

Petri Pirkola

KAUKOLÄMPÖPUTKISTON STANDARDIN KÄYTTÖNOTTO

KAUKOLÄMPÖPUTKISTON STANDARDIN KÄYTTÖNOTTO

Petri Pirkola
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Hitsausalan YAMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Hitsausalan YAMK

Tekijä: Petri Pirkola

Opinnäytetyön nimi: Kaukolämpöputkiston standardin käyttöönotto

Työn ohjaaja: Vesa Rahkolin

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2023

Sivumäärä: 38 + 0 liitettä

Opinnäytetyössä tutkittiin uutta kaukolämmön standardia SFS-EN 13491-1:2019 + A1:2021, jolla on vaikutusta kaukolämmön kaksiputkijärjestelmän liitostapaan. Uusi liitostapa ja sen vaikutus tuotantoon oli pääasiallinen tutkimuksen kohde. Liitostavalla tarkoitetaan kaukolämmön meno- ja paluulinjan putkien väliin hitsattavaa liitospalaa, jolla putkien väli saadaan pidettyä tietyn kokoisena. Lisäksi käytiin läpi standardin muuta sisältöä, koska standardi sisältää myös linjastojen rakentamiseen liittyviä ohjeistuksia.

Standardin ensimmäinen versio tuli vuonna 2019 ja täydentävä versio 2021. Vuosi 2021 oli siirtymävuosi, jolloin voimassa oli uusi ja vanha toimintatapa. Vuonna 2022 saatiin myydä vain uuden liitännätavan tuotteita.

Lisäksi opinnäytetyössä tutkittiin uuden liitännätavan vaikutusta hitsaajien työskentelyyn eli kuinka paljon käsittely- ja hitsausaika muuttuivat. Työssä selvitettiin, kuinka kauan uudessa liitännätavassa kuluu aikaa verrattuna vanhaan tapaan. Uponor Infran Oy:n District Energy -osastolla on käytössä urakkapalkkaus, joten on tärkeä saada palkkaus oikeaksi uudelle työskentelytavalle.

Tutkimuksen lopputulos oli, ettei liitostavan muutoksella ole ajallisesti suurta vaikutusta työaikoihin apuvälineiden avulla. Saumojen pituudet kasvoivat joillakin tuotteilla, mutta tutkituissa pienemmissä tuotteissa vaikutus oli suhteellisen pieni, kun taas isommilla tuotteilla hitsausaika kasvoi kaksinkertaiseksi.

Asiasanat: Hitsaus, standardit, urakkapalkkaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Welding, Master of Engineering

Author: Petri Pirkola
Title of thesis: Introduction of the district heating piping standard
Supervisor: Vesa Rahkolin
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023
Number of pages: 38 + 0 Attachments

The thesis studies the new standard for district heating pipes (SFS-EN 13491-1:2019 + A1:2021). Both the main standard (published in 2019) and its amendment (published in 2021) have been considered in this study. The study focuses especially on the twin piping welded connections and how the new standard is impacting the manufacturing of the connections.

During 2021 both the old and the new work procedures for the pipe connections were accepted, but from 2022 onwards it has been allowed to sell only products with connections manufactured according to the new standard.

Furthermore, the impact of the new standard to the work procedures of the welders (timing and component handling) is studied. As piecework pay is used in the manufacturing, it is essential to define the cost of work correctly.

Keywords: Piecework pay, standards, welding

SANASTO

a-mitta	hitsaussauman määritelty korkeus
asetteluaika	tuotteen liikutteluun ja hitsausvalmiiksi asettamiseen kuluva aika
DN	putken nimellinen halkaisija millimetreissä
jigi	työskentelyä ja tuotteen kokoamista helpottava apuväline
MAG	Metal Active Gas welding, kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa valokaari palaa lisäainelangan ja hitsattavan kappaleen välissä suoja kaasun ympäröimänä. Käytetään hitsausprosessiin sekoittuvaa aktiivista kaasua
MIG	Metal Inert Gas welding, vastaava hitsaustapa kuin MAG, mutta kaasu ei sekoitu prosessiin
WPS	hitsausmenetelmäohje, josta ilmenee tietyn materiaalin hitsauksessa käytettävät hitsausvirrat, kaasut ja hitsausasennot
sivupala	kaukolämmön kaksiputkisen järjestelmän putkien sivuun tuleva liitospala Type A
välipala	kaukolämmön kaksiputkisen järjestelmän putkien väliin tuleva liitospala Type B

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1	Tavoitteet.....	10
1.2	Tutkimusmenetelmät.....	11
2	KAUKOLÄMPÖ JA STANDARDIT.....	13
2.1	Kaukolämpöverkosto.....	16
2.2	Standardi.....	17
2.3	Standardi SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021.....	17
2.4	Hitsaajan pätevyudet ja hitsauksen laatukriteerit.....	20
3	UUDEN STANDARDIN VAIKUTUS TUOTANTOON.....	21
3.1	Liitospalojen mitoitus.....	21
3.2	Työskentelytavan muutos tuotannossa.....	23
3.3	A-mitan määrittely.....	26
3.4	Vaikutus tuotteen hintaan ja hitsaajan palkkukseen.....	27
3.5	Liitospalan kiinnitys.....	30
4	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	31
4.1	Tutkimuskysymysten tarkastelu.....	31
4.2	Hitsaussauman pituuden muutos.....	32
4.3	Muutos urakkapalkkaan.....	33
4.4	Vaikutus tuotteen kokonaishintaan.....	34
4.5	Tutkimushaasteet.....	34
5	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	37

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tutkitaan kaukolämpöverkoston kaksiputkijärjestelmän putkivälien sideliitoksia uuden standardin mukaan. Opinnäytetyö on tehty Uponor Infra Oy:n District Energyllle, joka valmistaa kaukolämpöverkoston tuotteita asiakkaille. Asiakkaita ovat kunnat, energiayhtiöt sekä kaukolämpöverkostoasennuksia tekevät yhtiöt. Kaukolämpöä käytetään talojen ja käyttöveden lämmitykseen. Kaupungeissa kaukolämpöverkot kulkevat katujen alla, ja joissakin kaupungeissa kaupungin alle on rakennettu erillinen tunneliverkosto. Tunnelissa kulkee kaukolämpöverkoston lisäksi kunnallistekniikka sekä sähkö- ja tietoliikenneyhteydet, ja sieltä ne haarottuvat kerrostaloihin ja liikehuoneistoihin. Omakotialueillakin on mahdollista liittyä kaukolämpöverkkoon. Monet energiayhtiöt rakentavat uusille asuinalueille verkoston valmiiksi, jotta siihen olisi helppo liittyä talon rakennusvaiheessa. Vanhoilla omakotialueillakin liittyminen on mahdollista, mutta verkostot on monesti rakennettu alkuperäisen tarpeen mukaan ja niiden kapasiteetti on täysin käytössä.

Uponor kehittää veteen liittyviä ratkaisuja tulevien sukupolvien parhaaksi. Uponorilla on yli 100-vuoden kokemus yrityksenä. Tällä hetkellä yritys työllistää noin 3 900 ammattilaista. Uponorin liiketoiminta koostuu taloteknisen sekä yhdyskuntateknisten tuotteiden tuotekehityksestä ja valmistuksesta. Uponorin asiakkaita ovat infra-alan sekä LVI-alan yritykset ja kuluttajat. (1.)

Suomessa Uponorin toiminta jakaantuu talo- ja yhdyskuntatekniikkaan. LVI-tekniikka-alalle Uponor Oy tarjoaa ratkaisuja sisäilmaston ja käyttöveden hallintaan. Valikoimaan kuuluvat myös energianjakeluverkostot. Uponor Infra Oy muodostuu kahdesta alan johtavasta asiantuntijasta, KWH Popen ja Uponorin muodostama yhteisyritys. (1.)

Uponor Infra Oy:n District Energy -osasto valmistaa kaukolämmön verkoston rakentamiseen tarvittavia tuotteita. Tuotannossa on putkia ja linjaston rakentamiseen tarvittavia osia, esimerkiksi kulmia ja venttiileitä.

Vuoden 2021 alussa astui voimaan uusi standardi SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021, joka määrittelee hitsatessa kaksiputkijärjestelmässä käytettävien välipalojen pituuden, paksuuden sekä a-mittan. Aikaisemmin määrittely koski ainoastaan putkien välimittaa, mutta standardi ei ohjeistanut välipalan mitoituksessa eikä määritellyt a-mittaa.

Tuotannolle standardissa määritelty a-mitta on iso haaste, koska standardin mukaan liitospalan hitsauksessa käytettävä a-mitta määritellään välipalan mukaan eikä hitsattavien materiaalien ohuimman seinämän mukaan. Tämä aiheuttaa suuria hitsauslämpötiloja, koska hitsin jäätyessä syntyy jäännösjännityksiä ja muodonmuutoksia. Materiaalin lämpeneminen ja jäähtyminen aiheuttavat haasteita putkivälin pysymiselle.

Uponor Infra Oy:n District Energy valmistaa kaukolämpöverkoston tuotteita, jotka voivat olla yksitai kaksiputkisia. Suurimpia asiakkaita ovat maanrakennus- ja kaukolämpöasennus yhtiöt sekä kuntien energialaitokset. Kuvia kaukolämpötuotteista.

Yksiputkisia 2MPUK-tuotteita



Kuva 1. Kulma ja haarayhde (2)



Kuva 2. Sulku- ja yhdistelmäventtiili (2)

Kaksiputkisia MPUK-tuotteita:



Kuva 3. Kulma ja haarayhde (2)



Kuva 4. Sulku- ja yhdistelmäventtiili (2)

Tuotteiden nimet kertovat käyttötarkoituksen. Haarayhdettä käytetään, kun linjastoon liitetään esimerkiksi uusi kiinteistö. Sulkuventtiilillä saadaan linjaston veden virtaus estettyä esimerkiksi huoltoa varten. Yhdistelmäventtiilillä saadaan suljettua linjasto ja ilmattua tarvittaessa valmiiksi jokin linjaston osa venttiilin määrättyltä puolelta. Lisäksi tehtaalla valmistetaan kaukolämpöputkia, joiden putkikoot ovat DN 20-900. Kaukolämpötuotteissa puhutaan DN-mitoista. Vastaavat halkaisija mitat millimetreinä ovat 26,6–912,4 mm ja putkien pituudet vaihtelevat 6–18 m:n välillä. Tavallinen putken myyntipituus on 12 m:ä. Tuotteista löytyy eri eristeluokkia asiakkaiden tarpeiden mukaan. Eristeluokalla tarkoitetaan, kuinka paksu eriste on raudan ja kuoren välissä. Eristeenä kaukolämpötuotteissa käytetään uretaania. (2.)

Kaukolämpöjohdoissa on MpuK- ja 2MpuK-rakenteita. M tarkoittaa suojakuorta (polyeteeni), pu polyuretaanieristettä ja k kiinnivaahdotettua. MpuK-rakenteessa yhden kuoren sisällä on kaksi virtausputkea. 2MpuK-rakenteessa yhden muovikuoren sisällä on yksi virtausputki eli linjan rakentamiseen tarvitaan 2M muovikuorellista virtausputkea. (3).

Linjaston putkikoko määräytyy sen mukaan, kuinka paljon on laskennallinen veden virtausmäärään tarve kyseisellä matkalla. Siihen vaikuttavat linjan välillä olevien rakennusten lämmön tarve ja siirtomatka. Isoissa kaupungeissa lämpölaitokset voivat olla kaupunkien ulkopuolella esimerkiksi 20–

30 km päässä, jolloin linjaston putkikoko kasvaa. Putki koko voi olla jopa DN800 tai isompi, koska vesimassaa tarvitaan, jotta veden lämpötila pysyy korkeana käyttäjälle asti.

1.1 Tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia uuden standardin vaikutusta kaukolämpöputkien valmistukseen. Opinnäytetyössä perehdytään uuden standardin SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021 kaksiputkijärjestelmää käsittelevään sisältöön. Lisäksi työssä suunnitellaan uuden standardin mukaiset liitosmateriaalien mitoituskaavat käyttäen ja liitospalojen liitettä. Työssä selvitetään myös standardin vaikutukset metallihitsauksen tuotannon läpimenoaikaan. Tutkimuskysymyksiä on neljä:

Tutkimuskysymys 1. Mitkä ovat standardin vaikutukset liitospalaan?

Tutkimuskysymys 2. Kuinka materiaalit mitoitetaan standardin perusteella muodostettuun laskentakaavaan perustuen?

Tutkimuskysymys 3. Kuinka paljon liitospalan muutos vaikuttaa läpimenoaikaan ja mahdollisesti hitsaus- ja käsittelyaikaan?

Tutkimuskysymys 4. Miten standardin muutos vaikuttaa tuotantoon?

Opinnäytetyössä otetaan kohteeksi kolme eri kokoluokan ja tyyppin kaukolämpöosaa, joiden materiaalikustannuksien sekä läpimenoaikojen vaikutusta asiakkaisiin tutkitaan tarkemmin. Tutkimuksissa käytetään DN65, DN100 ja DN125 kulmia ja sulkuventtiilejä. Tarkemmin perehdytään kulmiin, joissa mahdollisesti kasvanut hitsausaika on teoreettisesti helpoin verrata. Venttiileissä ja haarayhteissä on muutakin hitsattavaa kuin liitospala ja tämä vaikeuttaa keskittymistä pelkästään liitospalaan. Pienemmät putkikoot ja tuotteet valmistetaan sivupalalla ja DN125 tehdään välipalalla.

Tutkimus rajataan standardin tulkintaan liitospalaa koskevaan osioon ja standardin vaikutuksesta kustannuksiin. Tutkimus rajataan koskemaan kolmea erikokoista tuotetta, joissa käytetään putkivälin toteuttamiseen erilaisia tapoja standardin määrittelemissä rajoissa.

Tutkimus rajataan kaukolämmön kahteen tuoteryhmään. Kulmaan, jolla vaihdetaan suuntaa lämmitys päälinjasta esimerkiksi omakotitaloon sekä sulkuventtiiliin, jolla saadaan suljettua veden virtaus tietyllä alueella. Raportoinnissa perehdytään enemmän kulman liitospaloihin. Niissä vaikutus tulee parhaiten esiin ja näin ollen on mahdollista keskittyä vain liitospalan aiheuttamaan kustannusten muutokseen

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimustyö käynnistyi uuden standardin tuomasta muutoksesta kaksiputkijärjestelmän liitospaahan. Muutos velvoittaa yrityksen mitoittamaan liitosmateriaalin ja kiinnitystavan uusiksi. Tämä aiheuttaa muutoksen liitosmateriaalin kokoon ja hitsauksen a-mittaan. Tutkimuksessa vertailtiin uuden ja vanhan standardien sisältöjä sekä tutkittiin muutoksia. Perehdyttiin uuden standardin mukaan määriteltujen laskukaavojen tuloksiin. Tutkittiin uuden standardin vaikutusta materiaalin ja hitsausaikojen kasvuun. Ja näiden vaikutusta tuotteen hintaan sekä hitsausajan kasvun vaikutusta tuotteen läpimeno aikaan. Lisäksi oli tarkoitus kartoittaa väli-/ sivupalan valmistamiseen menevää aikaa sahalla. Aiemmin oli viisi eri sidosmateriaali leveyttä ja kaikilla oli sama pituus ja ainevahvuus. Nyt on viisi eri ainevahvuudella ja leveydellä olevaa, joista valmistetaan seitsemän eri pituista liitosmateriaalia ja lisäksi tulee neljä eri pituutta valmiina alihankkijalta. Jokaiselle kaksiputkijärjestelmän kokoluokalle löytyy oma liitospala. Uuden standardin myötä vanha standardikin jää voimaan, koska siinä käsitellään putkivälejä. Ja standardi SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021 on käytännössä standardin lisäys, antaen ohjeistuksen, kuinka putkivälit tulee tehdä.

Teknisessä ryhmässä otettiin uusi standardi käsittelyyn vuonna 2020. Loppuvuodesta 2020 aloitettiin tarkemmat liitospalojen mitoitukset, kun saatiin käyttöön liitospalojen mitoitukseen soveltuva kaava. Mitoittamalla eri vaihtoehtoja etsittiin toimivaa ratkaisua. Mitoituksessa oli vaikeinta löytää toimiva ratkaisu, jossa liitospalan koko ja paksuus toimisivat liitettävien putkien ainepaksuuden ja vapaan liitosalueen kanssa yhteen, ja ettei a-mitta kasvaisi liian isoksi ohuimpaan materiaaliin verrattuna. Uusia liitospaloja verrattiin vanhoihin liitospaloihin, joiden valinta perusteena oli käytetty helppoutta saada putkiväli oikeaksi. Käytössä oli putkivälin levyinen lattarauta, joka oli hitsattu kiinni osiin. Vanhassa toimintatavassahan käytettiin myös pitkissä putkissa liitospaloja, joten nekin ottivat vastaan mahdolliset linjastossa tapahtuvat lämpöliikkeet. Tutkimuksessa verrataan uuden standardin antamaa tietoa vuosien varrella kerättyyn kokemustietoon.

Tutkimuksessa keskityttiin standardissa SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021 olevaan liitospalaa koskevaan tietoon. Tutkimus suoritettiin käyttämällä mitoituksessa teoreettisia mittoja. Liitospalojen mitat laskettiin standardin perusteella muodostetulla kaavalla. Näitä verrattiin vanhoihin käytössä olleisiin paloihin sekä niiden hitsausseamoihin. Vertailuna käytettiin käytössä ollutta liitöntätapaa, koska käytössä olleista liitöntätavoista ei löydy julkistettua kirjallista tietoa. Jokaisella kaukolämpötuotteita valmistavalla yrityksillä on ollut oma tapansa liittää kaksiputkijärjestelmän putket yhteen ja niitä ei ole julkisesti kerrottu.

Kaksiputkijohdossa on yhteisen suojakuoren alla sekä meno- että paluupuolen virtausputket, jotka on liitetty polyuretaanieristeellä yhteen. Lämpöhäviön vähentämiseksi menoputki eli lämminvesiputki on alimmaisena kaksiputkijärjestelmässä. (4.)

Kaksiputkijärjestelmistä löytyvä tieto käsittelee enimmäkseen lämpöhäviöitä ja putkien asennusohjeita. Lambda-arvo on monessa tutkimuksessa mukana, koska sillä luodaan kilpailukykyä.

2 KAUKOLÄMPÖ JA STANDARDIT

Kaukolämpö on Suomen merkittävin lämmitysmuoto. Euroopassa on vakiinnuttu käyttämään lämmintä vettä lämmönjakamiseen kaukolämpöasiakkaille. Pohjois-Amerikassa käytetään lämmintä höyryä lämmön jakamiseen, mutta vesi on todettu tehokkaammaksi lämmönjako tavaksi. Asiakas voi käyttää kaukolämpöä asunnon tai käyttöveden lämmittämiseen. (4.) Rakennuksiin tulevan kaukolämpöveden lämpötila vaihtelee 65 – 115°C:n välillä riippuen lämmön tarpeesta. Järjestelmän mitoituksessa käytetään 120 °C:tta. Kaukolämpöverkoston vesi ei kierrä talojen lämmitysverkostossa, vaan lämmön luovutus tapahtuu lämmönvaihtimessa asiakkaan lämmitysverkostoon sekä lämpimän käyttöveden lämmitykseen. (5.)

Kaukolämpöä tuotetaan maakaasulla, kivihiilellä, turpeella ja puulla (metsähaketta). Lisäksi hyödynnetään sähköntuotannossa turbiineista tuleva hukkalämpö. (6.)

Standardit ohjaavat myös kaukolämpötuotantoa ja asennustoimintaa. ”Standardien tavoitteena on lisätä yhteensopivuutta, laatua ja turvallisuutta” (7). Standardit ovat normaalisti saman alan toimijoiden yhteisesti sopimia tuotantotapoja ja yhtenäisiä toimintoja (8.)

Kaukolämpöosien tuotantoa ohjaa myös hitsaukseen ja hitsauksen tarkastukseen liittyvät standardit. Suomessa standardointia ohjaa Suomen Standardoimisliitto SFS Oy sekä Energiateollisuus ry antaa suositukset standardeihin perustuen. (3.)

Kaukolämmön siirtotuotteiden tuotanto on standardoitua toimintaa. Standardit määrittelevät yhteisen linjan valmistukselle eri toimijoiden välillä. Käydään nyt läpi muutamia ohjaavia standardeja ja kerron hiukan niiden sisällöstä:

Teräsputkien tulee olla standardin SFS-EN 253 mukaista hitsattua tai saumatonta teräsputkea. Taulukossa 1 teräsputkien tyypit, viitestandardit ja materiaalit.

Taulukko 1. Teräsputket (3)

Teräsputkien tyypit, viitestandardit ja materiaalit			
Putkityyppi	Ulkohalkaisija	EN-standardi	Materiaali
Saumaton	Kaikki	EN 10216-2	P235GH
Sähkövastushitsattu	Kaikki	EN 10217-2	P235GH
Jauhekaarihitsattu	Kaikki	EN 10217-5	P235GH

Teräsosista tulee saada materiaalitodistukset ja ne tulee pyytää teräsputkia ja -osia tilatessa. Niistä selviää, ovatko teräsosat valmistettu standardin SFS-EN 10204 mukaisesti. (3.)

Teräsosia hitsatessa kaarihitsaus ja suojakaasuhitsaus ovat suositeltavia, vaikka kaikki sulahitsausmenetelmät ovat sallittuja. Hitsaajilla tulee olla standardin SFS-EN 9606-1 mukainen pätevyys sekä hitsausmenetelmät tulee olla hyväksytyt standardin SFS-EN 15607 mukaisesti. Hitsaajilla tulee olla käytettävissä hitsaustyöohje eli WPS. (3.)

Lisäksi kaukolämpötuotanto ohjaa standardit SFS-EN 448, SFS-EN 488, SFS-EN 14419, SFS-EN 10204, SFS-EN 15607, SFS-EN 5817, joissa määritellään raaka-aineiden ja valmiiden tuotteiden vaatimukset ja toleranssit (3).

Standardi SFS-EN 448 määrittelee valmistustuotteiden toleranssit ja sallitut poikkeamat, sekä tuotteiden tiiveystestauksen ja hitsarikohtaisen röntgenkuvaus taajuuden. Hitsaussaumoille on määritetty laatuluokka B SFS-EN ISO 5817, joka on vähimmäisvaatimus hitsaussaumojen laadulle. (3.)

SFS-EN 488 venttiilielementit, yksiputki (3).

SFS-EN 15698-1:2019 Standardi käsittelee kaksiputkijärjestelmää. Esimerkiksi määritellään kaksiputkijärjestelmän putkien väli. Taulukossa 2 esitetään standardin määrittelemät putkivälit. (3.)

Taulukko 2. Kaksiputkijärjestelmän putkivälit (9)

Table 2 Distance between steel service pipes

Nominal diameter of steel service pipes	Distance between steel service pipes L_p
DN	mm
15	19
20	19
25	19
32	19
40	19
50	20
65	20
80	25
100	25
125	30
150	40
200	45
250	45

Standardissa SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021 määritellään väli-/sivupalan paikka kaksiputki osassa. Tämä standardi täydentää standardia SFS-EN 15698-2:2019. (3.)

-vaaka ja pysty kulmissa molemmin puolin taivutettua aluetta

-supistuksissa isompaan putkeen

-haarayhteissä haaraputkeen

-venttiileissä molemmin puolin venttiiliä

Liitostavan tarkemman määrittelyn ja standardin tekemisellä on saatu liitännätavat yhtenäistettyä. Tällä tavoin asiakas varmistuu putkien liitoksesta, jos kaukolämpö tuotteiden valmistaja kertoo noudattavansa tätä standardia. Tämä on varmasti pääasiallinen tarkoitus standardin päivittämiselle. Tällä tavoin saadaan asiakkaille tietoon, kuinka kaksiputkijärjestelmän väli saadaan standardoidusti toteutettua.

2.1 Kaukolämpöverkosto

Kaukolämmön historia alkaa 1800-luvun lopusta Yhdysvalloista ja Saksasta. 1920-luvun Suomesakin suunniteltiin sähkö- ja lämpötuotannon yhdistämistä. Ensimmäiset suunnitelmat olivat valmiina 1939, mutta maailmansota siirsi kehitystyötä. Helsingin olympiakylä oli ensimmäinen isompi kaukolämmitysjärjestelmän rakennuskohde vuonna 1940. Sodan jälkeen huomattiin, että teollisuuden sähköntuotannon yhteydessä syntyy lauhdelämpöä. Siitä alkoi Suomen kaukolämpöverkoston rakentaminen (4.)

Kaukolämpö on Suomen yleisin lämmitysmuoto ja saatavilla lähes kaikissa Suomen taajamissa. Kaukolämpöverkostossa on meno- ja paluuputket. Yleensä verkosto asennetaan maanalle, mutta verkosto voi kulkea myös siltarakenteissa ja rakennusten sisällä. Verkosto muodostuu runkolinjasta, jakeluverkosta ja taloverkosta. (4.)

Kiinteistöihin kaukolämpö jaetaan jakokeskusten kautta. Kaukolämpöverkoston vesi ei suoraan kierrä kiinteistön verkostossa vaan se lämmittää lämmönsiirtimen kautta kiinteistön putkiverkoston patteriveden. Lämmönjakokeskus reagoi automaattisesti lämmön tarpeeseen. (10.)

Kaukolämpöön on helppo liittyä varsinkin, jos talossa on valmiina vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä ja tekninen tila, johon lämmönvaihdin voidaan sijoittaa. Kaukolämpöverkoston lämmin vesi ei kierrä suoraan talon lämmitysverkostossa, vaan kaukolämpöveden lämpö siirtyy lämmönvaihtimen kautta talon sisäiseen verkostoon. (10.)

Mustasaarella sijaitseva Westenergyn jäte-energialaitos, joka hyödyntää kierrätykseen soveltumatonta jätettä ja Vaskiluodon voimalaitos Vaasassa tuottaa yhtä aikaa sähköä ja lämpöä. Nämä laitokset tuottavat noin 99 prosenttia Vaasan kaukolämmön vuosittaisesta tarpeesta. Vaasan Vaskiluodossa sijaitsee lämpövarasto eli maanalainen luolasto, joka mahdollistaa lämmön varastoinnin eri tuotantolähteistä ja hukkalämmöstä. Varaston avulla voidaan optimoida sähkön ja lämmön tuotantoa tehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. Vaasan Sähköllä on myös omia lämpölaitoksia, joilla tuotetaan lämpöä häiriötilanteissa tai kovilla pakkasilla. (11.)

Vaasan Vaskiluodossa sijaitsevien lämpövarastoluolien tilavuudet ovat 150 000 m³ ja 60 000 m³. Niiden yhteiskapasiteetti on 7 - 9 gigawattituntia. Ne sijaitsevat 30 metriä maanpinnan alla ja ovat

rakennettu 1970-luvulla öljyvarastoiksi. Luolat on tyhjennetty ja puhdistettu 1990-luvun lopulla öljystä ja otettu uusiokäyttöön vuonna 2020 lämpöenergiavarastoiksi. (11.)

2.2 Standardi

Standardeilla pyritään yhtenäistämään käytäntöjä ja tuotteita, jotta asiakkailla olisi luottamus siihen, että he saavat samantasoisia ja yhteensopivia tuotteita eri valmistajilta. Standardeilla määritellään myös vaadittava laatutaso tuotteille ja tuotteiden valmistajille. Kun valmistaja kertoo noudattavansa jotain tiettyä standardia, niin asiakkaalle, joka tuntee standardin tai haluaa tietyn standardin mukaisia tuotteita, tulee mielikuva laadukkaasta tuotteesta, joka on toteutettu tietyn tavan mukaan. (12.)

Standardeja on kymmeniä tuhansia. Hitsausta koskevia standardeja löytyy yli 300 kpl ja metallurgiaa käsitteleviä standardeja yli 1000 kpl (12).

Standardoinnin tavoitteisiin liitetään perinteisesti myös tehokkuus, tuottavuus ja laatu. Perusajatuk-
sena on tehdä asiat paremmin ja tuottaa hyötyä. (13.)

2.3 Standardi SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021

Opinnäytetyössäni tutustun uuden standardin sisältöön kaksiputkijärjestelmän sivu-/välipalan osalta ja vertaan tulevia muutoksia vanhaan standardiin. Liitospalan mitoitus, a-mitta ja vaikutus työtappoihin ja materiaalin kulutukseen.

Uusi ja vanha standardi eroavat merkittävästi sisällöltään. Vanhassa standardissa SFS-EN 15698-1:2019 määritellään kaksiputkijärjestelmän putkivälit, mutta ei kuinka putkiväli tulisi toteuttaa. Uudessa standardissa SFS-EN 13941-1:2019 + A1: 2021 on laskukaavat meno- ja paluuputkien aiheuttamille voimille. Putkissa virtaavan veden lämpötila vaikuttaa voimiin. Meno- ja paluueden lämpötilaero on 60°C:ta, jota käytetään laskukaavassa. Tämän laskentatavan mukaan määritellään väli-/ sivupalan koko ja hitsauksessa käytettävä a-mitta. Uudessa standardissa poistuu suorien putkien 6 – 18 m valmistuksesta kokonaan liitospalojen käyttö. Aikaisemmin käytimme tietyn määrän liitospaloja, joka piti putkien päät samalla tasolla ja esti putkien kiertymän tai ainakin pienensi sen mahdollisuutta.

Uusi standardi vaikuttaa myös väli-/ sivupalojen sijoitteluun. Aikaisemmin meillä välipalat hitsattiin jokaiseen haaraan tietyn etäisyyden päähän putken päästä kuten kuvassa 5 havaitaan.



Kuva 5. Liitospalan paikat vanhalla tavalla

Uudessa standardissa määritellään palan paikka sen mukaan, kuinka linjastoon tehdään haaroitus niin, että siihen tulee kaksiputkisissa sidospala. Ja kuvassa 6 nähdään standardissa SFS-EN 13941-1:2019+A1:2021 määritelty palan paikka.

E.2.2 Fixing bars

Fixing bars in the twin pipe system shall be used at the ends of straight pipe sections, see [Figure E.2](#).

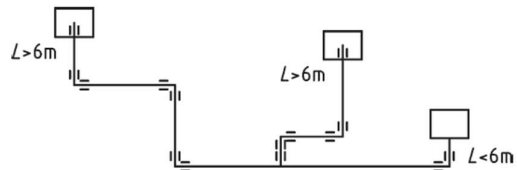


Figure E.2 Fixing bar positions in twin pipe system

Kuva 6. Liitospalojen sijoittelu linjastossa (14)

Liitospalan muutoksessa suorilta osuuksilta jää pala kokonaan pois, joten rasitus keskittyy suunnan muutos kohtiin.



Kuva 7 ja 8. Sivu- ja välipalakuvat

Standardi SFS-EN 13491-1:2019 + A1:2021 sisältää myös muuta huomioon otettavaa tietoa. Enemmän suunnittelua ja asennusta koskevaa. Standardissa huomioidaan linjaston sijainti (Maa-perä, rakennukset), sekä tienalitukset ja siitä johtuvat rasitukset.

Standardissa huomioidaan myös projektiriskit. Riskien arvioinnissa tarkastellaan kaukolämpöput-ken rikkoontumisen vaikutusta ympäristöön (lämmivesi, veden paine verkostossa) ja vaikutukset tärkeille rakennuksille kuten sairaalat. Sairaaloissa on otettava huomioon, onko ainoastaan yksi kaukolämpölinja rakennukseen vai onko mahdollisesti varalinja. (14.)

Projektivaiheen huomioitavat asiat (14):

- vaadittavat dokumentaatiot
- materiaali vaatimukset
- hitsausseamat ja niiden tarkastus vaatimukset
- maaperä ja vesistöt
- liikenneolosuhteet

Putkisuunnitelman tulee perustua suunnitteludokumentaatioon, jonka tulee olla riittävän yksityis-kohtainen laadun varmistamiseksi. Suunnitelmasta tulee selvittää yleiset toimintatiedot, putkien tie-dot sekä laadunvalvonta tiedot. Operatiiviset tiedot: Odotettu käyttöikä, suunnittelupaine ja -lämpö-tila. Lisäksi putkijärjestelmään liittyvät tiedot: putkilinjan reitti, Gis-tiedot, kuinka syvällä linjasto kul-kee ja muu tarvittava dokumentaatio (14.)

2.4 Hitsaajan pätevydet ja hitsauksen laatukriteerit

Standardi määrittelee hitsaajalle sulahitsauksen SFS-EN 287-1 teräksen pätevyysalueen, jolla voidaan hitsata kaukolämpötuotteita. Hitsaus suoritetaan putkelle päittäisliitoksena. Pätevyysalueeseen vaikuttaa kokeessa käytetyn putken ulkohalkaisija, hitsausasento sekä hitsin yksityiskohdat (15.) Käytettävä hitsaustyöohje määrittelee hitsausprosessin ja käytettävän lisäaineen.

Pätevydet ovat voimassa kolme vuotta. Voimassaolon edellytyksenä on, että hitsauskoordinoija tai valmistajan edustaja vahvistaa kuuden kuukauden välein allekirjoituksellaan, että hitsaaja on hitsannut pätevyysalueella. (15.)

Hitsauskoekappaleen tulee täyttää laatuvaatimus B. Hitsin laadulla tarkoitetaan hitsin tasalaatuisuutta. Hitsiluokka B on vaativa, jonka ammattitaitoinen hitsaaja saa aikaan hyvissä konepaja olosuhteissa (15). Joissakin tapauksissa hitsaajilla vaaditaan myös PED-pätevyys eli paineastia direktiivin hitsauspätevyys (16). Hitsiluokka B:n sallimat virheet ovat todella minimaalisia.

Hitsaajan työtehtäviin kuuluu suorittaa silmämääräinen tarkastus hitsisaumalle, sekä vähintään 20 prosenttia hitsatuista tuotteista tulee koeponnistaa. Lisäksi hitsaajan hitsaamista saumoista röntgenkuvataan tietty osuus riippuen putkikoosta.

EHP Euroheat & Power vastaa eurooppalaisella sertifiointimenettelyllä tehdasvalmiiden standardin mukaisten kaukolämpöosien sertifioinnista. Ajantasaiset EHP sertifikaatit löytyvät euroheat-sivustolta. (3.)

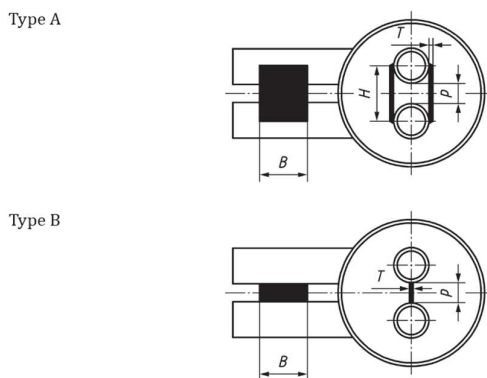
EHP-sertifikaatin voi saada, mikäli tuotantolaitoksen testit ja laadunvalvonta osoittavat valmistettavien tuotteiden täyttävän EHP:n sertifiointiohjeiden ja tämän suosituksen vaatimukset. Sertifikaatti on tuotantolaitos kohtainen ja voi käsittää yksi- ja kaksiputkijärjestelmät. (3.)

3 UUDEN STANDARDIN VAIKUTUS TUOTANTOON

Uudistukset vaikuttavat lähes aina tuotteen hintaan, työtapoihin ja joissakin tapauksissa tuotteen pituuteen. Tämän standardin muutoksen myötä kehitetään uusia jigejä, jotta on helpompaa käsitellä muutoksen aiheuttamat tuotteiden pituusmuutokset ja helpottaa tuotteiden kasausta. Liitospalan siirtyminen tuotteen sivulle vaatii työskentelytapa muutoksia.

3.1 Liitospalojen mitoitus

Sivupalat ovat putken sivuun tulevia lattaraudan paloja. Kuvassa 9 näkyvä Type A mallin mukaisia. Ja näitä tarvitaan kaksi kappaletta jokaista liitoskohtaa kohden ja ne tulevat molemmin puolin putkea. Välipalat taas ovat putkien väliin tulevia paloja Type B. Näitä tarvitaan yksi kappale aina määriteltyyn kohtaan.

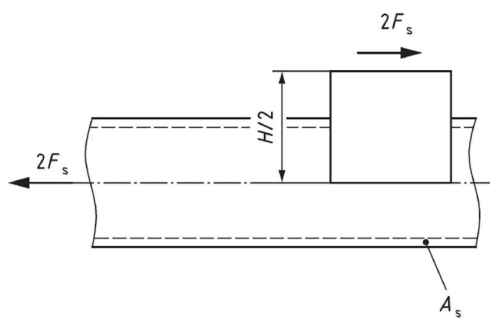


Kuva 9. Liitospalojen paikat (13)

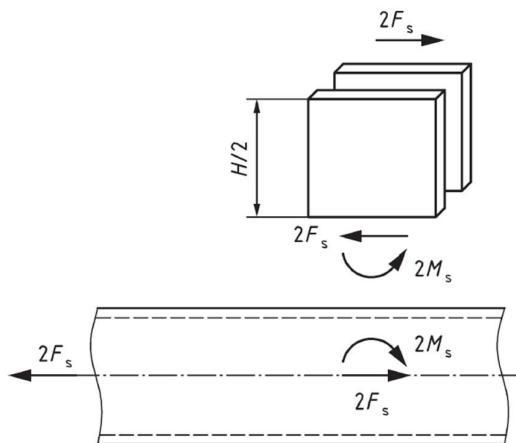
Palojen mitoituksessa käytetään valmista kaavaa, jonka tuoteinsinööri on koonnut standardin määrittelemillä vaatimuksilla, johon voidaan sijoittaa haluttuja mitoitusarvoja. Kaavassa, jota käytetään, otetaan huomioon määriteltynä putkien voimat. Kaavassa huomioidaan meno- ja paluulinjan lämpötilaero ja sen aiheuttamat voimat paloihin.

Laskukaavassa käytetään lämpötilaeroa $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Siinä huomioidaan myös putkenkitka metriä kohden, putkien poikkipinta-ala, putkessa muodostuva mahdollinen ylipaine ja erilaiset aksiaaliset voimat. Mahdolliset meno- ja paluulinjan lämpötila eroista aiheutuvat vääntövoimat liitospalojen hitssaumoihin.

Mitoituksessa otetaan huomioon liitospalan leikkausvoima F_s huomioituna puolikkaaseen liitospalaan $H/2$. A_s on teräsputken poikkipinta-ala.



Kuva 10. Leikkausvoima, F_s (13)



Kuva 11. Vääntömomentti, M_s (13)

Lisäksi otetaan huomioon vääntömomentti M_s .

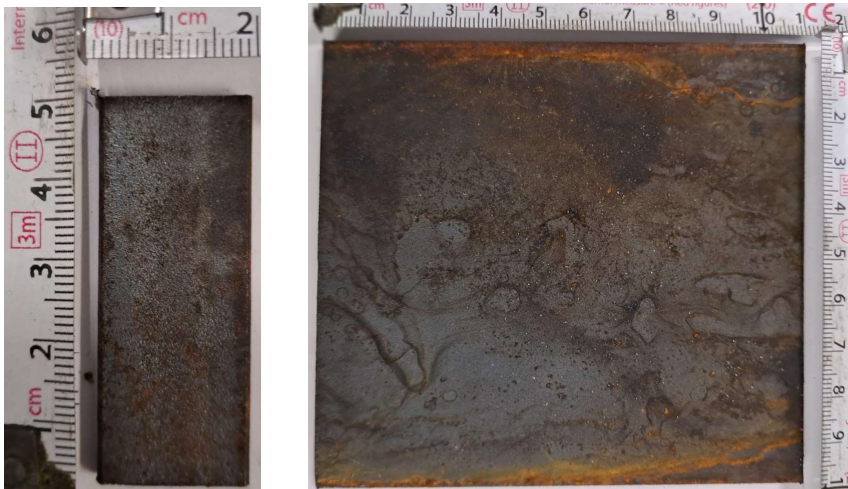
Lisäksi laskukaava antaa a-mitan, joka tulee huomioida. A-mitan määrittelyyn vaikuttaa standardin mukaan liitospalan paksuus. Lisää a-mitan määrittelystä on kappaleessa 3.3.

3.2 Työskentelytavan muutos tuotannossa

Muutos vaikuttaa tuotantoprosessiin jonkin verran. Vanhalla liitostavalla, joka näkyy sivulla 18 kuvassa 5, putkien väli saatiin automaattisesti standardin mukaiseksi, mutta uusien sivupalojen käyttö vaatii jigien käyttöä putkikokoon DN100 asti. Putkikoot DN 20-100 toteutetaan sivupalalla. Jigissä on apuvälineet välin muodostamiseen, jotta sivupalat voidaan heftata kiinni ennen varsinaista saamaa. DN125-250 putkikoossa jatketaan välipalojen (Type B) käyttöä, jotka mitoitetaan uuden standardin mukaisiksi. Palojen pituus ja paksuus kasvaa merkittävästi.

Muutos lisää työaikaa myös palojen valmistukseen eli sahalla. Jokaiselle putki koolle DN 20-250 pitää olla oma pala, koska kaikille on mitoitusten mukaan eri kokoinen pala. Aikaisemmin oli käytössä viisi eri levyistä lattarautaa, joista sahattiin sopivan mittaisia paloja. Nyt on käytössä kuusi eri lattarautaa, joista valmistetaan yhdeksän erilaista sivu- ja välipalaa. Sahaamiseen kuluu enemmän aikaa ja vaatii sahaajilta tarkkuutta, sekä valmiiksi sahatut palat tarvitsevat myös säilytystä. Kulutusta on kumminkin useampia satoja metrejä lattarautaa vuodessa.

Kuvissa 12, 13, 14, 15, 16 ja 17 vertailua uusista ja vanhoista liitospaloista:



Kuva 12 ja 13. Vertailuna vanha ja uusi liitospala DN 65 + 65



Kuva 14 ja 15. Vertailuna vanha ja uusi liitospala DN 100 + 100



Kuva 16 ja 17. Vertailuna vanha ja uusi liitospala DN 125 + 125

Seuraavaksi verrataan kahta eri kokoluokan vaakakulmaa. Vertailu tehdään vanhan ja uuden liittostavan välillä. Vanhasta tavasta on vertailutietoa jo olemassa, joten keskitytään pääasiassa analysoimaan uutta tapaa ja verrataan sitä vanhaan. Vertailun pienemmässä putkessa käytetään sivupalaa ja isommassa putkessa välipalaa. Putkikoot ovat DN 65, DN100 ja DN 125.

Vertailussa katsotaan hitsattavan sauman pituutta sekä käsittelyaikaa. Sahausta ei lisätä tässä vaiheessa, koska puhutaan yksittäisistä paloista. Sahaus toteutetaan nippusahauksena eli useampi lattarauta päällekkäin, joten yksittäisen palan sahaus aika ei ole merkittävä tässä tutkimuksessa.



Kuva 18. Lattaraudat sahalla

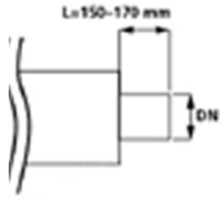
Verrataan nyt kolmea eri kokoluokan putken palojen kokoja ja saumanpituuksia sekä mahdollista työajan kasvua ja vaikutusta tuotteenhintaan.

Taulukossa 3 verrataan hitsaussauman pituutta vanhan ja uuden liitospalan välillä vertailtavissa kokoluokissa.

Taulukko 3. Sauman pituusvertailua

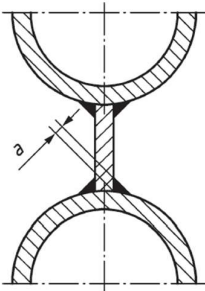
Vertailutaulukkoa hitsaussauman pituus										
Kulma	DN	Vanhan mukaan				Sauman pituus mm	Uusi			Sauman pituus kasvanut prosentuaalisesti
		Palan pituus mm	kpl	sauma/pala	Pituus		kpl	saumoja	Sauman pituus mm	
	65 + 65	50	4	4	800	110	4	2	880	10
	100+100	50	4	4	800	165	4	2	1320	65
	125+125	50	4	4	800	145	2	4	1160	45
Venttiili										
	65 + 65	50	2	4	400	110	4	2	880	120
	100+100	50	2	4	400	165	4	2	1320	230
	125+125	50	2	4	400	145	2	4	1160	190

Lisäksi palojen pituus muutokset aiheuttavat tuotteille pituuden lisäystä, koska uudet palat tarvitsevat isomman tilan. Standardissa on määritelty hitsauspään pituus, joka asiakkaalla tulee olla käytettävissä asennusvaiheessa (kuva 19). Suomessa hitsauspään pituus on 160 mm ja Ruotsissa 230 mm. Tämä hitsauspää mitataan eristeen päästä. Hitsauspäässä on toleranssi ± 10 mm. Hitsauspään tulee olla puhdas uretaanista, jotta kentällä putkien yhteen liittäminen olisi helppoa ja vaaratonta.



Kuva 19. Hitsauspään mitoitus (13)

3.3 A-mitan määrittely



Kuva 20. a-mitta (13)

$$a = T / \sqrt{2} \cong 0,7 \cdot T \text{ with } a \geq 3\text{mm}$$

Kuva 21. a-mitan määrittely (13)

T on liitospalan paksuus, jonka perusteella a-mitta määritellään. Esimerkiksi DN 125 + 125 liitospalan a-mitaksi laskentakaavalla tulee liitospalan T=10 mm.

$$a = 10 / \sqrt{2}$$

$$a = 7 \text{ mm}$$

Eli a-mitaksi tulee seitsemän millimetriä. Tätä lukua, kun vertaa putken seinämä paksuuteen, joka tuossa putkikoossa on 3.6 mm, niin a-mitta tuntuu todella isolta. Tässä putkikoossa käytetään välipalaa, kun pala hitsataan molemmin puolin 7 mm a-mitalla, niin pienelle alueelle tulee todella kova lämpömäärä. Ja tämä saattaa aiheuttaa läpipalamisia kokemattomilla hitsareilla. Mutta tässäkin asiassa perehdytys ja tuotteiden hitsauskoulutus on avuksi, sekä kokeneiden hitsareiden apu, sekä miettimällä hitsausjärjestystä. Toki tämä kaikki ei sovi täysin yhteen urakkapalkkauksen kanssa.

3.4 Vaikutus tuotteen hintaan ja hitsaajan palkkaukseen

Tässä vertaillaan uusien liitospalojen vaikutusta tuotteen hintaan ja valmistusaikaan. Hinnoittelussa tulee ottaa huomioon palan paino verrattuna palan hintaan. Sekä sivupalojen (Type A) aiheuttamaa lisätyötä välin saamiseksi oikean kokoiseksi.

Palojen hinnoittelussa käytetään vuoden 2021 hintatietoa. Lattaraudan hinta tuolloin oli 1 €/kg. Terästen painoja määrittäessä käytetään Hartmannin rautakaupan teräsluetteloa, josta löytyvät erikokoisten lattarautojen metripainot (17).

Liitospalojen saumojen pituuserot löytyvät taulukosta 3. Esimerkiksi kulman 65+ 65, siinä liitospalojen sauma pituus kasvaa vain 10 prosenttia, kun taas 100+100 sauma pituus kasvaa 65 prosenttia. Kun verrataan liitospalojen kokoja, painoja ja hintoja päästään tarkempaan vertailutulokseen.

Taulukko 4. Otteita Hartmannin teräsluettelosta (17)

Koodi	T	W	Laatu	KG/M
RA05	3	20	S235JR	0,5
RA06	3	25	S235JR	0,6
RA07	3	30	S235JR	0,7
RA24	5	100	S235JR	3,9
XS11	6	150	S355J0/J2	7,07
XP93	10	30	S355J0/J2	2,4

Taulukko 5. Liitospalan paino

Vertailutaulukkoa liitospalan painosta													
DN	Vanhan mukaan						Uusi						Pala kertaa painavampi
	L	W	T	kg/m	Palan paino	L	W	T	KG/m	Palan paino			
65 + 65	50	20	3	0,5	0,025	100	110	5	3,9	0,429	17,16		
100+100	50	25	3	0,6	0,03	150	165	6	7,07	1,16655	38,885		
125+125	50	30	3	0,7	0,035	200	30	10	2,4	0,072	2,057143		

Hinnoittelua esimerkiksi kulmaan tarvittaville liitospaloille. Taulukossa 6 hintojen muodostumisesta.

Taulukko 6. Liitospalojen hinta

Vertailutaulukkoa liitospalan hinnoittelusta													
Kulma	DN	Vanhan mukaan			1 €/kg	Uusi				Kalliimpi €/tuote			
		Palan paino	kpl/osa	Kokonaispaino		Hinta €	Palan paino	kpl/osa	kokonaisp		Hinta €		
	65 + 65	0,025	4	0,1	0,1	0,429	4	1,716	1,716	1,616			
	100+100	0,03	4	0,12	0,12	1,16655	4	4,6662	4,6662	4,5462			
	125+125	0,035	4	0,14	0,14	0,072	2	0,144	0,144	0,004			

Taulukosta nähdään, kuinka paljon enemmän liitospalat maksavat uudella tavalla. Esimerkiksi Dn100 kulmassa palojen hinta on 4,50 € enemmän, joten tällä on vaikutusta puolivalmiin tuotteen hintaan. Tämän lisäksi sauman pituuden lisäys on 65 prosenttia. Valmiin tuotteen kokonaishinnassa vaikutus on pieni, koska lopputuotteen hinta on sadoista euroista tuhansiin euroihin ja raaka-aineiden hinnatkin ovat nousseet merkittävästi. Joten liitospalan hinnan nousu hukkuu kokonaishintaan.

Kun lasketaan hitsauksen kuluva lisäaika, niin päästään jonkinlaiseen teoreettiseen tulokseen. Lisääntynyt hitsausaika voidaan laskea saumanpituuden muutoksesta, johon lisätään a-mitta vaatimus arvio laskelmalla. Mahdollinen putkien lisääntynyt asettelu-aika jätetään huomioimatta jigin kehitystyön myötä DN100 ja pienemmissä. DN 125 ja isommissa putkissa on edelleen käytössä välipala, jolla väli tulee heti oikeaksi.

Käytetään samaa hitsausnopeutta vanhan ja uuden liitospalan hitsauslaskennassa. Laskennallinen hitsausnopeus on 20 cm/minuutissa ja kasvanut a-mitta tuo noin 10-prosenttia lisäaika kasvaneen saumanpituuden lisäksi. Vertailussa käytetään 15 €/h urakkahintaa sekä lisätään hitsausajan päälle DN 65 ja DN 100 putkissa kuusi minuuttia asettelu-aikaa osaa kohti. DN 125 putkikoossa käytetään 12 minuutin asettelu-aikaa.

Taulukko 9. Kasvaneet kustannukset

Vertailutaulukkoa lisääntyneistä kustannuksista									
Kulma	DN	Vanhan mukaan			Uusi				
		Hitsaushinta/osa	Palojen hinta	€/osa	Hitsaushinta/osa	Palojen hinta	€/osa	Erotus uusi vanha	
65 + 65		2,505	0,1	2,605	2,606	1,716	4,322	1,717	
100+100		2,505	0,1	2,605	3,431	4,666	8,097	5,492	
125+125		4,005	0,2	4,205	5,195	0,144	5,339	1,134	

Liitospalan ja hitsauksen yhteisvaikutuksella DN 100 + 100 kulmaan tulee 5,50 € lisää hintaa. Valmistuskustannuksen hinnan nousu ei vaikuta merkittävästi tuotteen loppuhintaan eikä varsinkaan kasvaneiden raaka-aine hintojen yhteishinnoittelussa.

Hitsarille vaikutus on suurempi. Jos hitsaa kolme DN 125 + 125 kulmaa tunnissa, niin

Vanha liitospala 3 kpl x 4,005 €/kpl eli 12,02 €/h.

Uusi liitospala 3 kpl x 5,20 €/kpl eli 15,60 €/h

Palkassa on suuri ero, vaikka kappalemäärät olisivat samat. Laskennallisesti kolme kulmaa pitäisi olla mahdollista, vaikka uudessa liitospalassa vaatimukset ovat kovemmat. Vanhalla liitospalalla pitäisi teoreettisesti ehtiä hitsaamaan neljä kulmaa tunnissa. Jolloin urakkapalkka tuntia kohti ei olisi kaukana toisistaan.

3.5 Liitospalan kiinnitys

Liitospalan kiinnitykseen käytetään mag-hitsausta. Mag-hitsausta käytetään päivittäisessä hitsauksessa. Hitsaus tapahtuu umpilangalla ja suojakaasu on hiilidioksidin ja argonin seoskaasu.

Liitospalan hitsauksen jälkeen hitsari tekee silmämääräisen tarkastuksen. Tällä tarkastuksella hitsari näkee täyttääkö hitsaus vaaditut kriteerit, esimerkiksi a-mitan ja onko putkiväli oikea.

Mig/Mag-hitsaus on yleisin hitsaustapa teollisuudessa ja harrastajien piirissä. Tällä hitsaustavalla aine paksuudet vaihtelevat ohuesta levystä paksuun teräkseen.

Standardi SFS 3052 määrittelee hitsauksen ”osien liittämiseksi toisiinsa käyttämällä hyväksi lämpöä ja / tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden. Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on suunnilleen sama kuin perusaineen sulamispiste” (18).

4 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Käydään läpi saatuja tuloksia, joita on laskettu ja kokeiltu. Liitospalojen aiheuttamat asetteluajat ovat suuntaa antavia, eivät kelloitettu. Tulokset perustuvat pääasiallisesti mitoitettujen liitospalojen hitsausaumojen pituuksiin ja vanhan tyylin urakkahintojen vertailua suhteutettuna saumojen pituuksiin. Standardin muutoksen suurin vaikutus on liitospalojen ja saumojen pituuksien kasvuun ja tämä vaikuttaa hitsausaikoihin, sekä a-mittojen tarkempaan määrittelyyn. Aluksi kasvanut a-mitta aiheutti ongelmia hitsatessa, mutta työtapoja muokkaamalla hitsaukset alkoivat onnistua.

4.1 Tutkimuskysymysten tarkastelu

Tutkimuskysymys 1. Mitkä ovat standardin vaikutukset liitospalaan?

Standardi määrittelee liitospalan asennustavan, kokoluokan ja a-mitan. Aikaisemmassa standardissa oli ainoastaan määritelty putkien väli. Liitospala tyyppiä on kahta erimallia, joista laskentakaava käyttämällä voi mitoittaa oikeankokoiset palat. Palojen koko kasvaa käytössä olleeseen aikaisempaan versioon verrattuna pituudeltaan sekä paksuudeltaan. Vanha liitospalalla saatiin putkiväli heti oikeaksi, koska käytettiin putkivälin levyistä lattarautaa. Kokeiltiin mitoittaa liitospalat samanlailla väliin sopiviksi, mutta laskentakaavan perusteella pituudet kasvoivat todella pitkiksi ja olisi jouduttu kasvattamaan kaukolämpöosien pituuksia.

Tutkimuskysymys 2. Kuinka materiaalit mitoitetaan standardin perusteella muodostettuun laskentakaavaan perustuen?

Palojen mitoituksessa käytetään valmista kaavaa, jonka tuoteinsinöörimme oli tehnyt standardin määrittelemillä vaatimuksilla, johon voidaan sijoittaa haluttuja mitoitusarvoja. Kaavassa on valmiina määriteltynä putkien voimat. Kaavassa huomioidaan meno- ja paluulinjan lämpötilaero ja sen aiheuttamat voimat paloihin. Laskentakaava antaa tulokseksi liitospalan paksuuden ja a-mitan määritelyyn palan kokoon suhteutettuna.

Tutkimuskysymys 3. Kuinka paljon liitospalan muutos vaikuttaa läpimenoaikaan ja mahdollisesti hitsaus- ja käsittelyaikaan?

Pienimmälle tutkitulle kulmalle ei liitospalan muutoksella ollut vaikutusta läpimenoaikaan. Pienemmillä kulmilla onkin rakennettu työtä helpottava jig. Mutta isommalla tutkitulla kulmalla 125 + 125 hitsausaika tuplaantui. Se alkaa jo vaikuttamaan tuotteiden läpimenoaikaan. Kasvanut a-mitta vanhaan liitostapaan verrattuna kasvatti hitsausaikaa.

Hitsausauman pituus vaikuttaa merkittävästi tuotteen läpimenoaikaan. Pitkä hitsausauma vaikuttaa myös lämmönsiirtymiseen tuotteessa. Tämän vuoksi hitsaus täytyy tehdä vaiheittain.

Venttiileissä liitospalojen hitsausaika kasvoi paljon, koska aikaisemmin liitospalat olivat lyhyitä. Uudessa hitsausauman pituus kasvaa huomattavasti. Useammassa venttiilien kokoluokassa käsitteilyaika kasvaa paljon, koska sivupalalla ei saa putkiväliä heti oikeaksi.

Tutkimuskysymys 4. Miten standardin muutos vaikuttaa tuotantoon?

Standardi vaikuttaa tuotannossa työskentelytapoihin. Kehitimme työtä avustavan jigin pienemmille kulmille ja isommille kulmille rakennetaan hitsaajan työpöydälle tarvittavat apuvälineet. Venttiileille suunniteltiin ja rakennettiin jigit, joissa putkivälit saa helpommin oikeiksi.

Tuotannossa läpimenoaika kasvoi muutamalla kokoluokalla. Käytössä on urakkapalkkaus, joten tuotteiden hinnoittelua joudumme vielä tarkastelemaan uusiksi.

4.2 Hitsausauman pituuden muutos

Taulukosta 3 sivulla 25 näemme, kuinka hitsausauman pituus on kasvanut vertailuissa käytetyissä kokoluokissa. Hitsausaumaa syntyy noin 20 cm/ minuutti. Tästä saadaan laskettua aika muutokselle, mutta sivupaloja käytettäessä väli joudutaan muokkaamaan jigillä, joten hitsausaikaan tulee lisätä jonkin verran asetteluaikaa. Asetteluaika lasketaan tässä tapauksessa prosentuaalisesti kokonaisajasta, koska työskentely muutosta ei ole kellotettu.

Venttiileissä hitsausauman pituusmuutos on merkittävämpi kuin kulmissa. Tämä johtuu siitä, että kulmissa on aikaisemmin käytetty useampaa välipalaa kuin mitä uusi standardi määrittelee. Näin ollen liitospalojen määrä pysyy alle DN100 samana, mutta niiden sijoituskohdat ja pituudet muuttuvat. DN125 ja sitä isommissa kulmissa välipaloja tulee vain kaksi kappaletta vanhan neljän kappaleen sijaan. Joten hitsausauman pituus muutos ei ole merkittävä, vaikka aiheuttaakin hinnoittelun muutoksen.

Venttileissä saumojen määrät pysyvät samoina, mutta saumojen pituudet muuttuvat liitospalojen pituuden kasvaessa. Kun verrataan kokoja, joihin sivupalat tulevat DN 65 ja DN100, niin toisessa sauman pituus kaksinkertaistuu ja toisessa yli kolmenkertaistuu. Ja DN125, jossa käytetään välipaloja, niin saumojen pituudet lähes kaksinkertaistuvat.

Nämä ovat aiheuttaneet pitkiä keskusteluja hitsaajien kanssa, koska hinnoittelu pitäisi olla selvä ennen kuin tuodaan uusia asioita tuotantoon. Muutos tapahtui todella nopealla aikataululla, joten jouduttiin kokeilemaan tuotannossa uudet liitospalat.

4.3 Muutos urakkapalkkaan

Urakkapalkkaus on haastava. Standardi tuotteilla se ei ole ongelma, mutta uusilla ja erikoisilla tuotteilla se on. Tuotteiden muutosprosessi on hetkittäin niin nopea, ettei kellottaminen onnistu. Tämän myötä aloitettiin kehitystyö laskentatapaan, jolla selvittää tuotemuutoksista helpommin ja kenenkään mieltä pahoittamatta. Selvillä on jo kuinka paljon hitsaussaumaa voi tehdä tietyssä ajassa. On haastavaa määritellä ajallisesti tuotteiden käsittelyajat kasauksesta valmiiksi tuotteeksi. Tämän selvitystyö on meneillään.

Standardin SFS-EN 13491-1:2019 + A1-2021 aiheuttaman muutoksen työhinnoitteluun työssä tutkituilla tuotteilla saadaan laskettua helpommin, koska tuotteet olivat standardi tuotteita. Käsittelyaika tuli jonkin verran lisää, mutta jigien kehityksellä kulmien kasaaminen onnistuu helpommin. Tämän lisäksi hitsaajat hyödyntävät työpöytänsä apumahdollisuuksia.

Työhinnoittelu toteutettiin lisäämällä vanhaan urakkahintaan lisääntynyt hitsausaika. Käsittelyaika pidettiin samana vanhassa tavassa, koska jigi helpottaa työskentelyä.

Hitsausajat kasvoivat jonkin verran. Taulukossa 10 nähdään prosentuaalisesti hitsausajan kasvu.

Taulukko 10. Hitsausajan kasvu

Kulma	DN	Hitsausaika
		kasvaa
	65 + 65	4 %
	100+100	37 %
	125+125	30 %

Urakka perustuu siihen, että jokainen osa on pisteytetty. Päivän kokonaisurakka määräytyy sen mukaan, kuinka paljon pisteitä hitsaaja kerää työpäivän aikana. Jokaisen päivän ei tarvitse olla huippupäivä, vaan tuntihinta tasoittuu kahden viikon palkkajakson aikana.

Kuten taulukosta 10 nähdään, tuotteiden pisteytyksiä tulee nostaa, jotta urakkahinnoittelu pysyy tasapainossa.

4.4 Vaikutus tuotteen kokonaishintaan

Loppujen lopuksi muutoksella ei ole suurta vaikutusta tuotteen kokonaishintaan. Hitsausaika kasvaa liitospalan kasvun myötä, joka kasvattaa metallihitsaajan työaikaa osaa kohti ja täten myös hitsaushintaa osaa kohti, mutta tuotteen kokonaishinnassa sillä ei ole merkittävää vaikutusta. Varsinkin nyt, kun olemme kehittäneet apuvälineitä hitsaajien avuksi ja löytäneet oikean hitsaustavan toteuttaa asennuksen.

Samaan aikaan osui raaka-aineiden hinnan nousu ja nämä siirtyivät lopputuotteen hintaan, joten vaikutus jää todella huomaamattomaksi.

4.5 Tutkimushaasteet

Hitsausliitoksen a-mitta on haasteellinen todentaa varsinkin pienemmissä putkissa, koska välipala hitsataan pyöreään kappaleeseen. Lisäksi on vaikea ennustaa kappaleeseen kohdistuvan lämpölaajenemisen ja kutistumisen vaikutuksia jäännösjännityksiin ja muodonmuutoksiin etukäteen. Teräksissäkin on eroja riippuen valmistajasta. Teräkset ovat standardin mukaisia, mutta saattavat olla standardissa määriteltujen rajojen ääripäistä.

Tutkimustyötä vaikeuttaa se, että emme ehtineet tutkia vaikutuksia ennen kuin standardi tuli voimaan. Eli jouduimme suorittamaan tutkimusta tuotantoprosessin aikana. Hitsausprosessi pitäisi saada toimimaan urakkapalkkauksen kanssa, koska jokainen hukattu minuutti on pois palkasta.

Prosessin alkuvaiheessa etsinnässä on mahdollisimman järkevän kokoiset liitospalat meidän tarkoitukseemme. Hitsausaumojen pituudet kasvavat joka tapauksessa vanhaan palaan verrattuna.

5 POHDINTA

Liitospalojen muutos on aiheuttanut paljon keskustelua tuotannossa. Moni on kysynyt ”Mikä vanhassa liitos tavassa oli vikana?”. Vastaus, jonka pystyin antamaan, oli, että standardiin on tullut muutos ja meidän tulee edetä sen mukaan. Toinen asia, joka on aiheuttanut keskustelua, on a-mitta. Tämän hetken mitoituksen mukaan a-mitta on monessa putki koossa paksumpi kuin ohuin materiaali, joka näissä tapauksissa on putki. Ja tämä aiheutti testien alkuvaiheessa putkiin läpipaloja, mutta testien kautta saimme hitsauksen toimimaan.

Standardi määrittelee yhtenäisen toimintatavan liitospalojen kokoon ja sijoitteluun. Aikaisemmin liitospalan sijoittelu ja malli oli vapaampaa. Me käytimme välipaloja, jotka oli hitsattu neljällä saumalla kiinni jokainen pala. Tietooni ei ole tullut reklamaatioita näistä. Kumminkin niissäkin tulee vääntöä samanlailla, kun putket liikkuvat lämpötilojen mukaan. Tietysti aikaisemmin käytettiin myös putkissa liitospaloja, jotka ottivat vastaan myös putkien liikettä. Standardin muutoksen myötä ne palat poistuivat ja nyt putkien liikkumisen aiheuttamat rasitukset keskittyvät pienelle alueelle. Kuten sivulla 18 olevasta kuvasta 6 nähdään, niin liitospalat on sijoiteltu paikkoihin, joissa linja vaihtaa suuntaa.

Suunnitelmissa on valmistaa mallikappaleet, joissa a-mitat ovat standardin mukaiset. Näihin vertaamalla voisi todeta, että sauma on oikean kokoinen. Uusia hitsaajia koulutettaessa he voisivat tarkastaa asian malleista. Palkattavista hitsaajista aika harva on hitsannut putkea. Putkihitsaus ei kuulemani mukaan kuulu koulujen opetusohjelmaan. Olemme käyneet ammattikoulun kanssa keskustelua putkihitsaus koulutuksesta oppilaille. Tämä on helpottanut hitsaajien löytämisessä. Emme ole ainoa putkihitsausta suorittava teollisuuden ala Vaasan seudulla, joka kaipaa hitsaajia, joilla olisi edes hiukan tietoa putken hitsaamisesta.

Tulevaisuudessa tällaisten standardi ja työskentelytapa muutosten läpi viemiseen pitää varata paljon aikaa. Lisäksi tulee valita hitsaajat, jotka keskittyvät vain muutoksen testailuun sekä muutosten aiheuttamien aikojen tarkkailuun yhteistyössä tuotepäällikön kanssa. Muutostyön läpikäyminen yhdessä on tärkeää selkeän toimintamallin löytämiseksi muuttuneelle toteutustavalle.

Akateemisen lähdeaineiston löytäminen vanhasta liitännätavasta oli vaikeaa. Käytin hyödyksi OAMK:n kirjaston tarjoamaa hakupajaa, jossa kirjaston henkilökuntaan kuuluva informaattikko

avusti hakukoneiden käytössä ja mahdollisimman monipuolisten hakusanojen löytämisessä. Käytössämme oli hakukoneet, joilla saatu tieto luokitellaan luotettavaksi tiedoksi. Tietoa haettiin koko Euroopasta, mutta vanhasta liitostavasta ei löytynyt kirjoitettua informaatiota. Liitostapaa ei ole aikaisemmin määritelty standardilla, niin se on ollut jokaisen valmistajan vapaasti toteutettavissa. Tutkin lisäksi itsenäisesti samoilla hakukoneilla käyttäen sanojen erilaisia synonyymeja, mutta haku ei tuottanut tulosta. Paljon tutkimustietoa löytyy lämpöhäviöistä kaukolämpöverkostossa, mutta nämä eivät olleet tutkimuskohteena tässä työssä.

LÄHTEET

1. Uponor. Hakupäivä 5.3.2023 Uponor.com/fi-fi/yritys
2. Uponor tuotekuvasto. Hakupäivä 5.3.2023 sekä 11.3.2023:
<https://www.uponor.com/fi-fi/search-page?Category=downloadCenter&query=kaukol%C3%A4mp%C3%B6>
3. Energiateollisuus. Kiinnivaahdotetut kaukolämpöjohdot. Hakupäivä 5.3.2023, Suositus L1/2020
4. Energiateollisuus. Kaukolämmön käsikirja, 2006. s. 5, 29, 35, 139, 7.5.2023
https://energia.fi/uutishuone/materiaalipankki/kaukojaahdytys- ja_kaukolampojohtojen_laadunvarmistus.html#material-view
5. Motiva. Lämpöä kotiin keskitetysti. 2012 https://www.motiva.fi/files/7963/Lampoa_kotiin_keskitetysti_Kaukolampo.pdf
6. Motiva. Kaukolämpö 4.3.2023
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo
7. SFS.fi. Mikä on standardi? <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi>
8. SFS.fi. Standardin hyödyt <https://sfs.fi/standardeista/standardien-hyodyt/>
9. SFS-EN 15698-1:2019 ”Kaukolämpöjohdot-osa 1: Putkieleментit
10. Harju Pentti. Lämmitystekniikan oppikirja. 2010, s. 149, 7.5.2023
11. Vaasan Sähkö. Kaukolämmöntuotantoa. Vaasansahko.fi kaukolämpö 5.3.2023

- 12 SFS. Tuoteryhmät. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuoteryhma-haku.html.stx?pg=25.140&g=SFS>, 9.5.2023
- 13 Åberg Veijo ja Comment Anne. Standardoiminen on nykyajan tunnussana. 2014
- 14 SFS. Standardi SFS-EN 13941-2:2019+ A1:2021
- 15 Lepola, Pertti ja Makkonen, Matti. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet, 2005
- 16 Lukkari, Kyröläinen ja Kauppi. Hitsauksen materiaalioppi, osa2: metallit ja niiden hitsattavuus, 2016.
- 17 Teräsluettelo <https://www.hartman.fi/fi/teras>, 25.2.2023
- 18 Lukkari Juha. Hitsaustekniikka, Perusteet ja kaarihitsaus, 2002