaineiden varastointi ja käsittelyohjeet” mukaisesti, mikäli käytetään Esab-lisäaineita. Muiden valmistajien lisäaineita käytettäessä niiden varastointi ja käsittely tapahtuu lisäaineen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäaineiden varastoinnista ja käsittelystä on aina oltava menettelyohje saatavilla. Suurin osa teräsrakenteiden hitsauksista suoritetaan Esab OK 48.00 hitsauspuikoilla ja Esab OK Autrod 12.51 MAG-hitsauslangalla.

Hitsauspuikkojen varastointi olosuhteet ovat seuraavat:

- lämpötila 5–15 °C, kun ilman suhteellinen kosteus enintään 60 %
- lämpötila 15–25 °C, kun ilman suhteellinen kosteus enintään 50 %
- lämpötila >25 °C, kun ilman suhteellinen kosteus enintään 40 %.

(Esab, 6.)

Jos hitsauspuikkopaketteja on pidetty kylmässä tilassa esim. talvella tulee niiden antaa saavuttaa ympäristön lämpötila ennen avaamista lämpimämmässä käyttöpaikassa. Hitsauspuikkojen säilytyskaapin lämpötila on 100–150 °C. Mikäli hitsauspuikkojen epäillään kostuneen, on kuivaaminen suoritettava Esab uudeleenkuvauksen taulukon ohjeiden mukaisesti tai muun valmistajan hitsauspuikkoja käytettäessä niiden valmistajan ohjeiden mukaisesti. (Esab, 6–10.)

Hitsauslangat varastoidaan paikassa, joka lämpötilaltaan ja kosteudeltaan vastaa normaalia huoneen lämpötilaa ja kosteutta sekä ehjissä alkuperäispakkauksissa. Jos hitsauslankoja pidetty kylmässä tilassa esim. talvella tulee niiden antaa saavuttaa huoneen lämpötila ennen avaamista. Avatut hitsauslangat tulee säilyttää pölyttömissä olosuhteissa tai ne tulee pakkaamalla suojata pölyltä. (Esab, 13–14.)

Valmistuksessa käytettävät perusaineet ja lisäaineet

- Lisäaineryhmä FM1 seostamattomat ja hienoraeteräkset (SFS-EN ISO 9606-1:2017, 14).
- Terästuotteet joiden lujuusluokka on alempi kuin S355, tuotantoluokka PC1 (Hurula & Kauppi 2014, 30).
- Terästuotteet joiden lujuusluokka on S355 tai enemmän, tuotantoluokka PC2 (Hurula & Kauppi 2014, 30).
- Valmistuksessa käytettävät ainevahvuudet ovat 3–12 mm.

Hitsauskoordinointi, vastuut ja pätevyudet

Hitsaus- ja levytyöosastolla toimivien työntekijöiden valta- ja vastuualueet tulee olla selvillä. Oppilaitosympäristössä tulee olla selvillä, kuka valvoo opiskelijoita ja missä oppimisympäristössä ja mitkä ovat oppimisympäristön rajat. Pääsääntöisesti opiskelijoiden työskentely tapahtuu aina opettajan välittömän valvonnan alla ja poistuttaessa oppimisympäristöstä on REDUn ohjeistuksen mukaisesti hankittava sijainen.

Toteutusluokassa EXC2 tulee hitsauksen koordinointia suorittaa henkilö, jolla on tarkoituksenmukainen pätevyys ja standardin EN ISO 14731:2019 mukainen kokemus valvottavista hitsaustöistä. Hitsauskoordinaattorit voivat myös toimia hitsaajan pätevyyskokeen valvojina. (SFS-EN 1090-2:2018, 50.)

REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyöosastolla työskentelee tällä hetkellä kaksi hitsauskoordinooijaa, joita toinen on pääkoordinooija. Hitsauskoordinooijan pätevyysvaatimuksena on IWS-, IWT- tai IWE-tutkinto tai vastaavat tiedot ja taidot. Hitsauskoordinooijan teknisen tietämyksen tasot ovat perustietämys B, erityistietämys S ja kattava tietämys C. Koordinooijan tasoksi REDUssa riittää perustaso B (Basic level) EXC2 tasolla. (SFS-EN 1090-2:2018, 50.)

Standardi SFS-EN 1090 ei määrittele hitsauskoordinooijilta vaadittavia pätevyyttä suoraan. Eräs tulkinta pätevyysvaatimuksista on, että IWE edustaa tietämyksen tasoa C (Comprehensive level) ja IWS tasoa S (Specific level). Mutta jos IWS osoittaa auditoijalle hallitsevansa SFS-EN 1090-2 sisällön hän voi edustaa myös tasoa C. (Kauppi 2016, 29.)

Kun useampi henkilö suorittaa hitsauksen koordinointia, määritetään kunkin henkilön tehtävät ja vastuu siten, että vastuu on selkeästi määritetty ja että henkilöt ovat päteviä suorittamaan jokainen annettu hitsauksen koordinointitehtävä. Valmistajan on nimettävä ainakin yksi vastuullinen henkilö, joka vastaa hitsauksen koordinointiin liittyvistä tehtävistä. (SFS-EN ISO 14731, 8.)

Hitsauskoordinoijan perustietämyksen vaatimukset

Perustasolla hitsauskoordinoijalla on oltava perustaidot ongelmien ratkaisemisesta. Tähän tasoon kuuluu kyky tunnistaa ja kehittää sopivia ratkaisuja, kun sovelletaan hitsausta ja siihen liittyvää teknologiaa tavallisiin perus- ja erityisongelmiin. Hitsauskoordinoijien on kyettävä valvomaan tavanomaista hitsausta ja siihen liittyviä teknologioita ennustettavissa tilanteissa, joissa on vähäisiä muutoksia. Hitsauskoordinoijien on kyettävä tekemään päätöksiä tavanomaisille hitsaustöille sekä valvomaan tavanomaista hitsausta sekä siihen liittyvien hitsaushenkilöiden tehtäviä. (SFS-EN ISO 14731:2019, 10.)

Hitsaajien pätevyys

Hitsaajilla tulee olla standardin EN ISO 9606-1:2017 mukainen pätevyys. Kaikkien hitsaajien pätevyyskoekiden tallenteiden tulee olla käytettävissä. (SFS-EN 1090-2:2018, 49.)

Hitsausohje WPS ja hitsausmenetelmän hyväksyminen

WPS eli hitsausohje on laadittava ja hyväksyttävä ennen tuotantoa. Hyväksymistavan tulee olla tuotestandardin tai spesifikaation mukainen. (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 9.)

Hitsausohjeet on laadittava ISO 15609-1:2019. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Hitsausohjeet. Osa 1: Kaarihitsaus standardin mukaisesti. EXC1 toteutusluokassa ei ole standardiin SFS-15607:2019 liittyviä hitsausohjeita koskevia vaatimuksia. Käytettävä hitsausprosessi sekä käytettävät hitsausaineet ja hitsausparametrit voidaan toteutuseritelmässä kuitenkin vaatia esitettäväksi työohjeessa. (SFS-EN 1090-2:2018, 47; SFS-15607:2019.)

EXC2 toteutusluokassa voi hitsausmenetelmän hyväksyminen olla menetelmäkoee, esituotannollinen koee, standardimenetelmä, aikaisempi kokemus tai testatut lisäaineet. Hitsausmenetelmän hyväksyminen pitää tapahtua standardin SFS-15607:2019 mukaisesti. (SFS-EN 1090-2:2018,47; SFS-15607:2019.)

Työohje

Hitsausohjetta voidaan käyttää suoraan hitsaajan opastamiseen hitsauksen suorituksessa. Hyväksytyjen hitsausohjeiden pohjalta voidaan myös laatia työohje hitsaajan käyttöön. Työohje ei vaadi erillistä hyväksyntää. Hitsausohje WPS tulee kuitenkin aina olla hitsaajan käytettävissä ja helposti saatavilla. (SFS-EN ISO 3834-3:2021, 9.)

Railot

Railomuotojen tulee soveltua käytetylle hitsausprosessille ja niiden toleranssit tulee esittää hitsausohjeessa. Railon pinnassa ei saa olla näkyviä säröjä. (SFS-EN 1090-2:2018, 51.)

Hitsaus

SFS-EN 1090-standardin mukaisten tuotteiden valmistuksessa käytettävät REDUn hitsaus- ja levytyösoston hitsausprosessit ovat 111 ja 135. Hitsaaminen tulee suorittaa standardin SFS-EN ISO 3834 mukaisesti. Toteutusluokassa EXC2 hitsauksen koordinointia suorittaa koordinoitihenkilöstö, jolla on tarkoituksenmukainen pätevyys ja standardin EN ISO 14731 mukainen kokemus valvottavista hitsaustöistä.

Laatujärjestelmän mukaisten hitsausten suorittaminen tehdään SFS-EN 1090-2:2018 ja SFS-EN ISO 3834-3:2021-standardien vaatimusten mukaisesti. Hitsaajalla tulee olla asianmukaiset ohjeet käytettävissä. Pienahitsien mitat ilmoitetaan joko a-mittana tai hitsin kyljen leveytenä. Pienahitsien tulee täyttää vaaditut mitat.

Hitsausvirheiden hyväksymiskriteereinä käytetään standardin EN ISO 5817:2023 hitsiluokkia. Toteutusluokassa EXC1 hitsausvirheiden hyväksymiskriteerinä käytetään hitsiluokkaa D, paitsi liian pienelle a-mitalle (5213) hitsiluokka C. Toteutusluokassa EXC2 käytetään hitsiluokkaa C, paitsi hitsiluokka D pintapalon va- lumalle sytytysjäljelle (601) ja avoimelle imuontelolle (2025) ja hitsiluokka b liian pienelle a-mitalle (5213). (SFS-EN 1090-2:2018, 56.)

Tuotteiden jatkoksissa käytettävien päittäishitsien mitat, sijainti ja hitsautumissyvyys tulee esittää myös toteutuseritelmässä. Toteutusluokassa EXC2 tulee tarvittaessa käyttää aloitus- ja lopetuspaloja täyden tunkeuman aikaansaamiseksi myös hitsien päissä. Toteutusluokassa EXC2 tulee myös siltahitsien hitsaus tehdä hitsausohjeen WPS mukaisesti. (SFS-EN 1090-2:2018, 53, 54.)

Materiaalinhallinnan ohjeistus ja menetelmät

Vastuiden ja velvollisuuksien mukaan ohjeistettavia asioita

- jäljitettävyys
- materiaalikoodit, käytössä nyt koodit R1 ja R2 ruostumattomille putkille
- materiaalityypit
- säilytyspaikat ja erottelu; ruostumaton teräs, alumiini jne. (kontaminaationhallinta)
- aineodistukset
- aineodistuksen taso eri käyttöön
- pätevyyskokeet
- mahdolliset rakennustuotteet

- materiaalmäärät
- laskenta kulutuksesta
- työkortit, tuotantokortit
- Kanban-korttien käyttö, liite 2
- laskituksen tiedot työkohtaisesti
- tilausrajat ja tavat
- hankintapaikat
- kirjauskäytäntö.

Käytettävät menetelmät

- materiaalinhallinnan ja siinä käytettyjen menetelmien sujuvuus, työympäristön turvallisuus ja ergonominen suunnittelu
- materiaalien käyttö niin, että niiden kulutus on juuri tarpeen mukaista eikä varastossa esiinny puutteita tai ylimääräistä tavaraa
- jätteiden määrän vähentäminen ja kierrätyksen lisääminen
- Lean menetelmät laatu järjestelmän tukena, liite 2.

Metallien merkintä, eri vaihtoehdot

- maalimerkintä
- vahakynä
- teipit
- lasermerkintä
- QR-koodi erilaisilla menetelmillä kirjoitettuna
- pistemerkintälaitte, rikkoo metallin pinnan, ei käy väsyttävään kuormitukseen joutuville rakenteille, käyttää ECC 200 datamatriisikoodia.

Varastonhallinta ohjelmistot

- varastonhallinta Excelillä ilmaiseksi, oma taulukkopohja on jo olemassa
- Muhkia oy, osienpaikannusohjelma OPO
- Figuro yritysohjelmisto tuotantoon.

Teräsrakennetöissä käytettävät materiaalit on säilytettävä niille varatuissa paikoissa levyvarastossa ja materiaalihyllyssä. Mikäli varastossa on yhtä aikaa useampia teräslaatua, on eri laadut säilytettävä erikseen niille varatuissa paikoissa tunnistettavana. Ilman suhteellisen kosteuden varastotilassa on oltava alle 60 %. Materiaalien varastointi ja käsittely tapahtuu materiaalin valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Materiaalin hallinta ohjelmalla käytetään Excel taulukkolaskentaohjelmaa käytössä olevalla omalla taulukkopohjalla tai mahdollisesti myöhemmin jotain materiaalin hallintaan varsinaisesti suunniteltua ohjelmaa. Lisäksi on huomioitava standardin SFS-EN 1090-2:2018 taulukon 8 käsittely ja varastointi ohjeet. (SFS-EN 1090-2:2018, 37.)

Materiaalien vastaanotto materiaalivarastoon

Materiaaleja vastaanotettaessa materiaalivarastoon on aina varmistettava, että ne eivät ole vahingoittuneet käsittelyn tai kuljetuksen aikana ja muutenkin tarkistettava, että ne ovat sitä ja sen laatuista mitä on tilattu. On kiinnitettävä sääolosuhteiden mukaan huomiota siihen, että terästuotteet eivät pääse kastumaan niitä käsiteltäessä. Kuorma on purettava autosta käyttämällä siihen sopivaa nostokalustoa. Pitkää salkomaista tavaraa tai ohuita levyjä nostettaessa pitää niiden taipuminen estää.

Jokaiseen levyyn on tarralla tai muulla sopivalla merkintätavalla siirrettävä rahtikirjasta tai läheteestä vähintään seuraavat tunnistetiedot:

- materiaalin laatu
- levyn paksuus
- sulatusnumero
- tilausnumero.

Levynippua lattialle laskettaessa on alle laitettava tukipuut. Näiden tukipuiden tulee olla niin korkeat, että levyjen siirto pumppukärryllä tai trukilla on mahdollista. Levyt eivät saa missään vaiheessa vastata lattiaan. Levyt eivät saa likaantua tai naarmuuntua käsittelyn aikana. Levyt on mahdollisimman pian siirrettävä levyvarastoon merkittyihin lokeroihin. Näistä lokeroista on löydettävä yllä mainittujen tunnistetietojen lisäksi myös QR-koodi linkki materiaalitodistukseen.

Jokaiseen tanko, putki tai profiili materiaaliin on tarralla tai muulla sopivalla merkintätavalla siirrettävä rahtikirjasta tai läheteestä vähintään seuraavat tunnistetiedot:

- materiaalin laatu
- tangon, putken tai profiilin mitat
- sulatusnumero
- tilausnumero.

Tangot, putket ja profiilit on mahdollisimman pian siirrettävä pitkän tavaran varastohyllyihin oikeille hyllypaikoilleen. Näistä hyllypaikoista on hyllyjen päistä löydettävä yllä mainittujen tunnistetietojen lisäksi myös QR-koodi linkki materiaalitodistukseen.

Tunnistettavuus ja jäljitettävyys

EXC2-luokassa ei tarvita materiaalin yksilöivää merkintää, mutta koska kierrossa on samanaikaisesti useita terästyyppisiä, on erityyppiset teräkset merkittäviä. Materiaalit merkitään QR-koodi teipillä, pistemerkintälaitteella tehtävällä 2D-koodilla, maalaamalla tai muulla kestäväällä merkintätavalla. Mikäli eri materiaalilaatua ei ole kovin paljon niin myös maalimerkintä erivärisillä merkintämaaleilla voi olla helppo ja toimiva ratkaisu.

QR-koodeista tai 2D-koodeista tehdään linkitys suoraan materiaalivalmistajan valmistetietoihin tai omaan tuoteluettelo tietokantaan. Tunnisteet eivät saa aiheuttaa rakenteellista vahinkoa eikä niin sanottuja ”kovia” merkintätapoja saa käyttää väsymiskuormitukselle alttiissa teräsrakenteen kohdassa. Tunnistamisessa on huomattava standardin SFS-EN 1090-2:2018 kohdassa 6.2 esitetyt vaatimukset. (SFS-EN 1090-2:2018, 36.)

QR-koodilla voidaan linkittää seuraavia tietoja:

- erilaiset materiaalit eli levyt, putket, tangot ja muototeräkset
- materiaalin laatu
- materiaalin sulatuskoodi
- hitsaus- ja levytyökoneiden käyttöohjeet sekä konekortit joihin huollot on merkitty
- hitsausohjeet
- hitsauslisäainepöytäkirjat
- aineodistukset
- mittauspöytäkirjat
- tarkastus- ja testauspöytäkirjat
- auditointipöytäkirjat
- piirustukset
- osaluettelot.

ECC 200 datamatriisikoodia voitaisiin käyttää pistemerkintälaitteessa materiaalien ja tuotteiden pysyvään merkintään. Pistemerkintä ei saa vaikuttaa tuotteen väsymiskestävyyteen.

QR-koodin yleistyessä voidaan saada aikaan hyviä sovelluksia, joiden avulla voidaan avata dokumentaatio, huoltohistoria tai muuta laitteeseen liittyvää tietoa. Sovellus hakee oikean tiedon annetuilla tiedoilla ja näin myös se tekee tarvittavat tunnistaumiset sekä salaa tarvittaessa liikenteen sovelluksen ja tiedon / dokumentaation hakemisessa palvelimelta. QR-koodin käytössä on kuitenkin se riski, että QR-koodi voidaan helposti vaihtaa toiseen koodiin, jossa on käyttäjälle vahingollista informaatiota. Tehdasympäristössä QR-koodit olisi syytä suojata niin, että niitä ei helposti muuttata esimerkiksi polttamalla koodi laserilla metallilevyille. (Karaila, 2023.)

Jälleenmyyjän toimittamat aineodistukset

Teräsrakenteiden raaka-aineita hankittaessa on aina pyydettävä materiaalin hankintapaikasta SFS-EN 10204:2004 mukainen aineodistus. Jälleenmyyjän on annettava joko alkuperäinen valmistajan toimittama aineodistus tai sen kopio tekemättä siihen mitään muutoksia. Tuotteen ja aineodistuksen välisen jäljitettävyyden varmistamiseksi aineodistuksessa on oltava tuotteen tunnistet.

Alkuperäisen aineodistuksen kopiointi on sallittua edellyttäen, että

- jäljitettävyys on varmistettu
- alkuperäinen aineodistus on saatavissa pyydettäessä.

Aineodistusta kopioitaessa on sallittua muuttaa alkuperäinen toimitettu määrä osatoimituksen todelliseksi määräksi. (SFS-EN 10204:2004, 5.)

Aineodistuksien tulee olla standardin SFS-EN 10204:2004 mukaisia. REDUn hitsaus- ja levytyöosastolle tulevat aineodistukset tullaan pyytämään sähköisesti pdf-muodossa tai tarpeen vaatiessa paperiset aineodistukset skannataan pdf-tiedostomuotoon. Sähköisessä muodossa olevat aineodistukset säilytetään sitä varten olevassa Google Driven kansiossa, Microsoft Forms-kansiossa tai muussa vastaavassa luotettavassa tiedosto kansiossa. Tiedostot pitää myös varmuuskopioida säännöllisin väliajoin.

Esivalmistus

Materiaalien esivalmistuksella tarkoitetaan niitä toimenpiteitä, jotka tehdään teräs tuotteille, kun niistä tehdään kokoonpanoon asennus- ja liittämä valmiita osia. Esivalmistukseen voi kuluä tunnistaminen, käsittely ja varastointi, leikkaaminen ja reikien teko. (SFS-EN 1090-2:2018, 23.)

Hyväksytyjä leikkausmenetelmiä ovat sahaaminen, mekaaninen leikkaus, laserleikkaus, vesisuihkutekniikat ja terminen leikkaus. Käsintehdävää termistä leikkausta voidaan tehdä vain silloin, kun koneellinen terminen leikkaus ei ole käytännöllistä. (SFS-EN 1090-2:2018, 38.)

Leikatut tai nakerretut reunat tulee tarkastaa ja tarvittaessa hioa merkittävien vikojen poistamiseksi. Työväraa hiontaan tulee jättää vähintään 0,5 mm (SFS-EN 1090-2:2018, 38.)

Sisäkulmia eli kulmia, jossa kylkien välinen kulma on pienempi kuin 180 ei saa ylileikata. Leikatut nurkat ja lovet tulee pyöristää vähintään 5 mm pyöristyssäteeseen, ellei toisin esitetä. Leikkauksen saa tehdä lävisämällä, ellei toisin esitetä. Leikatuista sisäkulmista tulee poistaa muokkautunut aine hiomalla yli 16 mm ainepaksuuksilla. (SFS-EN 1090-2:2018, 45.)

Materiaalien leikkaus

Levyt leikataan koneellisesti suuntaisleikkurilla tai vesisuihkuleikkurilla. REDUssa ei ole polttoleikkaus konetta, levyjen CNC-leikkaus tapahtuu vesisuihkuleikkurilla. Laserleikkuri hankitaan mahdollisesti tulevaisuudessa. Teräsrakenteissa käytettyjä levyjä leikattaessa termisin menetelmin on tehtävä menetelmäkoe. Putkien ja muototerästen katkaisu tapahtuu vannesahalla. (SFS-EN 1090-2:2018, 38.)

Materiaalien muotoilu

Kun kuuma- tai kylmämuokausprosesseilla terästä taivutetaan, puristetaan kokoon tai taotaan niin teräksen ominaisuudet eivät saa heiketä työstettävälle materiaalille asetettujen vaatimusten alapuolelle. Mikäli muovatuissa tuotteissa näkyy säröjä, lamellirepeilyä tai pinnoitteen vaurioita käsitellään niitä poikkeavina ei-vaatimuksenmukaisina tuotteina. (SFS-EN 1090-2:2018, 39.)

Materiaalien muotoilu REDUn hitsaus- ja levytyöosastolla tapahtuu etupäässä kylmämuovausprosesseilla kulmauskoneella, särmäyspuristimella tai pyöröstyskoneella. Kuumamuovaus tehdään tuotestandardin tai valmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS-EN 1090-2:2018, 39.)

Reikien tekeminen ja ruuvi kokoonpanot

Reikien tekeminen tuotteisiin tapahtuu REDUssa poraamalla, lävistämällä tai vesisuihkuleikkauskoneella. Reikien teko standardin SFS-EN 1090-2:2018 sivujen 42–45 ohjeiden mukaisesti. Pyöreiden reikien teko lävistämällä on sallittua edellyttäen, että osan nimellispaksuus ei ole suurempi kuin 1,4 kertaa reiän nimellishalkaisija. (SFS-EN 1090-2:2018, 44.)

Lävistystyökalujen tulee olla hyväkuntoisia ja teräviä niin, että reikien reunoille ei muodostu väsymislujouden kannalta vaarallisia halkeamia, säröjä tai repeämiä. Mikäli lävistyksissä näkyy säröjä, lamellirepeilyä tai pinnoitteen vaurioita käsitellään niitä poikkeavina tuotteina. Lävistyksessä käytettävien koneiden ja työkalujen kunto pitää tarkastaa vuosittain ja merkitä suoritettu tarkastus konekorttiin.

Muilla valmistusmenetelmillä on tutkittava SFS-EN 1090:2:2018-standardista pitääkö tehdä menetelmäkoe. Ruuvi kokoonpanojen käyttöä kuvataan standardin SFS-EN 1090-2:2018 luvuissa 8.2–8.8.

Käytettävät toleranssit

REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyöosastolla käytettävä yleistoleranssi on:

- SFS-EN ISO 13920:2023 Hitsaus. Hitsattuja rakenteita koskevat yleistoleranssit. Pituus- ja kulmamitat. Muoto ja sijainti.

Yleistoleranssia käytetään silloin kun piirustuksessa ei ole annettu mitalle toleranssia. Käytettävä yleistoleranssi tai työtapapakohmainen toleranssi on ilmoitettava piirustuksen otsikkotaulussa.

Särmättyjen profiilien valmistus toleranssit löytyvät standardin SFS-EN 1090-2:2018 taulukosta B.2. Soviteruuvien ja soviteniveltappien porattujen reikien toleranssi on H11 standardin EN ISO 286-2 mukaan. Termisesti leikattujen ja muiden reikien toleranssi on $-0,5/+0,5$ mm. (SFS-EN 1090-2:2018, 43.)

Toteutuseritelmässä tulee määritellä, voidaanko käyttää yleistoleranssia ja jos voidaan niin missä tarkkuusluokassa. Muuten käytettävät toleranssit tulee merkitä piirustuksiin SFS-EN 1090-2:2018 mukaisesti.

Geometriset toleranssit

Geometriset toleranssit ovat SFS-EN 1090-2:2018 liitteen B mukaisia. Näitä käytetään hitsattujen teräsrakenteiden toleransseina. Levyistä valmistettujen hitsattujen kokoonpanojen mittojen tulee olla taulukossa B.1 ja taulukoissa B.3-B.6 esitettyjen sallittujen poikkeamien mukaisia. (SFS-EN 1090-2:2018, 78.)

Ei vaatimuksen mukaisten tuotteiden käsittely

Ei-vaatimuksenmukaiset tuotteet varastoidaan erillään muista tuotteista. Näitä tuotteita koskevat tiedot säilytetään oppilaitoksen dokumenttien käsittelyohjeen mukaan.

Näitä tuotteita voidaan käyttää myöhemmin hitsausarjoituksissa tai ne toimitetaan metallin kierrätysprosessiin. Näille tuotteille on oma varastointipaikka erillisessä varastointi huoneessa, jossa ei säilytetä vaatimuksenmukaisia tuotteita. Ei-vaatimuksenmukaisia tuotteita voidaan myös käyttää toissijaisiin oppilaitoksen omiin käyttötarkoituksiin tai niistä voidaan valmistaa uusia tuotteita. Ei-vaatimuksenmukaisten tuotteiden varasto tyhjennetään kerran vuodessa ja mikäli näille tuotteille ei sinä aikana löydy muuta käyttötarkoitusta toimitetaan ne metallin kierrätykseen.

Työmaalla tapahtuva asentaminen

REDUn laatukäsikirjan mukaan työmaalla tapahtuva kantavien teräsrakenteiden asentaminen ja vastuu siitä kuuluu asiakkaalle. Työtilausta vastaanottaessa on varmistettava, että asiakkaalla tai hänen alihankkijallaan on SFS-EN 1090-standardin mukainen valmius siihen. (SFS-EN 1090:2018–2, 67.)

Pintakäsittely

REDUn laatukäsikirjan mukaan pintakäsittely ja vastuu siitä kuuluu asiakkaalle. Erikseen sovittaessa voidaan maalaustyö tehdä REDUssa, jos siitä tehdään menettelyohje.

Oppilaitoksen muut harjoitus- ja asiakastyöt

Oppilaitoksessa tehdään myös harjoitus- tai asiakastyöitä, jotka eivät ole standardin SFS-EN 1090 mukaisia kantavia teräsrakenteita. Näitä töitä ei välttämättä tarvitse suorittaa laatu järjestelmän vaatimusten mukaisesti.

Laadun mittaus, tarkastus ja seuranta

Kantavien teräsrakenteiden standardin mukaan työskentely pyritään mahdollisuuksien mukaan ottamaan tavoiteltavaksi toimintamalliksi hitsauksen ja levytöiden koulutuksessa, vaikka työ ei SFS-EN 1090 piiriin kuuluisikaan. Silloin laadun mittaus, tarkastus ja seuranta muodostuvat vakiintuneeksi toimintatavaksi.

Teräsrakenteiden valmistus pyritään suorittamaan seuraavien vaiheiden mukaisesti:

1. Standardin vaatimusten mukaisten piirustuksien valmistus tapahtuu asiakkaan tai hitsaus- ja levytyö opettajien toimesta. Valmistuspiirustuksien tulee olla koneenpiirustuksen sääntöjen mukaisia. Tällöin kappale voidaan valmistaa samoin laatuvaatimuksin missä tahansa. Piirustusten ymmärtämistaito opitaan piirustuksia lukemalla.
2. Materiaalien seuranta ja laadunvalvonta tulee olla kunnossa ennen työn aloitusta. Materiaalit säilytetään nipuittain hyllyssä niille varatuissa paikoissa. Materiaalihyllyjen päissä on paikka QR-koodille, jossa on linkki kyseisen raaka-aineen SFS-EN 10204:2004 -standardin mukaiseen materiaalitodistukseen.
3. Teräsrakenne valmistetaan SFS-EN 1090-2:2018-standardin mukaisesti. Toteutusluokkana käytetään EN ISO 3834-3:2021 mukaista toteutusluokkaa EXC2: "Vakiolaatuvaatimukset" tai alemmaa toteutusluokkaa EXC1: SFS-EN ISO 3834-4:2021 "Peruslaatuvaatimukset".
4. Hitsaustyötä valvoo opettaja, jolla on hitsauskoordinoijan pätevyys.
5. Laadun tarkistaminen suoritetaan tilanteen mukaan joko REDUn tai ulkopuolisen tarkastuslaitoksen toimesta. Tämä on olennainen osa SFS-EN 1090-standardin noudattamista. Mikäli tarvitaan rikkomattomaa (NTD) tai rikkovaa (ND) tarkastusta suoritetaan ne yleensä ulkopuolisen tarkastuslaitoksen toimesta. Ainoastaan pienahitsien rikkova (ND) tarkastus voidaan jossain tapauksessa suorittaa itse. Pienahitsien a-mitan mittaus suoritetaan G-mallin INOX hitsimitalla tai muulla vastaavalla tarkalla hitsimitalla. Hitsausvirheiden etsimiseen on oppilaitoksessa käytössä tunkeuma neste tarkastus (CRC CRICK Non-Destructive testing Kit).
6. Dokumentointi: Valmistuspiirustukset, tarkastuspöytäkirjat ja mittaustulokset on dokumentoitava standardin mukaisesti. Tämä sisältää kaiken suunnittelun ja valmistuksen aikana tuotetut tiedot ja raportit. Laatu järjestelmän dokumentit säilytetään tietoturva vaatimukset täyttävässä sähköisessä arkistointijärjestelmässä. Varmuuskopiointi on suoritettava automaattisesti pilvipalveluna, verkkopalveluna, ohjelmiston avulla tai synkronointi ja jakamis palveluna. Tiedot on varmuuskopioitava

vähintään kerran viikossa. Tätä voidaan pitää riittävänä pienelle organisaatiolle, kun ei tehdä päivittäin suuria muutoksia tietoihin.

3.18 Kaikella on paikkansa ja kaikki on paikallaan

Laadun perusvaatimus on siisteys ja se on kaikkien tehtävä. Mieli on parempi ja ajattelu on selkeämpää puhtaassa tilassa. Työmoraaliin vaikuttaa positiivisesti se, että löytää työkalut ja muut tavarat sieltä mitä niiden omasta mielestä pitäisikin löytyä. Materiaalin tunnistettavuus ja jäljitettävyyys helpottuu, kun kaikki kulkee järjestelmällisesti paikasta toiseen. Raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi niin, että materiaalitieto kulkee luotettavasti mukana.

Ensimmäisenä tulee poistaa tarpeeton tavara, jonka jälkeen luodaan näkyvä järjestys. Tämän jälkeen ympäristön tulisi pysyä samanlaisena kuin ensimmäisenä päivänä siivouksen jälkeen.

Japanissa kehitetty viisiportainen (5S) työympäristön organisointiin ja työmenetelmien standardointiin kehitetty menetelmä sisältää näitä elementtejä. Tämä menetelmä on esitetty liitteessä 2, jossa käsitellään Lean menetelmiä laatuajattelun tukena. (Liker 2006.)

Nämä seuraavat asiat pitäisi olla kunnossa ennen auditointia:

- organisaation kuvaus
- vaatimusten katselmus
- tekninen katselmus
- hitsaushenkilöstön pätevyudet ja koordinointi
- tarkastus ja testaus menetelmät ja tarkastajat
- hitsaus toiminnot, hitsauskoneiden kalibrointi
- hitsauslisäaineiden käsittely ja varastointi
- perusaineiden käsittely ja varastointi
- ohjeistus poikkeamien käsittelystä
- tunnistettavuus ja jäljitettävyyys
- ohje hitsauslisäaineiden varastoinnista ja käsittelystä
- liitteet.

(Lepola & Ylikangas 2019, 413.)

Taulukko 1. Yhteenveto toimenpiteistä ennen auditointia

Valmiina		
Vaativimman toteutusluokan valinta	Valittu EXC2 Voidaan tehdä myös ECX1 toteutusluokan töitä.	
Laatuasiakirjoihin vaadittavat tiedot	Organisatiokaavio	Löytyy REDU:ltä
	Toteutuksesta vastaavat henkilöt	Hitsauksen opettajat, joilla on hitsauskoordinaattorin pätevyys.
	Käyttöohjeet	Kaikista koneista, joita käytetään kantavien teräsrakenteiden valmistukseen, löytyy käyttöohjeet. Koneiden huolto ja kunnossapito suoritetaan käyttöohjeiden mukaisesti.
	Materiaalien jäljitettävyys	Menettelyohje löytyy liitteestä 3. Täydennetään ohjetta tarvittaessa.
	Materiaalien käsittely ja säilytys	Menettelyohje löytyy liitteestä 3.
	Lisäaineet ja niiden säilytys	Menettelyohje löytyy liitteestä 3.
Toimenpiteet		
Hankittavat standardit	SFS-EN 1090-1 + A1. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin.	
	SFS-EN 1090-2:2018. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset.	
	SFS-EN ISO 3834-1:2021. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet	
	SFS-EN ISO 3834-3:2021. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset.	
	SFS-EN ISO 3834-4:2021. Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 4: Peruslaatuvaatimukset.	
Ensimmäiset validoitavat hitsauskoneet	Kemppi X8 1 kpl lankahitsauskoneeksi. MasterTig 235 2 kpl puikkohitsauskoneiksi.	
Hitsauskoneiden konekortit	Konekorteista löytyy valmis pohja.	
Levytyökoneiden konekortit	Konekorteista löytyy valmis pohja.	
Toteutuseritelmä	On laadittava ohjeistus toteutuseritelmän laadintaan. Toteutuseritelmä on tilaus tai projektikohtainen ja sisältää teräsrakenteen tekniset tiedot. Ohjeet toteutuseritelmän laadintaan löytyy standardin SFS-EN 1090-2:2018 liitteestä A. Mallipohja laadittava.	
Kokoonpanoeritelmä	Käytetään aluksi ostajan kokoonpanoeritelmää. Mikäli halutaan tehdä valmistajan eli REDUn kokoonpanoeritelmä niin laadintaa varten löytyvät ohjeet standardin SFS-EN 1090-1 sivuilta 21–22 (Liite A).	
Suoritusasoilmoitus DoP	Suoritusasoilmoitus on CE-merkinnän liiteasiakirja. Malli löytyy Euroopan komission julkaisusta Rakennustuotteiden	

	CE-merkintä vaihe vaiheelta. Ohjeistus suoritustasoilmoituksen tekemiseksi on laadittava. (Euroopan komissio 2014).
Alkutestaus	Tehtävä kun aletaan valmistamaan standardin SFS-EN 1090 mukaisia tuotteita. Ohjeistus löytyy standardin SFS-EN 1090-1 sivulta 14.
Menettelyohjeet	Menettelyohjeet on laadittava liitteen 1 mukaan.
Dokumenttien arkistointi	Hitsausohjeet
	Hitsaajien pätevyyskokeet
	Hitsauslisäainepöytäkirjat
	Materiaalitodistukset
	Mittauspöytäkirjat
	Tarkastus- ja testauspöytäkirjat
	Piirustukset ja osaluettelot
	Toteutusertelmät
	Kokoonpanoeritelmät
	Suoritustasoilmoitukset
	Auditointipöytäkirjat
FPC-manuaalin eli laatukäsikirjan teko	Aloitetaan kun on saatu ESR+ hankkeen rahoituspäätös.
Esiauditointi	Toteutetaan hitsauskoordinaattorien toimesta ennen auditointia.
Auditointi	Tarjouspyynnöt pyydetään ulkopuolisilta tarkastuslaitoksilta.

3.19 Sertifiointiauditointi

Auditointipäivä aloitetaan kokouksella, jossa ovat paikalla tarkastuslaitoksen edustajat, REDUn hitsauskoordinaattorit ja muut hitsaustyön vastuuhenkilöt. Ennen tätä aloituspalaverin jälkeen on pidetty tarpeelliset kokoukset tarkastuslaitoksen kanssa. Tämän opinnäytetyön ohjaamana on SFS-EN 1090-standardin vaatimukset käyty läpi hitsaushenkilökunnan kanssa. Tarpeelliset standardit on hankittu oppilaitoksen käyttöön. Ne puutteet mitä esiauditoinnissa on todettu, on korjattu. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n kaupasta on ostettu tarpeelliset standardit. Kaikella on paikkansa ja tavarat ovat paikallaan. Kaikki tietävät mitä pitää tehdä laadun saavuttamiseksi.

Auditoinnin ylläpitäminen

Ulkopuolisen tarkastuslaitoksen suorittamien valvontatarkastusten määräajat vuosittain tai tilanteen oleellisesti muuttuessa on kuvattu standardin SFS-EN 1090-1:2012 sivulla 25. Auditoinnin ylläpitämiseen REDUssa tulee määrätä vastuuhenkilö.

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä työssä haettiin vastausta kysymyksiin siitä miten kantavien hitsattujen teräsrakenteiden valmistus olisi mahdollista Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyöosastolla. Haettiin saada vastaus kysymyksiin, jotka koskivat valmiuden hankkimista auditoinnin suorittamista varten ja teräsrakentamista koskevan toiminnan ohjeistamista. Opinnäytetyön avulla pitäisi pystyä luomaan sisäinen laadunvalvontajärjestelmä ja selvittää miten ulkopuolisen laitoksen suorittama auditointi suoritetaan. Lopuksi vertailtiin sertifikaatista saatavaa hyötyä sen hankkimisen kustannuksiin.

4.1 Valmiuden hankkiminen sertifikaatin saamiseksi

Opinnäytetyön tavoite oli saada aikaan suunnitelma SFS-EN 1090-standardin käyttöönotosta ja sertifiointista REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Tavoite saavutettiin tekemällä suunnitelma FPC-manuaalin tekemisestä oppilaitoksen käyttöön. Tämän FPC-manuaalin, jota oppilaitoksen sisäisessä kielenkäytössä voidaan kutsua myös laatukäsikirjaksi, ohjeistuksella voidaan saavuttaa valmius SFS-EN 1090 standardin mukaisen auditoinnin suorittamiseen sertifikaatin hankkimista varten.

4.2 Teräsrakentamista koskevan toiminnan ohjeistaminen

Teräsrakentamista koskeva toiminta saadaan ohjeistettua menettelyohjeiden avulla SFS-EN 1090-standardin mukaiseksi. Ohjeistus niiden tekemiseen löytyy liitteestä 1. Nämä menettelyohjeet toimivat FPC-manuaalin tukena. Liitteestä 2 löytyy tietoa laatuajärjestelmän käyttöä tukevista Lean-menetelmistä. Näitä menetelmiä voidaan käyttää järjestyksen saavuttamiseen ja ylläpitämiseen oppimisympäristössä. Liitteestä 3 löytyy REDUn hitsaus- ja levytyöhallin toimintaohje. Tätä toimintaohjetta voidaan käyttää pohjana yksityiskohtaisempien menettelyohjeiden tekemiseen.

4.3 Sisäisen laadunvalvontajärjestelmän luominen

Yhteenveto toimenpiteistä ennen auditointia löytyy sivun 44 taulukosta 1. Luvussa 3 käsitellään yksityiskohtaisemmin Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyöosaston sisäisen laadunvalvontajärjestelmän luomista. Oppimisympäristön kehittäminen sisäisen laadunvalvontajärjestelmän mukaiselle tasolle luo edellytykset sille, että opiskelijoille voidaan opettaa SFS-EN 1090-standardin mukaisten teräsrakenteiden valmistusta. Tarvittaessa myös paikallisille yrityksille voidaan järjestää koulutusta SFS-EN 1090-standardin mukaisesta laadunvalvontajärjestelmästä.

4.4 Ulkopuolisen laitoksen suorittama auditointi

Valmius ulkopuolisen tarkastuslaitoksen suorittamaan auditointiin tarkistetaan esiauditoinnissa. Siinä tarkistetaan, että valmistelevat toimenpiteet on tehty tämän opinnäytetyön ohjeistuksen mukaisesti. Esiauditointi suoritetaan REDUn hitsauskoordinaattorien valvonnassa. Koska oppilaitoksessa suoritetaan hitsaajan pätevyyskokeita, joista osa lähetetään tarkistettavaksi testaus, tarkastus ja sertifiointialan yritykseen on ulkopuolisen tarkastuslaitoksen kanssa jo aiemmin tehty yhteistyötä. Kun on tehty päätös auditoinnin suorittamisesta, niin on pyydettävä tarjouspyyntö vähintään kolmelta ulkopuoliselta tarkastuslaitokselta REDUn hankinta säännösten mukaisesti. Ulkopuolisen auditoinnin tarjous voi sisältää myös koulutusta ja kokouksia, joissa valmistellaan auditointia.

4.5 Sertifikaatin hankkimisesta saatava hyöty ja sen kustannukset

Oppilaitokselle saatava hyöty auditoinnista ja sertifikaatin hankkimisesta on se, että se parantaa kokonaislaatua ja lisää uskottavuutta asiakkaiden ja sidosryhmien näkökulmasta. Voidaan myös tehdä SFS-EN 1090-2:2018 mukaisia kantavia teräsrakenteita, joiden vaativin toteutusluokka on EXC2. Oppilaitos kykenee myös sertifikaatin saatuaan järjestämään SFS-EN 1090-standardin mukaista laatujärjestelmän koulutusta.

Kun oppilaitosympäristöön suunnitellaan SFS-EN 1090-standardin mukaista laatujärjestelmää niin kannattaa ensin selvittää miten se voitaisiin liittää osaksi jotain hitsauksen kehittämishanketta tai projektia. Suurin yksittäinen kustannuserä alussa on ulkopuolisen tarkastuslaitoksen suorittama auditointi. Kustannuksia tulee myös ennen auditointia suoritettavista valmistautumistoimenpiteistä kuten henkilöstökustannukset suunnittelusta ja dokumenttien laadinnasta. Ennen auditointia voidaan joutua suorittamaan kalustohankintoja, hitsauskoneita voidaan joutua validoimaan ja materiaalinhallinnan on oltava standardin edellyttämälle tasolla. Myös henkilöstöä voidaan joutua kouluttamaan.

Kun laatujärjestelmä on käytössä, niin henkilöstökustannuksia tulee hitsaus- ja työohjeiden laatimisesta, piirustuksien ja kaiken muun dokumentoinnin tekemisestä sekä arkistoinnista. Kuluja tulee myös pakollisista ulkopuolisen tarkastuslaitoksen suorittamista jälkiauditoinneista.

Oppilaitosympäristössä kustannustehokkainta on saada laatujärjestelmän kehittäminen sekä auditoinnista tulevat kustannukset mukaan hitsauksen kehittämishankkeeseen. Sertifikaatin hankkimisen jälkeen sen ylläpitämisestä tulevat kustannukset tulisi pystyä kattamaan kantavien teräsrakenteiden valmistukseen liittyvillä koulutuksilla tai asiakastoilla.

4.6 Hitsausosaamisen kehittämishanke

Hankkeeseen, jonka työnimi on "Hitsausosaamisen ja -oppimisympäristöjen kehittäminen" on valmisteltu pääasioita ja sisältöä vuonna 2023. Helmikuussa 2024 hankeidea esiteltiin rahoittajalle ja rahoitushaku avautuu elokuussa tai syyskuussa 2024.

Hankekokonaisuus sisältää investointihankkeen ja kehittämishankkeen, joka on EAKR, JTF tai ESR+ rahoitteinen riippuen kehittämistarpeesta. Osaamisen ja koulutuksen sisältöjen kehittämiseen sopii parhaiten ESR+ rahoitteinen hanke. Hitsausosaamisen kehittämishankkeeseen haetaan todennäköisesti ESR+ rahoitusta ELY-keskukselta. EAKR rahoitusta haetaan Lapin liitolta tuotantotekniikan investointeihin. JTF-rahoitus on uusi rahoitusmalli, jolla on rajoitetumpi kohderyhmä. **Kehittämishankkeen osaksi on esitetty hitsauksen laatujärjestelmän kehittämistä ja sertifiointia tämän opinnäytetyön pohjalta standardin SFS-EN 1090 mukaisesti.**

Muita hankkeeseen sisältyviä asioita ovat:

- hitsauksen pätevyyskokeen kehittäminen
- vastuullisuus ja materiaalinhallinta osana pätevyyskoetta
- työelämäyhteistyö osana pätevyyskokeen kehittämistä
- hitsausopetuksen materiaalin hallinta
- hitsaus harjoituskappaleiden uusiokäyttö
- hyötyjätteen kerääminen osana hitsausopetusta.

Vihreän siirtymän huomioiminen on eduksi hankerahoitusta haettaessa. Siksi hankekemukseen on hyvä sisällyttää hitsaus harjoituskappaleiden uusiokäyttö, hyötyjätteen kerääminen osana hitsausopetusta ja muu kierrätysosaaminen.

Hankkeeseen, joka sisältää standardin SFS-EN 1090 mukaisen laatujärjestelmän kehittämisen ja sen mukaan toimimiseen rahoitusta haettaessa on hyödyllistä hakea paikallisilta yrityksiltä suositustodistus hankemukseen liitettäväksi. Tässä suositustodistuksessa paikalliset yritykset voivat ilmaista sen, että kannattavat sitä, että laatujärjestelmän mukaan toimitaan jo koulutusvaiheessa. Oppilaitoksen laatujärjestelmän sertifiointista on siis silloin paikallisille yrityksille hyötyä.

Ammatillisista oppilaitoksista löytyy paljon osaamisista erilaisista projekteista ja hankkeista sekä siitä, miten niihin haetaan rahoitusta. Tämän opinnäytetyön avulla on saatu uusi hitsausosaamisen kehittämishanke alkuun ja REDUn hankesuunnittelijan avulla viedään sitä eteenpäin ESR+ aikataulun mukaisesti. Hankerahoituksena SFS-EN 1090-standardin mukaan toimimisen kustannukset alkuvaiheessa eivät ole liian suuret. Laatujärjestelmän mukaan toimiminen kehittää kokonaisuutena hitsausopetuksen tasoa oppilaitoksessa.

Taulukko 2. Hitsausosaamisen ja -oppimisympäristöjen kehittämishanke

31.10.2023	Ideapaperi	Hankkeen suunnittelukokous
14.2.2024	Kokous	Aletaan valmistelemaan hankekokonaisuutta.
20.2.2024	Kokous	Hankkeen suunnittelu <ul style="list-style-type: none"> • uudistetut oppimisympäristöt • koulutuksen kehittäminen • opiskelijamäärien kasvatus • hitsauksen opetuksen vastuullisuus • hitsaussimulaattorit • hitsauksen pätevyyskokeen kehittäminen • standardin SFS-EN 1090 käyttöönotto
Helmikuu 2024	Hankeideoiden esittely rahoittajalle	ESR+ kehittämishanke EAKR investointihanke
Huhtikuu 2024	Pekka Malmi opinnäytetyö	Laadunvalvontajärjestelmän (FPC-manuaalin) ohjeistus valmis. Paikallisilta yrityksiltä haetaan suositushakemus hankehakemukseen liitettäväksi.
Elokuu 2024	Hankekokonaisuus valmis	Rahoitushaku avautuu elokuussa tai syyskuussa 2024. ELY-keskukselta haetaan ESR+ rahoitusta. Lapin liitolta haetaan EAKR rahoitusta.
Syyskuu 2024	Toteuttamisvaiheen aloitus	Hankkeen osien toteutus aloitetaan, kun rahoitus on valmis.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikuttaneita syitä oli tarve kehittää hitsausalan osaamista Lapissa ja hitsauksen opetuksen laatua Lapin koulutuskeskus REDUn kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristössä. Tarvittiin kehittämistehtävä, joka on ajankohtainen ja josta on todellista hyötyä. 1090-standardista on tehty paljon opinnäytetöitä, mutta standardeissa olevat asiat muuttuvat, kun standardeja päivitetään. Työpaikallani tarvittiin päivitettyä uutta tietoa sertifiointin hankkimisesta Lapissa sijaitsevaan oppimisympäristöön.

5.1 Kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristön kehittäminen standardin SFS-EN 1090 mukaan

Mikäli tehdään päätös sertifiointin hankkimisesta kantavien teräsrakenteiden valmistukseen, on tärkein siihen vaikuttava asia hitsauksen opettajien mielenkiinto ja kiinnostus asiaan. Opetuksen laadun kannalta sertifiointi ei ole välttämätön. Henkilökunnan tulee tietää sitoutuvansa ylläpitämään laatujärjestelmää myös auditoinnin jälkeen. Vaadittavista toimenpiteistä on laadittava realistinen kustannusarvio ja ymmärrettävä että kustannuksia tulee myös sertifiointin ylläpidosta. Hitsausosaamisen ja -oppimisympäristöjen kehittäminen hankkeessa on nyt pidetty ensimmäiset kokoukset ja tämän opinnäytetyön mukaisen laatu- ja järjestelmän kehitys ja rahoitus siihen tulee saada hoidettua mukaan hankkeeseen. Kokonaisuus sisältää investointihankkeen ja kehittämishankkeen ja jokaisella hankkeeseen osallistujalla on oma näkökantansa, siitä mihin hankerahoitus kohdistuu.

Opinnäytetyöaihe on ollut mielenkiintoinen ja aiheeseen perehtyessä on löytänyt paljon uusia näkökantoja hitsaustyöhön ja siihen, miten sitä tulisi opettaa ammatissani. Opinnäytetyön alussa osallistuin kokouksiin, joissa suunniteltiin Lapin kone- ja hitsaus palvelu oy:n FPC-manuaalia. Tätä yhteistyötä olisi ollut hyödyllistä jatkaa myöhemminkin, mutta omien ja Lapin kone- ja hitsauspalvelu oy:n työkiireiden takia tämä jäi vähemmälle. Olin myös halunnut osallistua Kiwa Inspectan SFS-EN 1090-standardin koulutukseen. Olin jo siihen ilmoittautunut mutta pakollisten syiden vuoksi en päässyt siihen osallistumaan. Sain kuitenkin käyttööni koulutuksessa jaetun opetusmateriaalin. Yritysten kanssa tehdyn yhteistyön tuloksena sain käyttööni myös muutakin hyödyllistä aineistoa ja opastusta laatujärjestelmän suunnitteluun. Itse opinnäytetyön tekemisessä tuli liiankin pitkä tauko, jolloin työ ei edistynyt ollenkaan. Kun sitten jatkoin työn tekemistä totesin, että olisi ollut hyödyllistä tehdä koko ajan jotain opinnäytetyöhön liittyvää. Tällöin asia ei pääse unohtumaan mielestä alitajunnan etsiessä koko ajan ratkaisua asioihin.

Oppimisympäristön kannalta tärkeintä on perehtyä SFS-EN 1090-standardiin perusteellisesti. Tällöin voidaan ymmärtää sen asettamat vaatimukset oppimisympäristön kehittämiselle. Oppimisympäristön tilojen,

koneiden ja laitteiden tulee vastata standardin vaatimuksia. Suunnitteluvaiheessa selvitetään, miten oppimisympäristö suunnitellaan vastaamaan standardin vaatimuksia. Tällöin voidaan joutua tekemään muutoksia tiloihin, laitteisiin ja toimintaympäristöön. Täytyy varmistaa, että koneet ja laitteet täyttävät standardin asettamat vaatimukset teräsrakenteiden valmistukseen. Oppimisympäristössä tulee tarkastaa säännöllisesti, että se täyttää standardin SFS-EN 1090 vaatimukset. Tarvittavat parannukset ja päivitykset tulee tehdä tarvittaessa.

On kehitettävä menettelytavat standardin mukaisen turvallisuuden ja laadunvalvonnan varmistamiseksi. Tämä voi sisältää esimerkiksi tarkastukset, testaukset ja dokumentaation ylläpidon. On pidettävä huolta siitä, että kaikki tarvittavat dokumentit ja raportit säilytetään ja pidetään ajan tasalla asianmukaisesti. Näitä dokumentteja ovat esimerkiksi tarkastusraportit ja laatusertifikaatit.

Nämä ovat yleisiä suuntaviivoja oppimisympäristön kehittämiseksi. Kaikki kehitystyö on tehtävä huolellisesti ja vastuullisesti turvallisuuden ja laadun takaamiseksi. Käytännön toteutus voi riippua oppimisympäristön koosta, resursseista ja erityistarpeista. Nykyinen toimintaohje REDUn hitsaus- ja levytyöhallissa on esitetty liitteessä 3.

5.2 Oppimisympäristön henkilöstön osaaminen ja koulutus

Oppimisympäristön henkilökunta tulee kouluttaa standardin vaatimusten mukaisesti. Tulee myös varmistaa, että he ymmärtävät ja osaavat noudattaa standardia työskennellessään koneiden, laitteiden ja opiskelijoiden kanssa. On tehtävä yhteistyötä alan sidosryhmien kuten hitsausalan yritysten, standardin valvojien, asiantuntijoiden ja sertifiointi organisaatioiden kanssa sen varmistamiseksi, että oppimisympäristö jatkossakin täyttää standardin vaatimukset.

5.3 Hankerahoitus

Koulutuksen ja opetuksen kehittämisen näkökulmasta tämä on hanke, joka sopii ESR+ hakuun. Tämä voi myös olla jatkoa aiemmille kone- ja tuotantotekniikan hankkeille. Hankerahoituksena auditoinnin kustannukset oppilaitokselle pysyvät kohtuullisina. Rahoituksesta riippumatta tärkeää on se, että henkilökunnalla on todellista mielenkiintoa SFS-EN 1090-standardin mukaan toimimiseen. Mikäli mielenkiinto ei riitä jatkuvan laatujärjestelmän mukaan toimimiseen ei laatujärjestelmä toimi jatkossa. Henkilökunta voi myös vaihtua, siksi laatujärjestelmään kuuluvat asiat tulisi kirjata myös oppilaitoksen toimintakäsikirjaan.

5.4 Teräsrakenne tutkinnon osan valinta yli tutkintorajojen

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon lisäksi rakennusalan perustutkinto ja talotekniikan perustutkinto hyötyisivät teräsrakenne tutkinnon osaan sisältyvästä hitsaus osaamisesta. Teräsrakenne tutkinnon osan osaamisvaatimuksiin kuuluu opiskelijoilla ammattitaitovaatimuksena kiitettävään arvosanaan tuntea SFS-EN 1090 -standardien vaatimukset teräsrakenteiden CE-merkinnälle sekä valmistukselle. (Opetushallitus 2024.) Kuten Riitta Karusaari on väitöskirjassaan ”Asiakaslähtöisyys osaamisperusteisessa ammatillisessa koulutuksessa” todennut, niin nykyään tutkinnoilta odotetaan enemmän joustavuutta ja mahdollisuuksia valita tutkinnon osia yli tutkintorajojen.

Työpaikoilla työtehtävät moninaistuvat. Samalla alallakin työskenteleviltä henkilöiltä edellytetään toisinaan erilaista osaamista. Elinkeinojen muutos edellyttää tutkinnoilta enemmän joustavuutta ja monipuolisia mahdollisuuksia muun muassa valita tutkinnon osia yli tutkintorajojen. Opiskelijalla tulee olla paremmat mahdollisuudet hankkia osaamista ja erikoistua opintojen aikana joustavasti ja monipuolisesti erilaisin oppimiskäsitteillä. Opiskelijoiden valinnanmahdollisuuksia tutkinnon suorittamisessa lisättiin siten, että he voivat valita tutkinnon osia opintopolkuunsa eri tutkinnoista. Opiskelijat voivat siten laaja-alaisesti osaamistaan ja vastata osaamisellaan monipuolisiin työelämän vaatimuksiin. (Karusaari 2020.)

SFS-EN 1090 -standardien vaatimuksia voidaan siis myös opettaa tuleville rakennusalan työntekijöille, jotka suorittavat rakennusalan perustutkintoa tai talotekniikan perustutkintoa. Laatujärjestelmän oppien mukaan toimiminen on varmaankin tehokkaampaa opetusta kuin pelkkä teoreettisen tietämyksen antaminen asiasta. Kantavien teräsrakenteiden kestävyys on tärkeää kaikille rakennusalan toimijoille, mutta itse tuotteet valmistetaan metallipajoissa. Työmaalla suoritettava kantavien teräsrakenteiden asennustyö kuuluu kuitenkin rakennusalan ammattilaisille ja se on SFS-EN 1090-standardin mukaista toimintaa. Yhteistyö rakennus- ja hitsausalan ammattilaisten kanssa on siis olennaisen tärkeää SFS-EN 1090-standardin vaatimusten ymmärtämisessä.

5.5 Oman hitsausosaamisen kehittäminen

Laatujärjestelmän suunnitteluun perehtyminen on ollut mielenkiintoista ja siitä on ollut hyötyä oman hitsausalan osaamisen kehittämiseen ja siitä on saatu innostus myös kehittämishankkeeseen osallistumiselle. Oppimisympäristöä ja toimintaympäristöä on saatu kehitettyä tämän työn aikana. Dokumentaation ylläpito on suunniteltava niin, että siihen käytetty työaika on hyödyllistä. Laatujärjestelmän mukanaan tuomalla täsmällisyydellä ja suunnitelmallisuudella voidaan kehittää myös työympäristöä viihtyisämmäksi. Työn aikana on oppinut uusia asioita ja mielenkiinto alaan on kasvanut. Laatujärjestelmän suunnittelua voidaan jatkaa hitsauksen kehittämishankkeissa joihin SFS-EN 1090-standardin mukaan toimiminen tuottaa sisältöä.

5.6 Laatua tekemällä

Suomalainen sananlasku ja REDUn laatuperiaate on että ”Laatu syntyy tekemällä” tarkoittaa sitä, että taitoja ja osaamista kehitetään tekemällä sekä harjoittelemalla. Sama pitää paikkansa yrityksen laatujärjestelmän suhteen, se ei ole kerrasta valmis vaan sitä pitää kehittää myös auditoinnin jälkeen. Vaikka työn laatu vaatii usein työn suorittamista sääntöjen, määräysten ja standardien mukaan on laadukkaan työn tekeminen vaikeaa ilman henkilökohtaista mielenkiintoa suoritettavaan työhön. Hitsausalan juuret juontavat syvälle menneisyyteen, menetelmät ovat kehittyneet ajan myötä ja alalla on edelleen jatkuvaa kehitystä. Nykyaikaa ovat ympäristöystävälliset hitsausmenetelmät ja energiatehokkaat hitsausprosessit.

Menneisydessä itseäni kiinnostaa esimerkiksi hitsausprosessien kehitys laivanrakennusteollisuudessa. Ensimmäisten, varsinkin sarjatuotantona rakennettujen laivojen rakenteissa oli virheitä, joista myöhemmin opittiin paljon. Hitsaustekniikan kehitykseen ovat osallistuneet kaikki tavallisista hitsaajista tiedemiehiin. Standardointiin alettiin kiinnittää huomiota teollisen vallankumouksen alkuaikoina 1800-luvulla. Fordin tuottama T-Ford korosti standardointia ja tuotannon tehokkuutta 1900-luvun alussa. Näistä asioista kehittyi lopulta nykyaikainen laatujärjestelmä. Myöhemmin on korostettu kokonaisvaltaista ja asiakaslähtöistä laatujärjestelmää, johon kaikki työntekijät osallistuvat. Keskeinen teema on laatujärjestelmän jatkuva parantaminen työntekijä- ja asiakaslähtöisesti.

LÄHTEET

Ammattiopisto Lappia. ASFT – Arctic Smart Future Technologies hanke. Hakupäivä 7.2.2024.

<https://www.lappia.fi/hanke/asft-arctic-smart-future-technologies/>

Esab. Hitsauslisäaineiden varastointi- ja käsittelyohjeet. Hakupäivä 7.2.2024. [https://mail.kone-](https://mail.kone-kansa.net/attachments/hitsauslis%C3%A4aineiden-varastointi-ja-k%C3%A4sittely-pdf.55034/)

[kansa.net/attachments/hitsauslis%C3%A4aineiden-varastointi-ja-k%C3%A4sittely-pdf.55034/](https://mail.kone-kansa.net/attachments/hitsauslis%C3%A4aineiden-varastointi-ja-k%C3%A4sittely-pdf.55034/)

Euroopan komissio 2014. Rakennustuotteiden CE-merkintä vaihe vaiheelta. [https://ec.eu-](https://ec.eu-ropa.eu/docsroom/documents/12322/attachments/1/translations/fi/renditions/native)

[ropa.eu/docsroom/documents/12322/attachments/1/translations/fi/renditions/native](https://ec.eu-ropa.eu/docsroom/documents/12322/attachments/1/translations/fi/renditions/native)

Hurula, Kai & Kauppi, Timo 2014. Uusiutuva teräsrakentaminen 2014. Lapin alueen teräsrakentaminen –

haasteet, osaamis pääoma ja kehittämistarpeet. Lapin AMKin julkaisuja. Sarja B. Raportit ja selvitykset

15/2015. Hakupäivä 3.9.2023. [https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=ac297bb9-a8b1-4b40-9720-](https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=ac297bb9-a8b1-4b40-9720-103d0649e954)

[103d0649e954](https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=ac297bb9-a8b1-4b40-9720-103d0649e954)

Karaila, Mika, Valmet. QR-koodi teollisuudessa. Suomen automaatioseura ry. Hakupäivä 20.9.2023.

https://www.automatioseura.fi/site/assets/files/3020/liite_qr-code.pdf

Karusaari, Riitta 2020. Asiakaslähtöisyys osaamisperusteisessa ammatillisessa koulutuksessa. Väitöskirja.

Lapin yliopisto. Hakupäivä 11.2.2024. [https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/64059/Karu-](https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/64059/Karusaari.Riitta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[saari.Riitta.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://lauda.ulapland.fi/bitstream/handle/10024/64059/Karusaari.Riitta.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kauppi, Timo 2016. Arktinen teräsrakentaminen: haaste vai mahdollisuus? Lapin AMK. Hakupäivä

29.1.2024. <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=f412de46-e30b-422e-9577-9d2d3aca0a37>

Kiwa Inspecta Finland. Kantavien teräsrakenteiden CE-merkintä (EN 1090-1). Hakupäivä 7.2.2024.

[https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/kantavien-terasrakenteiden-](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/kantavien-terasrakenteiden-ce-merkinta-en-1090-1/?gad=1&qclid=CjwKCAiA0syqBhBxEi-wAeNx9N7rwcD8nXiYXfyWVDhL085Vh6Dfp9LJRq32IsKYwqLX9Tas6xweHxoCp88QAvD_BwE)

[ce-merkinta-en-1090-1/?gad=1&qclid=CjwKCAiA0syqBhBxEi-](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/kantavien-terasrakenteiden-ce-merkinta-en-1090-1/?gad=1&qclid=CjwKCAiA0syqBhBxEi-wAeNx9N7rwcD8nXiYXfyWVDhL085Vh6Dfp9LJRq32IsKYwqLX9Tas6xweHxoCp88QAvD_BwE)

[wAeNx9N7rwcD8nXiYXfyWVDhL085Vh6Dfp9LJRq32IsKYwqLX9Tas6xweHxoCp88QAvD_BwE](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/sertifiointi-arviointi-ja-todentaminen/kantavien-terasrakenteiden-ce-merkinta-en-1090-1/?gad=1&qclid=CjwKCAiA0syqBhBxEi-wAeNx9N7rwcD8nXiYXfyWVDhL085Vh6Dfp9LJRq32IsKYwqLX9Tas6xweHxoCp88QAvD_BwE)

Lapin ammattikorkeakoulu 2024. Teräsrakentamisen kiertotalous kehittyä lapissa.

[https://www.lapinamk.fi/news/Terasrakentamisen-kiertotalous-kehitty-Lapissa/29272/1524b393-ee19-](https://www.lapinamk.fi/news/Terasrakentamisen-kiertotalous-kehitty-Lapissa/29272/1524b393-ee19-45a3-94b3-a1c7e3a08dea)

[45a3-94b3-a1c7e3a08dea](https://www.lapinamk.fi/news/Terasrakentamisen-kiertotalous-kehitty-Lapissa/29272/1524b393-ee19-45a3-94b3-a1c7e3a08dea)

Lapin koulutuskeskus REDU 2024a. Tietoa REDUsta. <https://www.redu.fi/fi/redu>

Lapin koulutuskeskus REDU 2024b. Laadunhallinta. <https://www.redu.fi/fi/redu/konserni/laadunhallinta>

Lapin koulutuskeskus REDU 2024c. Tutkinnot ja koulutukset. <https://redu.fi/fi/hakijalle/tutkinnot-ja-koulutukset>

Lepola, Pertti & Ylikangas, Risto. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet 2019. Sanoma Pro oy.

Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. A Bonnier Group Company.

Lindewald, Carl-Gustaf 2013. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Teknologiateollisuus ry.

METSTA 2015. Teräsrakenteet ja CE-merkintä eli SFS-EN 1090-standardi. <https://www.youtube.com/watch?v=IFk-zW6mpTc&t=12s>

Multimäki, Matti 2009. Standardin ISO 9001 eräs tulkinta "miten osuudesta": Miksi standardi ISO 9001 ei anna odotettua tulosta? Väitöskirja. Hakupäivä 15.11.2023.

<http://lib.tkk.fi/Diss/2009/isbn9789512299980/isbn9789512299980.pdf>

Ojasalo, Katri & Moilanen, Teemu & Ritalahti, Jarmo 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Sanoma Pro Oy.

Opetushallitus 2024. ePerusteet. Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto, tutkinnon osat. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/ammattillinen/3855075/tutkinnonosat/3906318>

SFS-EN 10204:2004. Metallituotteiden aineodistukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1090-1 + A1:2012 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1090-2 liite A:2021. Ohjeita toteutuseritelmän laatimiseksi. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1090-2:2018 Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1993-1-1:2022: en. Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN IEC 60974-14:2018 Kaarihitsauslaitteet. Osa 14: Kalibrointi, validointi ja toistotarkkuuden testaus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 13920:2023. Hitsaus. Hitsattuja rakenteita koskevat yleistoleranssit. Pituus ja kulmamitat. Muoto ja sijainti. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 14731:2019. Hitsauksen koordinointi. Tehtävät ja vastuut. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 15607:2019. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Yleisohjeet. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 3834-1:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimustason valintaperusteet. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 3834-3:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 3: Vakiolaatuvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 3834-4:2021 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 4: Peruslaatuvaatimukset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 9606-1:2017. Hitsaajan pätevyyskoe. Sulahitsaus. Teräkset. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry 2024. Standardit ja julkaisut. <https://sales.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Teräsrakenneyhdistys 2015. Julkaisu 6. https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/207/1aef673/FAQ_EN_1090_julkaisu_6_rev.pdf

Ympäristöministeriö 2024 b. Rakennustuotteiden kansalliset hyväksyntämenettelyt. Hakupäivä 30.1.2024. <https://ym.fi/rakennustuotteiden-kansalliset-hyvaksyntamenettelyt>

Ympäristöministeriö 2024a. Rakentaminen ja maankäyttö. Rakennustuotteet. Hakupäivä 30.1.2024. <https://ym.fi/rakennustuotteet>

Ympäristöministeriö 2024c. CE-merkintä. Hakupäivä 30.1.2024. <https://ym.fi/ce-merkinta>

Your Europe 2024. CE-merkintä. Hakupäivä 23.1.2024. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_fi.htm

Menettelyohjeista käsitellään niitä malleja, jotka olisivat tarpeellisia Lapin koulutuskeskus REDUn hitsaus- ja levytyöosastolla.

Vaatimusten katselmus

Vaatimuksien katselmuksessa käydään läpi työssä käytettävät tuotestandardit ja direktiivit. Siinä käydään läpi se osa sopimuksesta, joka käsittelee hitsausta ja hitsauskoordinaattorin tulisi olla läsnä, kun siinä käsitellään hitsaukseen liittyviä asioita. Siinä voidaan selvittää esimerkiksi käytettävät hitsiluokat ja hyväksymisrajat. Voidaan myös selvittää hitsausliitokselta vaadittavat mekaaniset, termiset tai kemialliset ominaisuudet sekä mahdolliset lisävaatimukset. Jos vastaavia töitä on tehty aiemmin ei menettelyohjeen mukaista lomaketta ole pakko joka sopimuksen yhteydessä täyttää. (Lindewald 2013, 11.)

Tekninen katselmus

Teknisessä katselmuksessa käydään läpi standardin SFS-EN ISO 3834 mukaisia asioita:

1. käytettävien perusaineiden erittely ja hitsausliitosten ominaisuudet
2. hitsien laatu- ja hyväksymisvaatimukset
3. hitsien sijainti ja hitsausjärjestys
4. hitsien luokse päästävyys sekä hitsauksen että tarkastuksen aikana
5. hitsausohjeet
6. rikkomattoman aineenkoetuksen tarkastusohjeet
7. tarvitseeko NTD-tarkastus tehdä ja jos tarvitsee niin missä se tehdään
8. lämpökäsittelyohjeet
9. hitsausohjeen hyväksymistapa
10. henkilöstön pätevyudet
11. materiaalin valinta, tunnistus ja jäljitettävyys
12. hitsaajien valinta
13. hitsien tunnistus
14. laadunvalvonnan järjestely ja mahdollisen riippumattoman tarkastuselimen käyttö
15. mitä kohtia hitseistä testataan
16. valmiin liitoksen sekä railojen yksityiskohdat ja mitat
17. miten toimitaan, jos tuotteeseen halutaan muutoksia sopimuksen
18. missä tapahtuu loppuasennus ja ympäristöolosuhteiden vaikutus asennushitsaukseen
19. erityismenetelmien käyttö ja mahdolliset muut hitsaukseen liittyvät vaatimukset
20. poikkeamien käsittely.

Hitsaukseen liittyvä henkilöstö

Kantavien teräsrakenteiden hitsaustöissä edellytetään hitsaajilta standardin SFS-EN ISO 9606-1:2017 mukaisen pätevyyskokeen voimassaolo käytetyille materiaaleille, hitsausprosessille ja hitsausasenoille. Hitsauskoordinoijien pätevyys osoitetaan riittävällä kokemuksella tai koulutuksella. Koulutuksella hankittu pätevyys voidaan osoittaa esimerkiksi kansainvälisen hitsausneuvojan IWS-tutkinnolla tai kansainvälisen hitsausinsinöörin IWE-tutkinnolla. Yrityksen on nimittävä vähintään yksi vastuullinen hitsauskoordinoija. Vastuullisella hitsauskoordinoijalla on kokonaisvaltainen hitsaustekninen vastuu ja hän voi myös pysäyttää hitsausteknisen tuotannon tarvittaessa. Vastuullisen hitsauskoordinoijan lisäksi voi olla myös muita hitsauskoordinoijia ja työnjohtajia, jotka raportoivat vastuulliselle eli pääkoordinaattorille. (Lindewald 2013, 15–16.)

Käytetyt hitsausohjeet ja niiden laatiminen

Hitsausohjeiden käyttämiselle tulee olla hitsaus standardien vaatimukset täyttävät menettelyohjeet. Uutta hitsausohjetta hyväksyessä siitä tulee laatia menettelyohjeen mukainen hyväksymispöytäkirja (Welding Procedure Qualification Record eli WPQR). (Lindewald 2013, 17.)

Piirustukset ja työohjeet

Piirustuksien ja työohjeiden käsittelystä, säilytyksestä ja laatimisesta voidaan tehdä menettelyohje.

Hitsausaineiden käsittely ja varastointi

Hitsausaineiden käsittely ja varastointi tulee tehdä hitsausaineiden valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi voidaan tehdä niitä koskevat menettelyohjeet. (Lindewald 2013, 18.)

Perusaineiden käsittely

Menettelyohjeen tarkoitus on varmistaa, että käytetty perusaine vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Perusaineiden käsittelyyn tulee nimetä vastuuhenkilö. Tärkeintä on, että ei käytetä väärää materiaalia. Materiaalien tulee olla tunnistettavissa ja jäljitettävissä. (Lindewald 2013, 18.)

Tarkastus ennen hitsausta, hitsauksen aikana ja hitsauksen jälkeen

Hitsaajien pätevyudet tulisi tarkastaa ennen hitsausta. Hitsausparametrien seuranta suoritetaan menettelyohjeen mukaan hitsauksen aikana. Hitsauksen jälkeen suoritetaan ohjeistuksen mukainen rikkova tai rikkomaton aineenkoetus. (Lindewald 2013, 19.)

Poikkeamien käsittely

Menettelyohjeella ohjeistetaan sellaisten tuotteiden käsittely, jotka eivät ole piirustuksien tai hitsausohjeiden mukaisia. Nämä tuotteet on säilytettävä erillään hyväksytyistä tuotteista ja on varmistettava, että niitä ei oteta käyttöön tai lähetetä asiakkaalle ilman että asiasta erikseen sovitaan. Voidaan myös ohjeistaa, miten poikkeamia käytetään jossain muussa käyttötarkoituksessa tai miten niiden materiaali kierrätetään. (Lindewald 2013, 20.)

LÄHTEET

Lindewald, Carl-Gustaf 2013. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Teknologiateollisuus ry.

Joitain Lean menetelmiä voidaan käyttää laatu-järjestelmän tukena. Suunnitteluvaiheessa on hyödyllistä etsiä erilaisia ratkaisumalleja ja kokeilla menetelmien toimivuutta.

5S-ohjelma

Eräs hyvä menetelmä järjestyksen aikaan saamiseksi materiaalinhallinnassa ja muussa tuotannossa on Japanista tullut 5S-ohjelma, jossa on 5 toimintoa eliminoimaan hukkaa, vikoja ja vahinkoja työpaikalla. Japanilaisille kyse oli ylpeydestä mutta heidän vaivannäkönsä ei ollut vain sitä, että paikat näyttäisivät siisteiltä ja järjestyksessä olevilta. Näitä oppeja voidaan soveltaa Lapin koulutuskeskus REDUn hitsaus- ja levytyöhallissa.

Nämä 5 toimintoa ovat:

1. *Seiri* (Sortteeraus); käy tavarat läpi ja säilytä vain se mitä tarvitaan ja heitä pois, mitä ei tarvita.

Materiaalivarastossa säilytetään siis vain se, mitä oikeasti tarvitaan eikä kaikkea muuta materiaalia siltä varalta, että sitä saatettaisiin joskus tarvita. Hitsauspuikkojen lämpökappista ja hitsauslisäaine varastosta poistetaan sellaiset hitsauspuikot, MAG-hitsauslangat ja muut hitsauslisäaineet, joita ei yleensä käytetä. Harvinaisempia hitsauslisäaineita hankitaan todellisen tarpeen mukaan silloin kun niitä tarvitaan.

2. *Seiton* (Systematisointi); paikka kaikelle ja kaikki paikallaan.

Säilytetään siis materiaalit oikeassa paikassa nipuittain. Teräsrakennetuotteiden varastohyllyissä lukee, mitä niissä on ja esimerkiksi QR-koodilla linkitys aineistodistukseen. Levyvarastossa on selkeästi merkityt lokerot säilytettävälle levyille materiaalilaadun ja levynpaksuuden mukaan. Ruostumattomat ja alumiini levyt pidetään erillään seostamattomista ja muista "mustista" teräslevyistä. Mikäli työpaikalla on käytössä laatu-järjestelmä, niin materiaalit merkitään sen standardin mukaan, mikä on käytössä, jotta materiaalit ovat jäljitettävissä. Kulkutiet pidetään avoinna ja yleinen järjestys niin hyvänä, että työpaikalla on mukava olla, kun on niin siistiä.

3. *Seiso* (Siivous); siivous prosessissa paljastuu usein asioita, jotka voivat huonontaa laatua, rikkoa koneita tai aiheuttaa tapaturmia.

Hitsauspaikat pitää siistiä päivän päätteeksi tai silloin kun lopetetaan paikan käyttö. Vanesahasta poistetaan sahausjäte päivittäin ja levyleikkurista leikatut kappaleet sekä hukkapalat, kun työ on suoritettu. Kerran viikossa on hyvä pitää perusteellisempi siivous.

4. *Seiketsu* (Standardointi); kehitä järjestelmiä sekä toiminta ohjeita, jotta voidaan valvoa ja ylläpitää ensimmäistä kolmea kohtaa.

Voidaan myös työskennellä laatu järjestelmän ja standardien kuten ISO 9000, ISO 9001, SFS-EN 1090 ja SFS-EN ISO 3834 mukaisesti.

5. *Shitsuke* (Seuranta); järjestyksen ylläpito ja mahdollisesti laatu järjestelmän mukaan toimiminen on jatkuvan parantamisen prosessi työpaikalla.

Kun työpaikka on järjestyksessä voi siitä myös olla ylpeä.

(Liker 2004, 150.)

Kanban-järjestelmä

Kanban tarkoittaa tyhjää laatikkoa, järjestelmässä lähetetään takaisin tyhjä laatikko ”Kanban”. Se on signaali täyttää tyhjä laatikko tietyllä määrällä osia, kun tuotantolinja tarvitsee niitä lisää.

(Liker 2004, 106–107)

Hitsaus työpajassa se voisi tarkoittaa sitä, että kun hitsaaja tyhjentää viimeisen Ok 48.00 hitsauspuikkopakettin lämpökaappiin hän palauttaa tyhjän pahvipakkauksen työjohtajalle, REDUssa siis hitsauksen opettajalle. Jotta hän tietää hankkia lisää samanlaisia hitsauspuikkoja. Materiaalivarastossa voisi olla hyllyissä ja levyvaraston vieressä paikat Kanban-korteille, joihin on merkitty teräslevyn tai teräsprofiilin tiedot. Kun viimeinen levy tai salko on menossa työntekijä tai opiskelija palauttaa Kanban-kortin materiaalin hankinnasta vastaavalle henkilölle. Käytännön työelämässä tämä varmaan toimiikin hyvin, oppilaitoksessakin tämä on kokeilemisen arvoinen yksinkertainen järjestelmä.

LÄHTEET

Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. A Bonnier Group Company.

Tämä toimintaohje tulee käyttöön heti, ja sen mukaan toimitaan Jokiväylä 9 LEHI-hallissa. Hallissa ei voi työskennellä ilman tähän ohjeeseen liittyvän tentin tekemistä. Linkki Forms -tettiin opettajalta tai Moodlen LEHI-opetus-työtilasta.

Siisteys

Roskat

- ✓ Palavat jätteet on heti poistettava työpisteen ympäristöstä.
- ✓ Pöydät ja lattiat harjataan jokaisen päivän päätteeksi oman työpisteen ympäristöstä.
- ✓ Lattialta harjattu metallipöly ja puikon- tai langanpätkät laitetaan romunkeräykseen (teräs / metallijäte).
- ✓ Omat jäljet siivotaan muualtakin aina, jos niitä tulee (hiontahuone).

Teräs- ja muu metallijäte

- ✓ Hitsausharjoituksissa käytetyt, hitsatut kappaleet viedään romunkeräykseen.
- ✓ Kaikki metallinkappaleet lajitellaan ja romunkeräykseen kuuluvat viedään sinne heti.
- ✓ Edellinen kohta tarkoittaa sitä, että lattialla tai pöydillä ei koskaan ole levynpaloja tai putkenpätkiä tms., joiden tarkoitusta ei tiedetä.

Piirustukset

- ✓ Kun työpisteeltä poistutaan pidemmäksi aikaa, viedään piirustukset talteen omaan kaappiin, työn valmistuttua palautetaan opettajalle.
- ✓ Vastuu jokaisella on sekä omista että toisten piirustuksista.

Osien säilytys

- ✓ Säilytetään opiskelijoiden töihin tarkoitettussa varastossa.
- ✓ Merkintä ja vastuu jokaisella, toisten kappaleisiin ei kosketa, omat pidetään merkittyinä tallessa.

Loppuun saakka tekeminen

- ✓ Jokaisen vastuulla, työ ei voi jäädä kesken, oli se sitten oma, koulun tai asiakastyö.

Työkalut ja laitteet

Omat työkalut

- ✓ Omat työkalut pidetään taskuissa tai pöydällä omalla työpisteellä. Kun työ keskeytyy, omat työkalut kerätään pois näkyviltä ja säilytetään työkalukaapissa tai pukukaapissa. Hitsausmaskit pitää merkitä nimellä.
- ✓ Toisten omiin työkaluihin (ks. lista alla) ei kosketa, vaikka niitä olisi pöydillä tai missä tahansa.
- ✓ Omia työkaluja ovat:
 - hitsausmaski
 - sivuleikkuri
 - taskulamppu
 - hitsimitta
 - rullamitta
 - työntömitta
 - piirtopiikki
 - pistepuikko
 - suorakulma
 - kulmahiomakone.

Yhteiset työkalut

- ✓ Käsityökalut, jotka eivät kuulu omiin työkaluihin, säilytetään joko työkaluvaunuissa tai muissa niille kuuluvissa paikoissa. Ne haetaan työtä varten ja palautetaan viimeistään päivän päättyessä paikoilleen. Tämä tarkoittaa, että pöydillä ei iltaisin tai öisin ole työkaluja.
- ✓ Kaikille työkaluille on paikka, jossa ne eivät ole työpöydillä tai lattioilla.
- ✓ Koneet ja laitteet sekä työpisteet
 - Hitsauskoneet ja hitsauspaikat varataan opettajan toimesta. Paikka merkitään nimellä ja päivämäärillä, mikä toimii varauksena. Paikan menettää, jos ei ole tunnin sisällä opetuksen alusta tullut paikalle. Paikkoja ei voi itse valita ja ottaa käyttöön.
 - Kun paikka otetaan käyttöön, sovitaan kuinka kauan ja mitä varten paikka on käytössä, muilla ei ole paikalle asiaa.
 - Työpisteistä työpöytien ympärillä sovitaan ja paikka pysyy koko työn ajan. Työpisteeseen kuuluu hitsauskone ja pöytätila.
 - Paikkaa ei voi itse valita ja ottaa käyttöön
 - Varaosat ja kulutusosat kaikkiin hitsauskoneisiin löytyvät niille varatusta paikasta hallissa olevasta laatikostosta, joka on lukittu ja osat pitää pyytää opettajalta. Osat ovat kuluvia ja niiden vaihtaminen on normaalia työhön kuuluvaa toimintaa. Ks. alta kohta rikkinäiset koneet ja laitteet.
 - Jos varaosaa ei löydy, pitää heti ilmoittaa opettajalle, joka tilaa osia tai järjestää asian muuten.

Rikkinäiset koneet ja laitteet sekä työkalut

Koneiden korjaus

Koneet ja laitteet ovat kuluvia ja niitä tulee huoltaa säännöllisesti. Hitsauskoneiden huollosta ja kunnossapidosta on teon alla oma ohjeensa, jota noudatetaan. Huollot ja korjaus tehdään opettajan ohjauksessa. Sähkötöitä ei saa tehdä ilman pätevyyttä.

Ilmoituskäytäntö

- ✓ Kaikista rikkinäisistä koneista, laitteista ja työkaluista pitää heti ilmoittaa opettajalle, ellei niitä voida omin toimin korjata.
- ✓ Opettaja harkitsee toimenpiteet ja auttaa / opastaa korjauksen tai kunnostuksen. Käyttökelvottomat työkalut poistetaan käytöstä.
- ✓ Rikkinäisen koneen, laitteen tai työkalun jättäminen säilytyspaikkaan on kiellettyä.
- ✓ Varaosan ottaminen toisista laitteista on kiellettyä.
- ✓ Rikkinäisille työkaluille on oma paikkansa.

Materiaalit ja säilytys

Kirjauskäytäntö

- ✓ Käyttöön on otettu lomake, jolla ilmoitetaan materiaalin käytöstä opettajille. Opettajat keräävät työkohtaisesti käytetyt materiaalit ja laskuttavat tarvittaessa.
- ✓ Jokainen käytetty pala merkitään ylös.
- ✓ Työsuunnitelman tekeminen tavaksi. On myös keino tarkistaa, voidaanko työ tehdä vai pitääkö tilata jotain materiaalia.
- ✓ Kustannuksia on hyvä tarkkailla ja opetella alusta saakka.

Laskutus

- ✓ Hinnat tulevat esille samassa lomakkeessa ja ovat tyyppiä; huonekaluputket 3,50 €/kg jne.
- ✓ Asiakastöiden osalta on tärkeää, että kaikki materiaali tiedetään ja osataan laskuttaa.
- ✓ Opiskelijoiden omien töiden osalta laskutetaan materiaalikulut.
- ✓ Yritysiasiakkaille laskutus, muille maksu ruokalan kassaan ja kuitti näytetään opettajalle.

Materiaalien jäljitettävyys

- ✓ Toimitaan SFS-EN 1090 laatujärjestelmän mukaan sitten kun se otetaan käyttöön.
- ✓ Profiili terästuotteet säilytetään varastohyllyillä samanlaiset tuotteet samassa hyllyssä nipuittain. Hyllyn päässä on paikka materiaalitunnisteelle ja QR-koodille, joka on linkitetty aineistodistukseen.
- ✓ Teräslevyt säilytetään nipuittain tuotteen laadun mukaan nimitetyissä lokeroissaan pystyasennossa. Lokeron päässä on paikka materiaalitunnisteelle ja QR-koodille, joka on linkitetty aineistodistukseen.

Aineistodistukset

Aineistodistuksien tulee olla standardin SFS-EN 10204 mukaisia. Aineistodistukset pyritään pyytämään sähköisesti pdf-tiedostomuodossa tai tarpeen vaatiessa paperiset aineistodistukset skannataan pdf-tiedostomuotoon. PDF-muodossa olevat aineistodistukset säilytetään sitä varten olevassa Google Driven kansiossa tai vastaavassa Microsoft Forms-kansiossa.

Ruostumaton ja alumiini

Ruostumaton teräs ja alumiini varastoidaan erillään muista metallituotteista.

Levyjen leikkaus

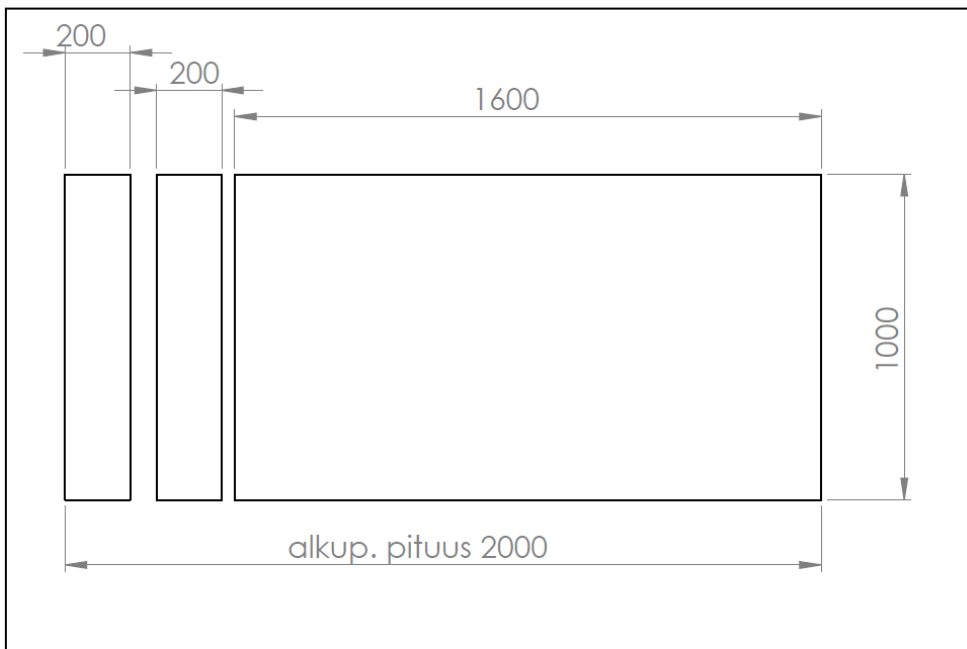
Levyn leikkaus levyleikkurilla tehdään aina niin että leikataan lyhyin mahdollinen sivu. Tämä tarkoittaa, että kun tehdään 1000x2000 levyistä hitsausharjoituspaloja, leikataan ensin 1000 mm pitkiä suikaleita, joiden leveys on joko 150 tai 200 mm. Kuvissa alla on esimerkkinä 200 mm pituisten palojen leikkaaminen.

Samaa tapaa kannattaa käyttää muissakin leikkauksissa, koska näin toimien levyt pysyvät suurempana. Mitä pidempi ja kapeampi irtoava pala on, sitä kierompi siitä tulee. Kun levyn muoto lähestyy neliötä tai on yli 200 mm, ei suunnalla enää ole juuri merkitystä.

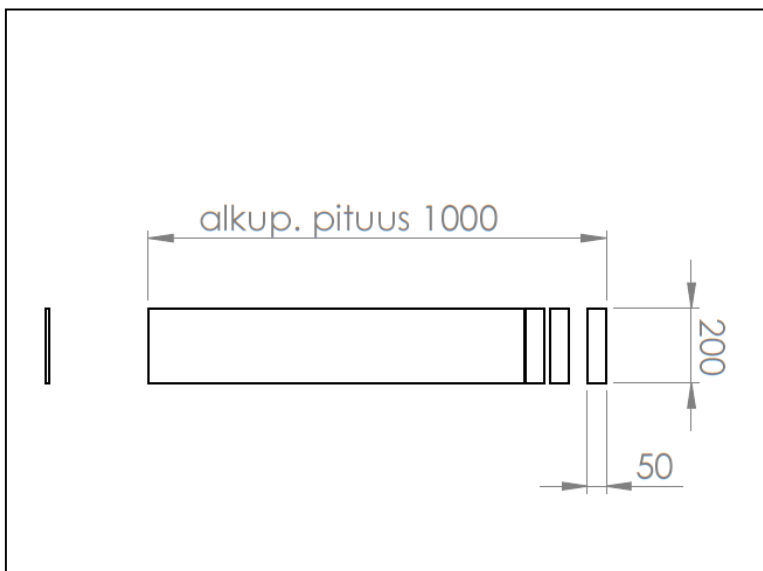
Tietysti jos tarvitaan 2000 mm pitkä yhtenäinen levy, niin se on pakko leikata toiseen suuntaan kuin tässä ohjeessa.

Hitsausharjoituspalojen leikkaus

Tämän ohjeen mukaan tehdään kaikki hitsausharjoituspalat.



Levyn 1. leikkaus harjoituspaloja varten, leikataan lyhyt sivu. Seuraava vaihe on kuvassa alla. Samaa periaatetta noudatetaan muissakin leikkauksissa, esim. asiakastyöt.

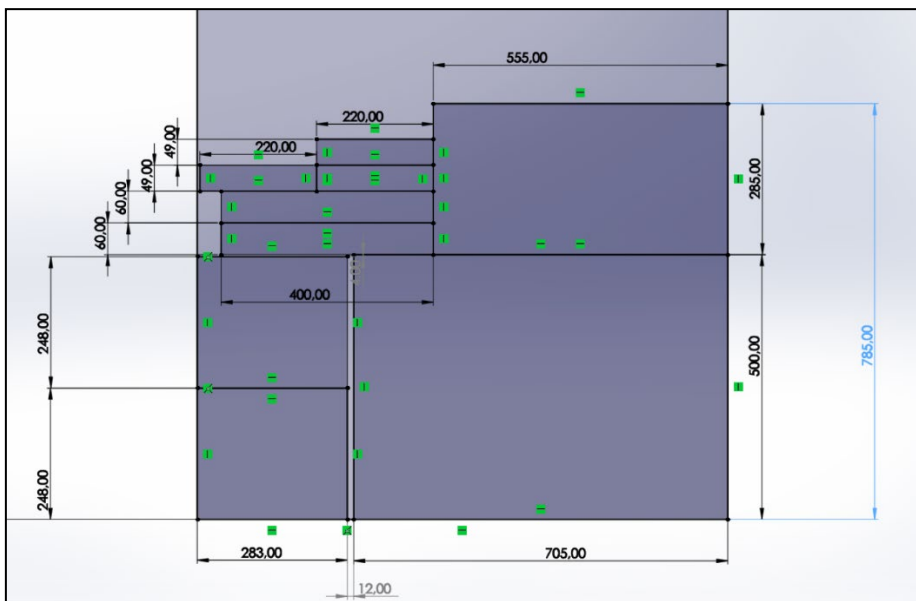


Levyn toinen leikkaus harjoituspaloja varten, tässäkin toimii lyhyin mahdollinen leikkaus. Viimeisestä palasta jää luultavasti leveämpi kuin 50 mm, koska painimien etäisyys ei mahdollista sen leveydeksi 50 mm.

Leikkaussuunnitelma

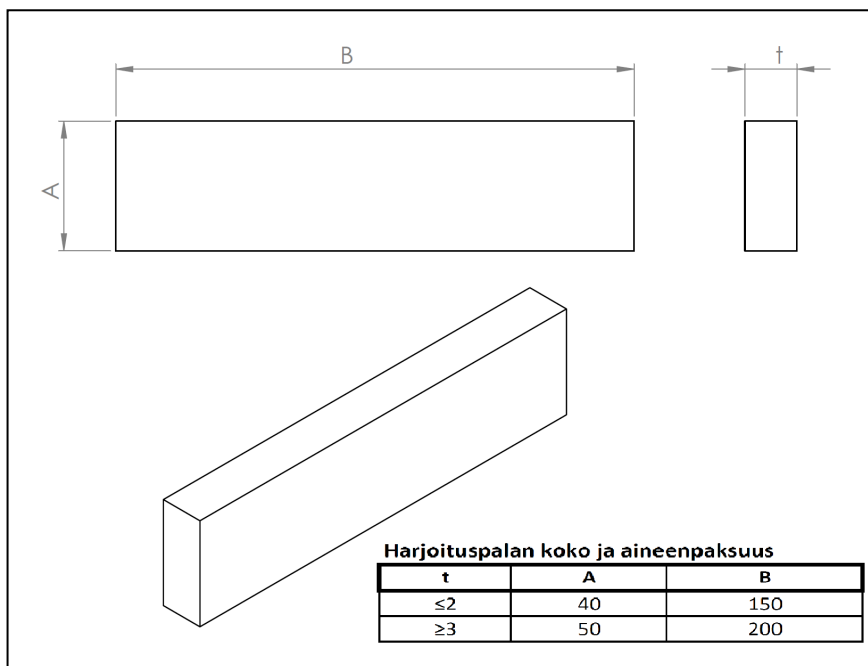
Leikkaaminen kannattaa suunnitella etukäteen, jotta vältetään hukka. Ensimmäinen vaihe on tarkastaa, josko löytyy oikea levy pienempänä palana. Tämän vuoksi säilytys oikeissa paikoissa on tärkeää. Myös leikkaaminen oikein (ohje edellä) helpottaa levyn löytämistä, kun levyissä on tallella toinen mitta, esimerkiksi 1000 mm leveys.

Leikkaussuunnitelman teko vaatii piirustusten lukutaitoa ja ehkä piirtämistä paperille. Alla on esimerkki savustuslaatikon SolidWorksilla piirretystä leikkaussuunnitelmasta. Hukka on hyvin pieni, ja siihen olisi vaikea päästä aloittamalla leikkaus ja tekemällä se osa kerrallaan.

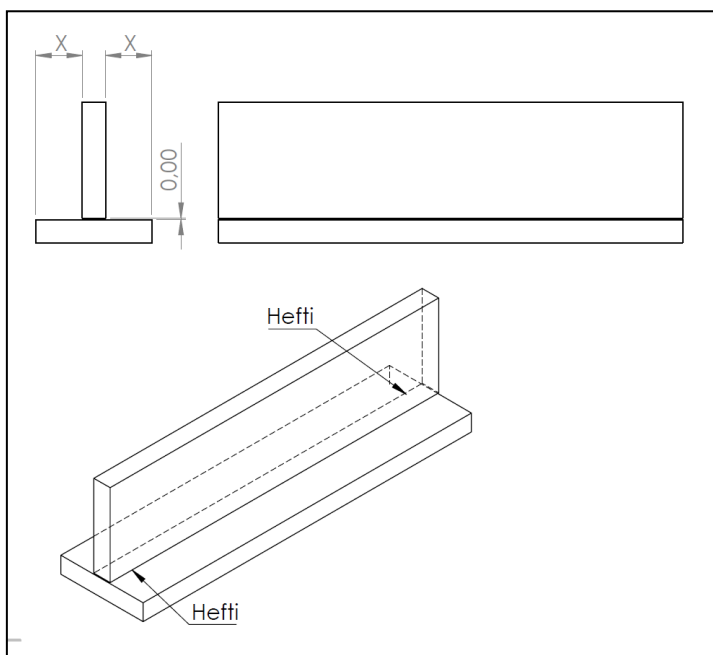


Savustuslaatikon leikkaussuunnitelma, levyn koko on 1000 x 2000 mm (alareunan $283+12+705=1000$).

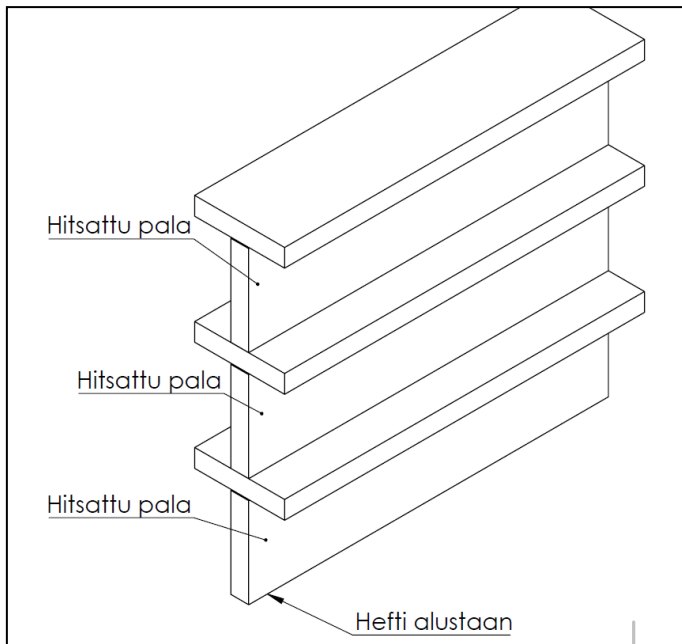
Harjoituspalan koko ja käyttö tapahtuu tämän ohjeen mukaan.



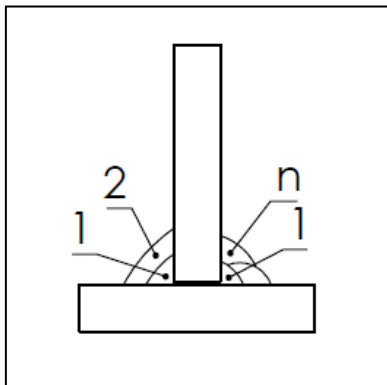
Kuvassa harjoituspalan koko aineenpaksuuden mukaan. Lyhyempikin pala on käyttökelpoinen.



Harjoituskappale on nyt ensimmäisessä vaiheessa. Kappaleet ovat 90 asteen kulmassa ja keskellä levyä. Asento voi tietysti olla muukin kuin tässä oleva PB.



Ensimmäisen vaiheen palat hitsataan toisiinsa. Paloja voi laittaa muutamia peräkkäin ja asento voi olla muukin.



Monipalkohitsit. Vasemmalla (PA) ja PF-asennot, oikealla PB ja PD (PF, PA). Samaan palaan voi hitsata useamman kerran, kun antaa palan jäähtyä välillä. Varsinkin alussa tärkeintä on tasaisuuden, suoruuden ja kuljetusnopeuden harjoittelu eikä lopputulokselle ole niinkään väliä.

Kun paloja on hitsattu muutamia yhteen ja kaikki hitsit on hitsattu, viedään kappaleet metalliromuastiaan. Poikkeuksena tietenkin sellaiset palat, jotka pitää arvioida tai muuten näyttää opettajalle, ne säilytetään omassa kaapissa tms.

Hitsauspaikka on jokaisen päivän jälkeen tyhjä paloista, roskista ja työkaluista.

Putket, sahaus ja käyttö

Putkiin pätee samat periaatteet kuin levyihinkin. Ennen putken sahausta olisi hyvä tehdä siitä sahaussuunnitelma, jotta hukkapätkien määrä saataisiin minimoitua. Palat, joita ei voida käyttää asiakastöihin tai hit-saajan pätevyyskokeisiin pyritään käyttämään hitsausharjoituksiin.

Putkien taloudelliseen käyttöön liittyy samalla tavoin kuin levyihinkin suunnitelmallisuus ja sen tarkastaminen olisiko lyhyempiä pätkiä mahdollista käyttää. Joskus kappaleiden pituudet vaikuttavat esim. tilattavaan kappalemäärään.

Putkien säilytys

Putkien säilytys ei saa tapahtua pystyasennossa. Säilytyksestä alempana lisää.

Sahan käyttö ja sahatut kappaleet

- ✓ Sahan varsinaiseen käyttöön tehdään oma ohje.
- ✓ Sahattavat putket, tangot tai muut tuodaan sahalle, sahataan ja jäljelle jääneet kappaleet viedään takaisin niille kuuluviin paikkoihin. Sahan rullaradoille, pöydälle tai ympäristöön ei jätetä mitään kappaleita. Sahatut tai jäljelle jääneet kappaleet voivat mennä:
 - takaisin putkihyllyyn / varastoon / laatikkoon
 - käyttöön eli työhön, harjoituksiin tms.
 - romunkeräykseen.
- ✓ Muita vaihtoehtoja ei ole, tämä lista sisältää myös jämäpätkät, joille ei enää ole käyttöä. Jämäpätkiä ovat:
 - Alle 50 mm pitkät putket ja tangot, ellei ole tiedossa, että ne voi käyttää esim. hitsausharjoituksiin.
 - 50–500 mm pitkät putket ja tangot laitetaan laatikkoon, joka on sahan vieressä.
 - 500–1000 mm pitkät putket ja tangot laitetaan niille varattuun hyllyyn. Hyllyssä pyritään pitämään materiaalit omissa nipuissaan.
 - 1000 mm ja pidemmät laitetaan varsinaiseen putkihyllyyn. Hyllyssä samanlaiset materiaalit pidetään omissa paikoissaan.
 - Minkään mittaista tai kokoista putkea ei saa säilyttää pystyasennossa.
 - Lattialla pyöreät putket ovat liukastumis- ja kompastumisriski. Tämä koskee varsinkin lyhyitä putken pätkiä. Säilytys lattialla tapahtuu vain väliaikaisesti huolellisen harkinnan perusteella.

Turvallisuus

Turvallisuussyistä sahan rullaradalla ei saa säilyttää putkia tai tankoja. Noin 1000 mm tai lyhyempi putki tai tanko putoaa radan rullien välistä, jolloin jalat ovat vaarassa. Tämä tapahtuu helposti vahingossa, jos radalla on useampia putkia tai tankoja. Rullaradalla olevat ylimääräiset putket tai tangot ovat myös tiellä ja aiheuttavat seuraavalle sahaajalle ylimääräistä työtä.

Vannesahan käyttöön liittyvä siivoaminen

- ✓ Myös sahan pöydälle kertyvä puru on turvallisuusriski, koska se voi estää sahan automaattipysähdystä toimimasta.
- ✓ Pienet sahaukset, joista ei juurikaan tule purua, voi tehdä ilman että siivoaa purua pois. Jokaisen sahauksen jälkeen pitää tarkistaa, että purua ei ole kertynyt sellaisiin paikkoihin missä se voi estää turvalaitteen toiminnan.
- ✓ Isommat sahaukset, joista selvästi tulee paljon purua (harjattava määrä), tai kun purua on kertynyt harjattavaksi asti, päättyvät vasta kun puru on poistettu.
- ✓ Pikkuhiljaa kertyvä puru poistetaan viikkosiivouksen yhteydessä.

Levyleikkurin käyttö ja leikatut kappaleet

Tässä ohjeessa käsitellään leikattuja kappaleita ja turvallisuutta sekä siisteyttä. Varsinaiset leikkurin käytön ja nostamisen ohjeet ovat erikseen.

Levyjen käsittely

- ✓ Levyjen nostaminen leikkurille tehdään oikeilla tarraimilla erillisen ohjeen mukaan.
- ✓ Nosturin ja tarraimien käyttöön vaaditaan koulutus ja perehdytys opettajien toimesta.
- ✓ Leikkurin käyttöön tulee olla opastus ja perehdytys.
- ✓ Levy tuodaan leikkurille, leikataan tarvittavat kappaleet, ja viedään jäljelle jäänyt levy takaisin paikalleen. Levyleikkurilta levyn kappaleet voivat mennä kolmeen paikkaan:

1. Takaisin levyvarastoon

- Täysilevyiset levyt 1000 mm pituuteen saakka säilytetään samassa välissä ja asennossa kuin ko. paksuus muutenkin.
- Alle 1000 mutta yli 200 mm leveät käännetään pitkä sivu lattea vasten ja säilytetään samassa välissä.
- Alle 200 mm leveät leikataan hitsausharjoituskappeleiksi heti ja säilytetään harjoituspalalaatikossa. Laatikot on merkitty aineenpaksuuden mukaan ja niistä voi ottaa harjoituskäyttöön.

2. Valmis osa työhön käytettäväksi

- Säilytetään työlle varatussa paikassa merkittynä.

3. Romunkeräykseen

- Kaikki alle 35 mm leveät suikaleet.
- Pienet, alle 100 x 100 mm kokoiset palat, joita on hankala käyttää hitsausharjoituksiin.
- Vesileikkurilta tai muualta tulevat pienet ja hyvin epämääräisen muotoiset levynpalat.
- Pienet palat, joita voi olla vaikeita leikata turvallisesti.

Turvallisuus

- ✓ Levyleikkurin pöydälle jätetyt levynpalat aiheuttavat sekä turvallisuus- että koneen rikkoutumisriskin. Lisäksi vahingossa päällekkäin leikattujen levyjen leikkausjälki on huono, vaikka kone ei vaurioituisikaan.
- ✓ Leikkaus tehdään kerralla loppuun saakka, ja jos työ keskeytyy jostain syystä, viedään levyt pois leikkurilta.
- ✓ Levyleikkurin etupuolen pöydän tulee olla työn jälkeen tyhjä, samoin kuin takana olevan kaukalon, johon irtoava pala putoaa.

Lisäaineet ja niiden säilytys

Jokiväylä 9 hitsauslisäaineet säilytetään tämän ohjeen mukaisesti. Lisäaineiden sekoittumista pitää välttää.

Säilytyspaikat ja -ohjeet

Hitsauspuikot:

- Säilytetään varaston hyllyllä ja lämpökaapissa.
- Puikkoja otetaan kaapista maksimissaan sen verran kuin arvellaan hitsattavan saman päivän aikana, mieluummin kahden tunnin tarve.
- Hitsaamatta jääneet puikot voi ja pitää palauttaa samana päivänä puikkokaappiin. Paikka pitää katsoa huolellisesti, että samankokoiset ym. tulevat samaan paikkaan.
- Kerran sytytettyjä puikkoja ei saa laittaa kaappiin.
- Sopiva jämäpätkä puikosta on n. 50 mm ja puikot tulisi hitsata harjoituksissa aina loppuun.

TIG-langat:

- TIG-hitsauslangat säilytetään varaston hyllyllä ja hitsauspaikkojen vieressä telineessä.
- Lankaa otetaan vain sen verran kuin arvellaan tarvittavan saman päivän aikana. Langat katkaistaan vasta juuri ennen hitsausta ja ehjät hitsaamattomat langat palautetaan takaisin pakettiin.
- Lyhyet, alle 200 mm langat laitetaan romunkeräykseen. TIG-langasta voi jättää n. 100 mm pitkän jämäpätkän.

MIG/MAG-langat:

- MIG/MAG-langat säilytetään varastossa paketeissaan. Jos lanka vaihdetaan toiseen, viedään vajaa kela varastoon.
- Kun kela loppuu, katsotaan olisiko varastossa vajaita keloja ja jos on, ne käytetään ensin.
- Kelassa olevat etiketit ja muut merkinnät pitää säilyttää kelan mukana. Jos etiketti irtoaa, pitää kela merkitä esim. teipillä ja tekstillä, josta selviää vähintään lisäaineen kaupp nimi ja halkaisija.
- Alumiinilangat tulee säilyttää muovipussissa tai muussa tiiviissä paketissa hapettumisen estämiseksi.

Koneiden käyttöohjeet

Koneiden käyttöohjeet tulee olla kaikkien käyttäjien saatavilla. Hitsaus- ja levytyökoneiden käyttöohjeet on linkitetty koneessa olevalla QR-koodilla älylaitteilla luettavaksi. Mikäli pdf-muodossa olevaa käyttöohjetta ei ole tai koodin lukeminen ei onnistu, tulee käyttöohjeen löytyä paperisena opettajainhuoneesta tai pdf-muodossa opettajien tietokoneelta.