



Teemu Takkavuori

Venttiiliryhmiä vaihtoehtoisten valmistusmenetelmien tutkiminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

14.9.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Teemu Takkavuori
Otsikko:	Venttiiliryhmien vaihtoehtoisten valmistusmenetelmien tutkiminen
Sivumäärä:	20 sivua
Aika:	14.9.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine:	Koneensuunnittelu
Ohjaajat:	Technical Burner Specialist, Marko Kylä-Sipilä Lehtori, Janne Nuotio

Tämän insinööriyön tilaaja oli Andritz Oy. Insinööriyön tavoitteena oli tutkia venttiiliryhmien valmistusta vaihtoehtoisilla menetelmillä. Projektin lähtökohtana oli perehtyä aiheeseen liittyviin standardeihin, tarkastella eri valmistusmenetelmien mahdollisuuksia ja hyötyjä sekä parantaa venttiiliryhmien suunnittelua näitä hyödyntäen. Standardien tarkastelu rajattiin EN- ja ASME-standardeihin.

Työssä mallinnettiin prototyyppi kevytöljypolttimen venttiiliryhmästä, jossa kaikki putkiliitokset oli toteutettu kierre- ja puserrusliitoksilla. Mallinnus tehtiin Inventor-suunnitteluohjelmalla.

Insinööriyön tuloksena saatiin selvitys mahdollisista putkiliitostavoista ja niiden rajoituksista sekä saatiin koottua tietoa aiheeseen liittyvistä standardeista. Eurooppalaiset standardit osoittautuivat paljon ASME-standardeja tiukemmiksi ja sallivat kierreliitoksille huomattavasti pienempiä paineita ja putkikokoja ASME-standardeihin verrattuna.

Avainsanat: Putkistosuunnittelu, liitokset, teolliset polttimet

Abstract

Author: Teemu Takkavuori
Title: Researching alternative manufacturing methods for valve units
Number of Pages: 20 pages
Date: 14 September 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineer
Professional Major: Machine Design Engineering
Supervisors: Marko Kylä-sipilä, Technical Burner Specialist
Janne Nuotio, Lecturer

This Bachelor's thesis was commissioned by Andritz Oy. The aim of the thesis was to research alternative manufacturing methods for fuel control valve units. The starting point of the project was to study relevant standards, compare different manufacturing methods, and to improve valve unit designing with these findings. Relevant standards were constrained to EN and ASME standards.

A 3D model of a prototype was also made for this thesis. This prototype was modeled entirely with threaded and compression connections. The modeling was done with Inventor designing software.

As a result of this thesis there is a clarification of relevant standards and their restrictions about allowed connection methods. The most obvious difference was that for threaded joints ASME standards allowed significantly higher pressures and pipe sizes compared to European EN standards.

Keywords: Piping design, Joints, Industrial burners

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	1
2.1	Andritz AG	1
2.2	Andritz Oy	1
2.3	Andritz Enviroburners	2
3	Venttiiliryhmien valmistus tällä hetkellä	3
4	Vaihtoehtoiset liitosmenetelmät	4
4.1	Puserrusliitos	4
4.2	Kierreliitos	4
4.3	Puristusliitokset	6
4.4	Laippaliitos	7
5	Lainsäädäntö ja standardit	8
5.1	Painelaitedirektiivi ja EN-standardit	8
5.2	Yhdysvaltalaiset standardit	8
6	Standardien aiheuttamat rajaehdot	9
6.1	ISO 13577 ja EN 746 teolliset lämpökäsittelylaitteet	9
6.1.1	Kaasuputkistot	9
6.1.2	Nestemäiset polttoaineet	10
6.2	SFS EN 12952 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot	10
6.3	ASME- ja NFPA-standardit	11
7	Prototyyppi	12
8	Prototyypin CAD-malli	14
8.1	Kevyt polttoöljy	14
8.2	Paineilma	15
8.3	Instrumentti-ilma	17
8.4	Käynnistyspolttimen kaasu	18

9 Yhteenveto

19

Lähteet

20

Lyhenteet

ASME:	American Society of Mechanical Engineers, Amerikkalainen kansallinen standardointilaitos.
BSPP:	British standard pipe parallel. Iso-Britannialainen suora putkikierre.
BSPT:	British standard pipe taper. Iso-Britannialainen kartio putkikierre.
CAD:	Computer aided design. Tietokone avusteinen suunnittelu.
DN:	Diameter nominal. Putken nimellishalkaisija milleissä.
EN:	European norm. Eurooppalaiset standardit.
ISO:	International organization for standardization. Kansainvälinen standardisointijärjestö.
NDT:	Nondestructive testing. Ainetta rikkomaton aineenkoetus.
NFPA:	National fire protection association. Yhdysvaltalainen paloturvallisuusjärjestö.
NPT:	National pipe taper. Amerikkalainen kartioputkikierre.
PN:	Pressure nominal. Paineluokka ilmaisee sallitun nimellispaineen bareina, jolle standardisoitu putkiston osa on suunniteltu.
PSK:	Suomalainen standardisointiyhdistys.
SFS:	Suomen standardisointiliitto.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia teollisten polttimien venttiilikoneikojen valmistusta vaihtoehtoisilla menetelmillä. Työhön kuuluu kirjallisuuskatsaus aiheeseen liittyvistä standardeista ja niiden aiheuttamista rajaehdoista, vertailu eri menetelmien vaikutuksesta valmistukseen sekä esimerkkiryhmän 3D-mallin tekeminen. CAD-malli tehdään Autodesk Inventor -ohjelmistolla. Työ tehdään Andritz Oy:n Recovery and Power (KRP) -divisioonalle. Työ rajataan käsittelemään Euroopan ja Pohjois-Amerikan standardien mukaisia toimituksia. Tarkasteluun rajattiin myös vain yleisimmät putkissa kulkevat aineet eli polttoöljy, propaani, maakaasu ja paineilma.

2 Yritysesittely

2.1 Andritz AG

Andritz AG sai alkunsa 1852 Itävallan Grazista, kun Josef Körösi perusti sinne rautavalimon. Nopeasti perustamisen jälkeen yhtiö alkoi valmistaa myös laitteita teollisuuden tarpeisiin, kuten nostureita, pumppuja, turbiineja, höyrykattiloita ja kaivoslaitteita. Vuonna 1951 Andritz aloitti heidän ensimmäisen paperikoneen valmistuksen. Nykypäivänä Andritz on maailman johtavia laitosten, laitteiden ja palveluiden tuottajia vesivoiman, paperiteollisuuden ja metallinvalmistuksen aloilla. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Grazissa, Itävallassa ja Andritz työllistää tällä hetkellä noin 26700 työntekijää 40:ssä eri maassa. [1.]

2.2 Andritz Oy

Andritz Oy on yksi maailman johtavista paperiteollisuuden järjestelmien ja palveluiden toimittajista. Andritz Oy on alun perin muodostettu yrityskauppojen pohjalta, kun Andritz osti suomalaiset Ahlstrom Oy ja Kone Wood yhtiöt. Lisäksi se tarjoaa myös kattiloita ja laitoksia energian tuotantoon. Andritzilla on

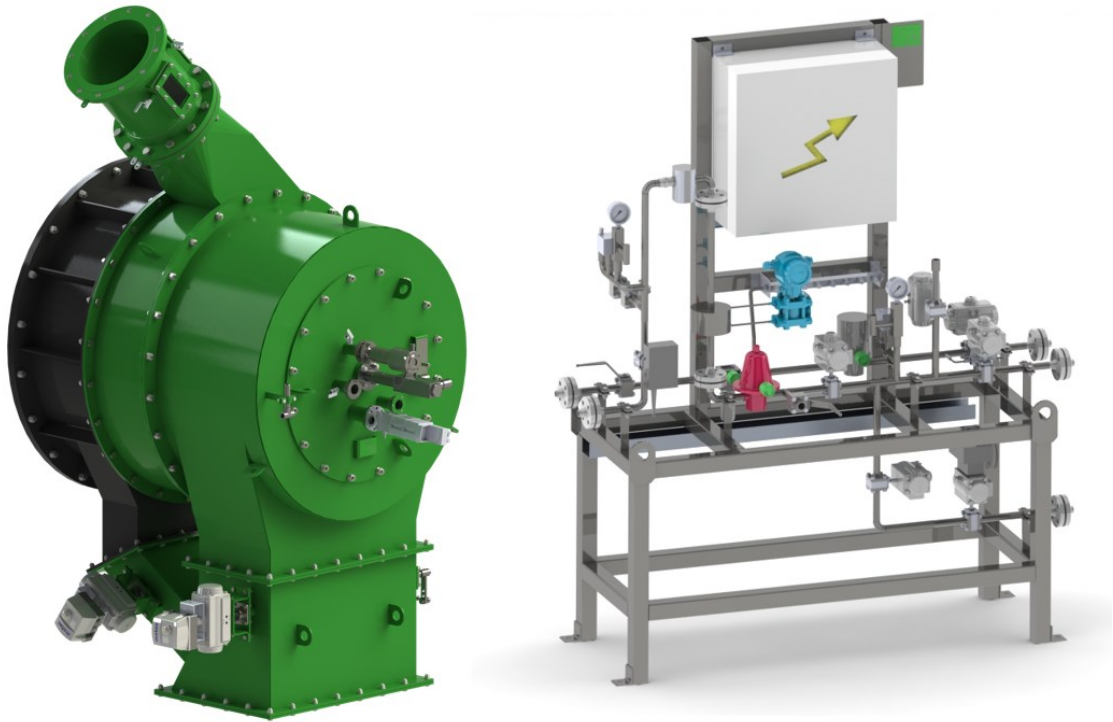
Suomessa toimitiloja kahdeksassa eri paikassa ja työntekijöitä noin 1500. Yhtiön omistaa Andritz AG. [1.]

2.3 Andritz Enviroburners

Enviroburners Oy oli 1970 luvun puolivälissä perustettu teollisten polttimien ja niihin liittyvien järjestelmien suunnitteluun ja valmistukseen erikoistunut yritys. Vuonna 2020 tapahtuneessa yrityskaupassa Enviroburners Oy ja sen Vantaan toimitilat siirtyivät Andritz Oy:n omistukseen ja poltinjärjestelmien suunnittelu ja valmistus jatkuu nyt Andritzin omistuksessa. Ennen yrityskauppaa Enviroburners toimi merkittävänä Andritz Oy:n alihankkijana. [2].

Andritz suunnittelee ja valmistaa Vantaan toimipisteellä polttimia ja niiden ohjaamiseen käytettäviä venttiiliryhmiä eri teollisuuden tarpeisiin (kuva 1). Suurin osa polttimista menee höyrykattiloiden tai uunien lämmittämiseen. Polttimissa voidaan hyödyntää laajasti eri polttoaineita kuten;

- Väkevät ja laihat hajukaasut
- Metanoli ja tärpähti
- Biokaasut kaatopaikoilta ja kaasutusprosesseista
- Häkäkaasut metalliteollisuudesta
- Muut kaasumaiset ja nestemäiset jätepolttoaineet
- Maakaasu ja polttoöljyt
- Puupöly vaneri- ja lastulevytehtaista



Kuva 1. Esimerkki tyypillisestä polttimesta ja venttiiliryhmästä

3 Venttiiliryhmien valmistus tällä hetkellä

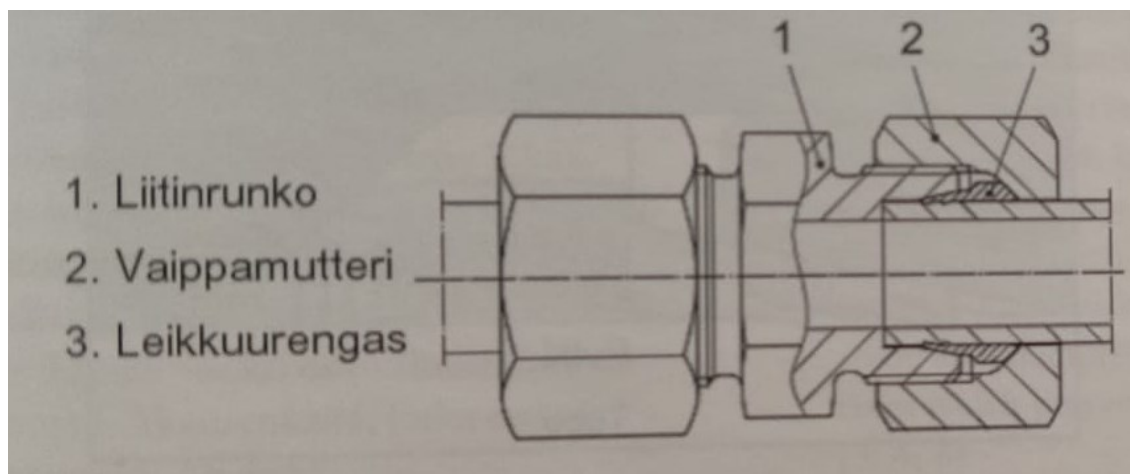
Tämänhetkinen tilanne venttiiliryhmien putkien liittämässä toisiinsa tai instrumentteihin on, että lähes kaikki liitokset ovat hitsaamalla tai laippaliitoksilla tehtyjä, riippuen putkessa kulkevasta aineesta, putken koosta ja paineesta.

Polttoaineiden lisäksi venttiiliryhmissä kulkee usein myös paineilmaa ja höyryä. Venttiiliryhmissä näiden eri aineiden kulkeminen tuo haasteita putken materiaalin, tiivisteiden ja instrumenttien valintaan.

Hitsausliitokset painelaitteiden osissa, jotka joutuvat kestäämään painetta tulee teettää henkilöillä, joiden pätevydet ovat asianmukaisella tasolla. Myös painelaitteiden hitsausliitosten ainetta rikkomattomien kokeiden tekijällä tulee olla asianmukainen pätevyys. [3, s.45.]

4 Vaihtoehtoiset liitosmenetelmät

4.1 Puserrusliitos



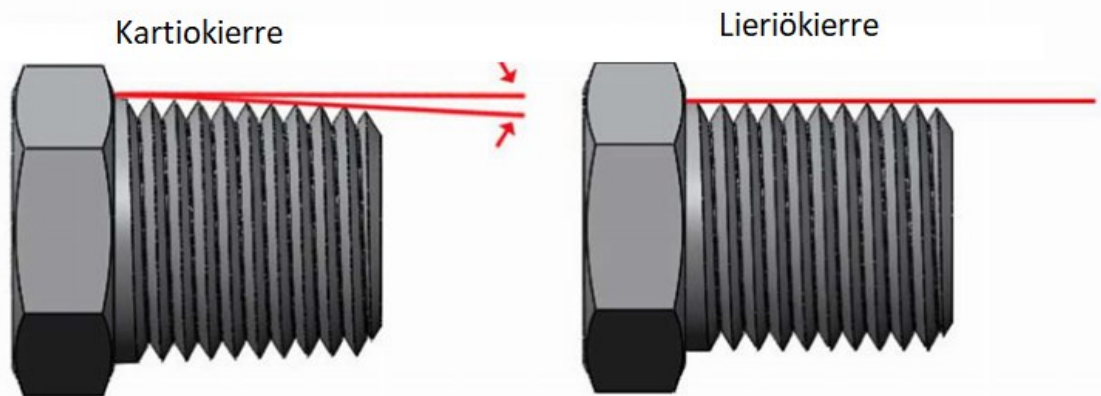
Kuva 2. Puserrusliitin [4, s.17]

Kuvasta 2 nähdään, että puserrusliitos koostuu kolmesta eri osasta: rungosta, leikkuurenkaasta ja kiristysmutterista. Tämä liitostapa on hyvin yleinen varsinkin hydrauliputkistoissa. Tämän tyyppisen liitoksen tiivistys perustuu rungon sisäpuoliseen kartioon ja siihen sopivaan kartiorengaaseen. Kiristäessä liitintä kartiorengas kiilautuu liitinrunkoon ja leikkuurenkaan sisäpuoli pureutuu putken pintaan kiinni. Jos puserrusliitin asennetaan oikein, se ei tarvitse lisätiivistystä. [4, s.17.]

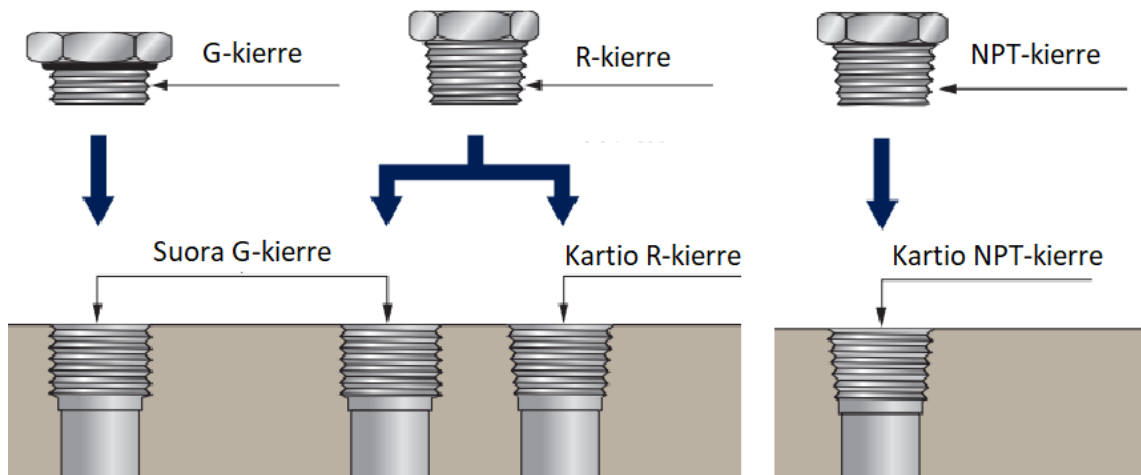
4.2 Kierreliitos

Putkikierteitä on kahdenlaisia, kartiokierteisiä eli sellaisia missä liitoksen painetiiveys saadaan aikaan kierteillä tai suorikierteitä missä painetiiveys saadaan aikaan jollain tiivisteaineella [4, s.47]. Käytännössä kuitenkin aina laitetaan teflonteippiä tai tiivisteliimaa myös itsetiivistyviin kierteisiin tiiveyden varmistamiseksi. Kartiokierteen erottaa suorakierteestä yleensä visuaalisesti tarkastelemalla (kuva 3). Yleisimpiä putkikierteitä ovat itsetiivistyvät BSPT-kierteet (British standard pipe taper), joita merkitään merkillä R, NPT-kierteet (National pipe

taper) sekä lisätiivistystä vaativa BSPP (British standard pipe parallel) kierre, jota merkitään merkillä G. R-kierteissä ulkokierre on kartiomainen ja sisäkierre lieriömäinen, mutta NPT-kierteissä ulkokierre ja sisäkierre ovat kartiomaisia. R-ulkokierteen voi yhdistää R- ja G-sisäkierteeseen, mutta NPT-ulkokierre vaatii myös NPT-sisäkierteen (kuva 4). Tällä hetkellä venttiiliryhmissä käytettävistä kierteistä suurin osa on R- tai NPT-kierteitä. [4, 48–49.] Jotkut laitteet vaativat suoria kierteitä kuten esimerkiksi painelähettimeet ja mittarit. Näissä tapauksissa tiiveys saadaan aikaan tasotiivisteellä. Suunnittelussa on otettava huomioon, että seinämävahvuus pysyy tarvittavan kokoisena, sillä minimiseinämäpaksuus mitataan kierteen pohjalta.



Kuva 3. Kartiokierre ja lieriökierre.



Kuva 4. Kierteiden yhdistäminen [5]

4.3 Puristusliitokset

Puristusliitoksessa tiiveys saadaan aikaan puristamalla liitin putken päälle. Nopean ja helpon asennuksen takia puristusliitokset yleistyvät teollisuuden aloilla nopeasti ja varsinkin talotekniikan puolella puristusliitokset ovat jo laajasti käytössä. Liittimiä ja varusteita on monelle eri putkimateriaalille ja tarkoituksille. Puristusliitokset vaativat oman työkalun ja jo putkiston suunnittelussa on hyvä miettiä työkalun koko ja asennettavuus (kuva 5). Putkia katkaistaessa pitää huoli, että leikkuukohta jää puhtaaksi jäysteistä ja pistosyvyys on merkittävä putken päähän. [6.]

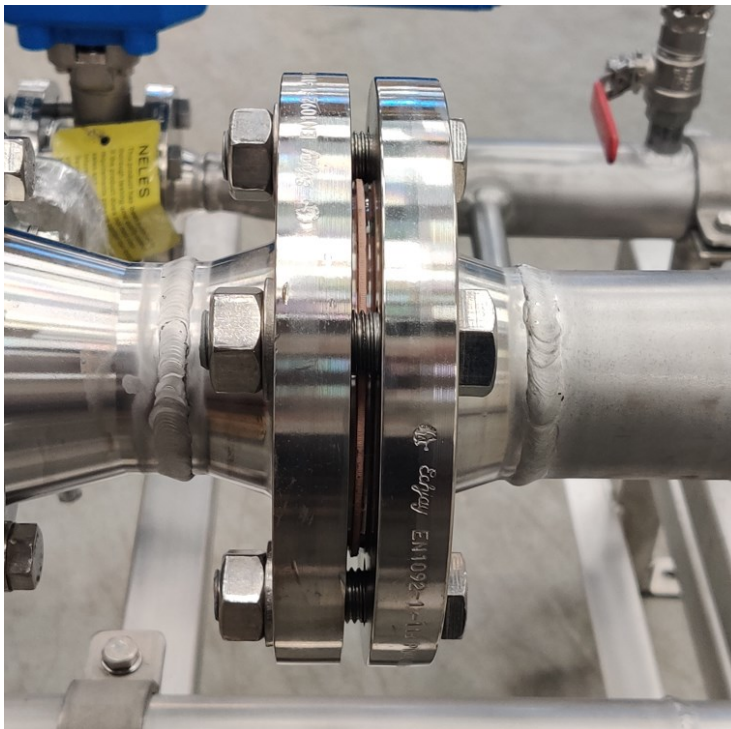


Kuva 5. Esimerkki Viegan Megapress järjestelmästä [6]

4.4 Laippaliitos

Laippaliitos on hyvin yleinen liitosmenetelmä putkistosysteemeissä. Laippaliitokset ovat uudelleen avattavia ja asennettavia liitoksia. Laippoja käytetään pääsääntöisesti paikoissa, joissa eri laitteet liittyvät toisiinsa tai huoltamisen kannalta on tärkeää, että liitos on avattavissa. Myös jotkut komponentit vaativat asentamista laippojen väliin. [7, s. 48.]

Laippaliitos koostuu laipoista, kiinnitykseen tarvittavista osista sekä tiivisteestä, joka puristuu laippojen väliin (kuva 6). Laipat ovat mitoitettu niiden paineluokituksen mukaan. Laipan paineluokka määrää myös käytettävien ruuvien koon, määrän ja paikoituksen. Laippoja voidaan käyttää nestettä ja kaasua kuljettavissa putkissa, siitä syystä laippatyyppejä ja tiivisteitä on useita erilaisia. Venttiiliryhmissä yleisimmin käytettävät laipat ovat hitsattavat kauluslaipat ja niiden tiivistykseen valittu sopiva tasotiiviste. [8, s. 12–17.]



Kuva 6. Laippaliitos öljyputkessa

5 Lainsäädäntö ja standardit

5.1 Painelaitedirektiivi ja EN-standardit

Painelaitedirektiivin mukaan painelaitteet, joiden käyttöpaine on yli 0,5 Bar, kuuluvat painelaitedirektiiviin. Painelaitteisiin liittyy merkittäviä riskejä niiden käyttäjille ja ympäristölle. Painelaitteille on laadittu harmonisoituja eli yhtenäistettyjä EN-standardeja, joita seuraamalla suunnittelijat ja valmistajat voivat täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset. Painelaitedirektiivi pyrkii varmistamaan painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien korkean turvallisuustason, sekä helpottamaan niiden liikkuvuutta. Painelaitteet voivat olla säiliöitä, putkistoja, varolaitteita tai paineenalaisia lisälaitteita, joihin voi kehittyä ylipainetta. Painelaitteet luokitellaan luokkiin I–IV. Painelaitteiden luokka kertoo niiden vaarallisuudesta ja määrittää tarvittavan vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyn. [3, s.2–5.]

Metallisia teollisuusputkistoja koskeva EN 13480 on merkittävimmissä roolissa putkistoja suunniteltaessa. [9.] EN-standardien mukaisten putkistojen suunnittelussa voidaan käyttää myös PSK:n standardeja. PSK:n putkiluokat pohjautuvat EN 13480 standardiin ja ne helpottavat suunnittelua, koska ne ovat valmiiksi lujuuslaskettuja. Putkiluokissa on esitetty putken materiaali, koko ja paineenkesto eri lämpötiloissa. Sopivan putken voi helposti valita paineluokan ja materiaalin perusteella.

5.2 Yhdysvaltalaiset standardit

ASME (American Society of Mechanical Engineers) on yhdysvaltalainen standardeja tuottava järjestö. ASME luo ja ylläpitää satoja standardeja, ja niitä käytetään laajasti myös Yhdysvaltojen ulkopuolella. ASME Boiler & Pressure Vessel Code (BPVC) -sarjan standardit säättävät turvallisuusvaatimukset paineastioiden suunnittelun, valmistuksen, asennuksen ja tarkastuksen osalta. Tärkeimpiä tämän kokoelman standardeja ovat kattilalaitoksille ASME B31.1 (power piping) ja prosessiteollisuuteen ASME B31.3 (process piping). ASME-standardien mukaan suunniteltujen polttoaineputkistojen tulee täyttää B31.3 standardin

vaatimukset. Palavien aineiden käsittelyssä on ASME-standardien kanssa myös otettava huomioon yhdysvaltalainen paloturvallisuusjärjestön NFPA:n paloturvallisuuteen liittyvät standardit. [10, s, 11–13.]

6 Standardien aiheuttamat rajaehdot

6.1 ISO 13577 ja EN 746 teolliset lämpökäsittelylaitteet

Teollisille lämpökäsittelylaitteille tarkoitetuissa EN 746- ja ISO 13577 -sarjojen standardeissa määritellään teollisten uunien ja niihin liittyvien laitteistojen suunnitteluun ja valmistukseen vaadittavia turvallisuusvaatimuksia. ISO 13577 perustuu EN 746 -standardeihin ja siitä syystä niissä tähän työhön vaikuttavissa kohdissa on täysin samat tiedot. Polttimien ja polttoaineen syötön vaatimuksia käsitellään standardeissa ISO 13577-2 ja EN 746-2.

6.1.1 Kaasuputkistot

Molemmissa ISO 13577 ja EN 746 -standardeissa kaasumaisten polttoaineiden putkistoille rajataan sallituiksi liitosmenetelmiksi hitsaaminen, kierreliitokset, laippaliitokset ja puserrusliitokset. ISO 7-1 -standardin mukaisille (merkintä R) kartiokierreliitoksille on annettu seuraavat raja-arvot;

- 150mbar paineeseen asti DN 100
- 2 Bar paineeseen asti DN 50
- 5 Bar paineeseen asti DN 25
- 10 Bar paineeseen asti DN 15

EN ISO 228-2 -standardin mukaisia suoria putkikierteitä (merkintä G) saa käyttää vain DN 50 kokoon asti.

Puserrusliitoksille annetaan ylärajaksi 5 Bar ja putken halkaisijaksi maksimissaan DN32. [11, s. 4.]

6.1.2 Nestemäiset polttoaineet

Nestemäisten polttoaineiden putkistoille ISO 13577 ja EN 746 -standardeissa sallituiksi kiinnitystavoiksi rajataan kierreliitokset, hitsaaminen, laippaliitokset ja puserrusliitokset. Kierreliitoksille annetaan maksimi arvoiksi;

- Paine 10 Bar
- lämpötila 130 °C
- halkaisija DN25

Puserrusliitoksia voidaan käyttää maksimissaan 40 Bar paineessa ja korkeintaan DN32 kokoisissa putkissa. [11, s. 19.]

6.2 SFS EN 12952 Vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot

Eurooppalaisissa EN 12952 -sarjan standardeissa annetaan ohjeet vesiputkikattiloiden suunnitteluun ja laskentaan. Näiden standardien tarkoituksena on vähentää vesiputkikattiloiden vaaroja ja varmistaa, että painelaitedirektiivin mukaisia turvallisuusvaatimuksia noudatetaan. Näitä standardeja sovelletaan tilavuudeltaan yli 2 litran höyryn tai kuuman veden tuottamiseen tarkoitettuihin vesiputkikattiloihin, joiden suurin sallittu paine on yli 0,5 Bar ja lämpötila yli 110 °C. Lämmitys- tai polttoainejärjestelmät sekä laitteet polttoaineen käsittelyä ja kattilaan syöttämistä varten ohjausjärjestelmineen voidaan valmistajan harkinnan mukaisesti yhdistää laitekoonpanoon valmistajan harkinnan mukaisesti. [12,

s.4–5.] Näiden järjestelmien suunnittelua ja valmistusta käsitellään standardissa EN 12952-8: vaatimukset nestemäisten ja kaasumaisten polttoaineiden polttolaitteistoille. Standardisarjaa EN12952 noudatetaan hyvin usein Andritzin toimitamissa kattilasovelluksissa ja sitä myöten myös niihin toimitetuissa poltinsovelluksissa.

Standardissa SFS-EN 12952-8 vesiputkikattilat ja niihin liittyvät laitteistot. osa 8: vaatimukset nestemäisten ja kaasumaisten polttoaineiden polttolaitteistoille ei rajoiteta erikseen sallittavia liitosmenetelmiä kaasuputkistoille ja nestemäisten polttoaineiden putkistoille, vaan molemmille on annettu samat rajaehdot. Liitoksien tulisi mieluiten olla hitsattuja tai juotettuja mutta myös laippa- ja kierreliitokset ovat sallittuja. Kierreliitokset polttoaineputkistoissa on sallittu kokoon DN 50 asti ilman painerajoitusta. Puserrusliitokset ovat sallittuja kokoon DN 25 asti. [13, s. 11.]

6.3 ASME- ja NFPA-standardit

NFPA on Yhdysvalloissa perustettu paloturvallisuusjärjestö, joka julkaisee paloturvallisuuteen liittyviä standardeja ja ohjeistuksia. Järjestön standardeja on käännetty eri kielille ja niitä on käytössä ympäri maailman. NFPA 85 -standardissa käsitellään vesiputkikattiloiden ja niiden lämmitysjärjestelmien turvallisuuden vaikuttavia asioita ja on sisällöltään samankaltainen kuin EN 12952 -standardi. NFPA 86 -standardissa käsitellään teollisiin uuneihin ja niiden lämmitysjärjestelmien suunnittelua ja valmistusta ja sen sisältö on hyvin samankaltainen kuin EN 746 -standardissa. Näiden standardien kanssa pitää samalla ottaa huomioon käyttökohteesta riippuen ASME B31.1- tai B31.3-standardit. Sallituiksi putkien liitosmenetelmiksi on rajattu hitsaaminen, laippaliitos, puserrusliitos ja kierreliitos. Kierreliitoksissa on käytettävä kartiokierteitä. Taulukossa 1 on esitetty maksimiarvot kierreliitoksille ASME-standardien mukaan vesiputkikattiloihin meneville putkistoille. Taulukko kattaa kaikki tavallisimmat polttimille kulkevat aineet. Puserrusliitoksille annetaan ylärajaksi DN50. [14, s. 46.]

Taulukko 1. ASME standardien mukaan rajaehdot kierreliitoksille (ASME B31.1 ja ASME B31.3)

B31.1 power piping (kattilalaitokset)

Ulkohalkaisija	DN	maksimi paine (Bar)	Ulkohalkaisija (mm)
3"	80	30	88,9
2 ½"	65	35	73
2"	50	40	60,3
1 ½"	40	60	48,3
1 ¼"	32	70	42,2
1"	25	80	33,4
≤3/4"	≤20	100	26,7

ASME B31.3 mukaan suunnitelluille prosessiputkistoille voidaan käyttää samoja arvoja kuin kattilalaitoksille.

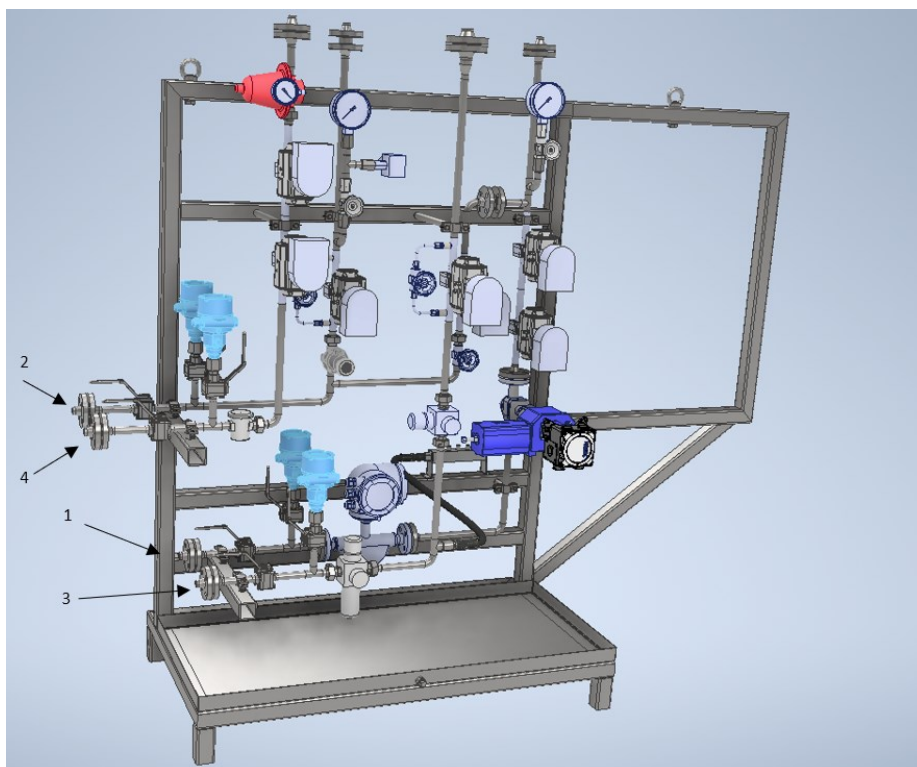
7 Prototyyppi

Standardien aiheuttamista reunaehdoista kävi nopeasti selväksi, ettei varteenotettavia vaihtoehtoja hitsaukselle ole tällä hetkellä kuin kierreliitokset ja puserusliitokset. Molempia näistä liitosmenetelmistä käytetään jo osittain venttiiliryhmien valmistuksessa, mutta nyt on tarkoitus liittää kaikki putket ja komponentit toisiinsa vain näitä menetelmiä käyttämällä. Prototyyppi mallinnetaan oikean asiakkaalle menevän projektin rinnalla ja siitä tehdään muuten täysin samanlainen, mutta hitsausliitokset korvataan kierreliitoksilla. Alihankkijoiden ja muiden suunnittelijoiden palautteesta arvioidaan, onko prototyyppiä järkevä jatkokehittää ja valmistusmenetelmää käyttää tulevisissa projekteissa.

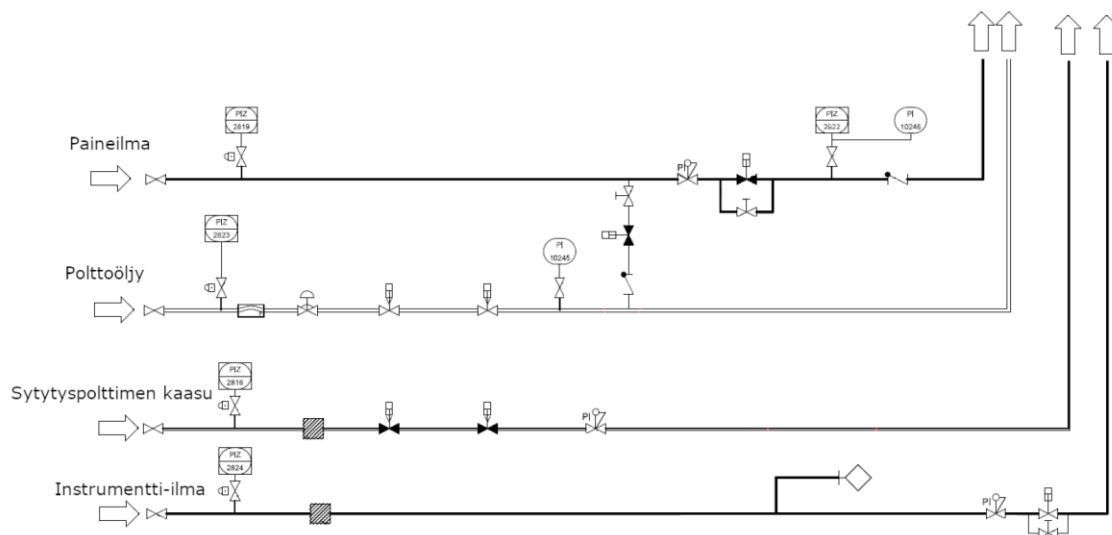
Prototyyppi suunnitellaan asiakkaan sellutehtaalle menevän kevytöljyä polttavan soihdun venttiiliryhmän pohjalta. Vaikka tehdas sijaitsee Indonesiassa, käytetään siellä eurooppalaisia EN-standardeja. Tärkeimmät seurattavat standardit ovat EN 746, EN12952 ja EN 13480.

Suunnittelun pohjana käytettiin valmiiksi suunniteltua venttiiliryhmää (kuva 7), josta mahdollisimman monta hitsausliitosta vaihdettaisiin kierreliitoksia käyttäen. Venttiiliryhmässä kulkee neljä eri putkistolinjaa (kuva 8);

1. Kevyt polttoöljy: putken koko DN15 ja paineluokka PN 40
2. Paineilma: putken koko DN 15 ja paineluokka PN 10
3. Instrumentti-ilma: sisääntulo DN15, ulostulo DN25 ja paineluokka PN10
4. Sytytyspolttimen kaasu: putken koko DN15 ja paineluokka PN10



Kuva 7. Suunnittelun pohjana käytetty venttiiliryhmä



Kuva 8. Venttiiliryhmän prosessikaavio

Venttiiliryhmässä on jo osittain hyödynnetty kierre- ja puserrusliitoksia, mutta suurin osa liitoksista on tehty hitsaamalla. Venttiiliryhmässä kulkevien aineiden paineet ja putkien koot ovat tarpeeksi pieniä, että jokaisella putkilinjalla voidaan käyttää kierre- ja puserrusliitoksia.

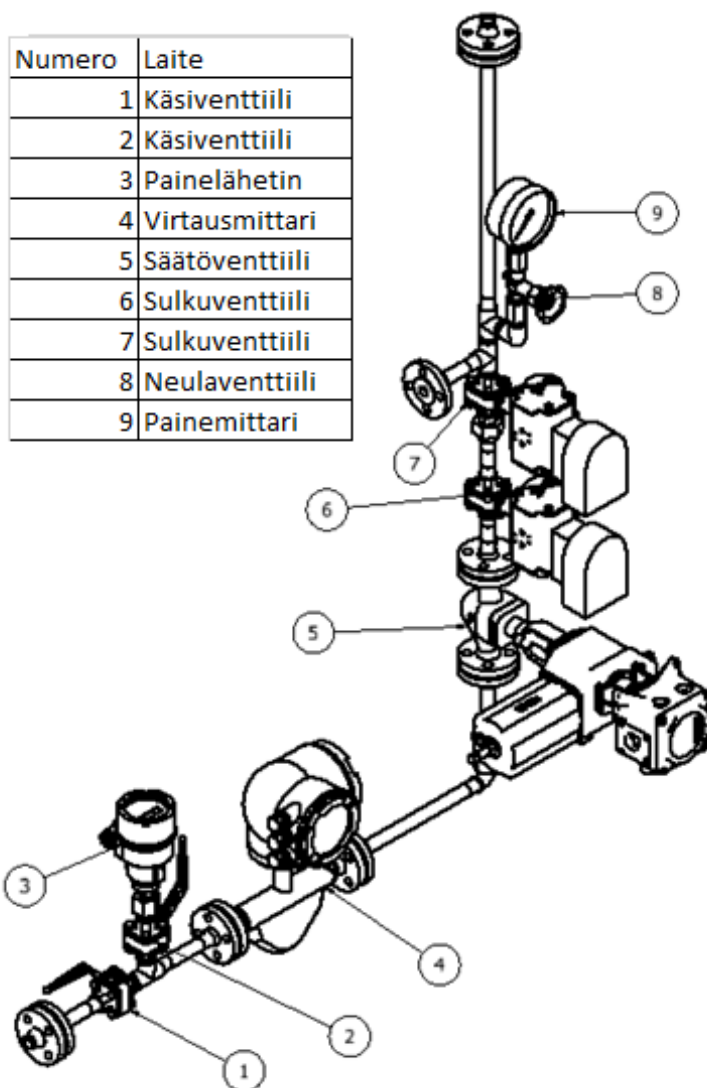
8 Prototyypin CAD-malli

8.1 Kevyt polttoöljy

Poltin käyttää polttoaineena kevyttä polttoöljyä, polttoainelinjan koko on DN 15, käyttölämpötila 25°C ja paineluokka PN 40.

Ensimmäisenä linjassa on käsisulkuventtiili, jonka jälkeen tulee painelähetin. Pinalähettimen venttiili lukitaan auki, jotta valvomossa voidaan olla varmoja, että lukema on oikea. Pinalähettimen jälkeen on virtausmittari. Virtausmittauksen jälkeen tulee säätöventtiili ja turvallisuussyistä kaksi pneumaattista sulkuventtiiliä. Näiden jälkeen linjassa on paineilman sisääntulolle laippa ja paikallisesti luettava painemittari. Paineilmalla voidaan puhaltaa linja puhtaaksi öljystä.

Keuyen polttoöljyn putkilinjassa oli 20 hitsausliitosta, joista jokainen saatiin korvattua kierrelitoksilla. Kierteitetyn version virtausmittarin, takaiskuventtiilin ja säätöventtiilin laippaliitoksiin jouduttiin käyttämään kierrelaippoja (kuva 8).



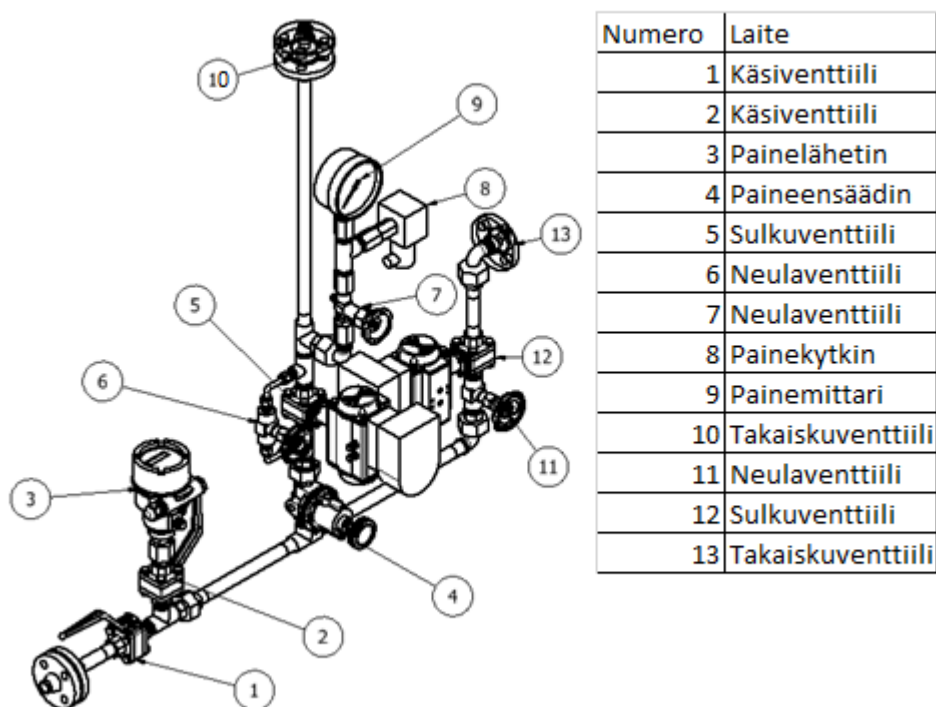
Kuva 9. Kevytpolttoöljylinja

8.2 Paineilma

Poltin käyttää öljyn hajoitusaineena Paineilmaa. Paineilman linja on kokoa DN 15, paineluokka PN10 ja käyttölämpötila 30°C.

Paineilman putkistolinjassa on yksi sisääntulo mistä se haarautuu polttimelle hajotusaineeksi ja öljylinjan puhtaaksi puhallukseen. Linja alkaa kuten öljylinja, käsiventtiilillä ja painelähtimellä. Hajotusilman haarassa seuraavana laitteena on paineensäädin, jolla lasketaan paine sopivaksi. Paineensäätimen jälkeen on sulkuventtiili ja neulaventtiili, jolla voi ohittaa sulkuventtiilin. Näiden jälkeen on paikallinen painemittari ja painekytkin. Öljylinjan puhdistuslinjassa on neulaventtiili ja sulkuventtiili. Molempien puhdistuslinjan ja hajotusilman linjoissa on lopussa vielä laippojen väliin asennettavat takaiskuventtiilit. Takaiskuventtiili estää öljyn kulkemisen paineilman linjaan (kuva 9).

Paineilma linjassa oli 23 hitsausliitosta, jotka kaikki saatiin korvattua kierreliitoksilla.



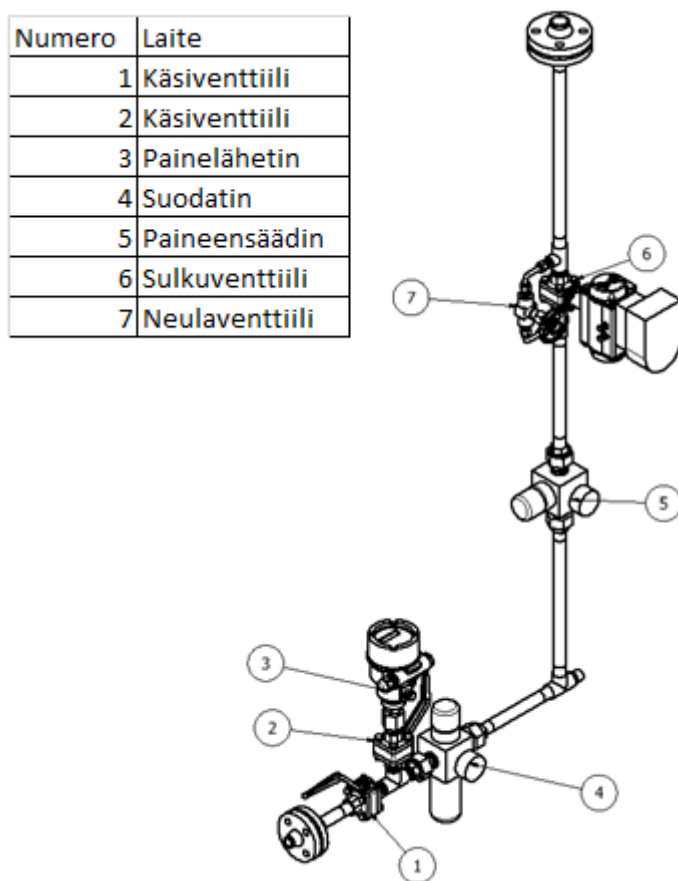
Kuva 10. Paineilma linja

8.3 Instrumentti-ilma

Venttiiliryhmässä Instrumentti-ilma menee käynnistyspolttimen polttamiseen ja jakotukkiin, joka jakaa ilman venttiiliryhmän pneumaattisille laitteille. Instrumentti-ilmalinja on kokoa DN 15, paineluokka PN10 ja käyttölämpötila 30°C.

Instrumentti-ilman linja alkaa myös käsiventtiilillä ja painelähettimellä, josta ilma jatkaa suodattimen ja painesäätimen jälkeen sulkuventtiilin kautta polttimelle (kuva 10).

Instrumentti-ilman linjassa oli 15 hitsausliitosta, jotka kaikki saatiin korvattua kierrelitoksilla.



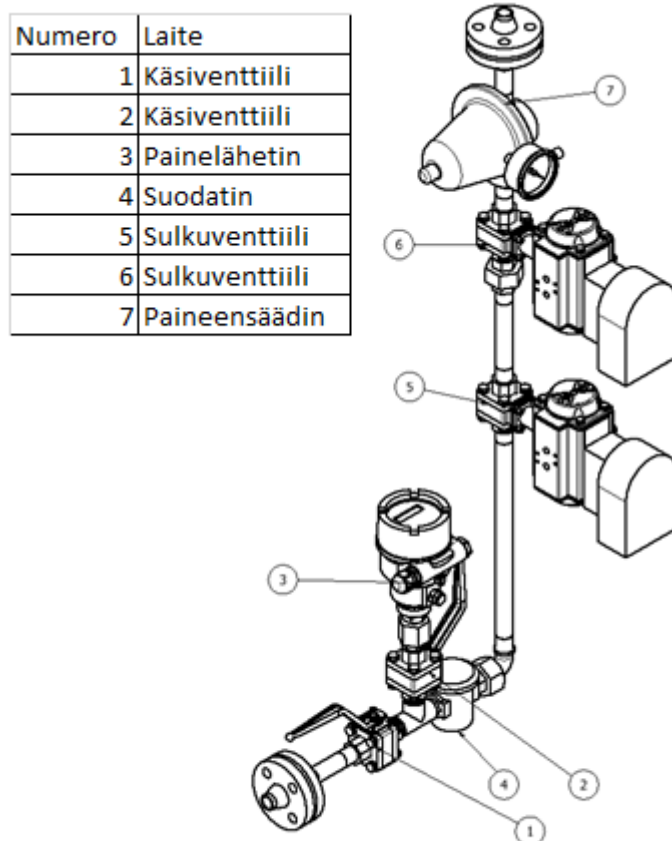
Kuva 11. Instrumentti-ilmalinja

8.4 Käynnistyspolttimen kaasu

Käynnistyspolttimen polttoaineena voidaan käyttää propaania tai maakaasua. Kaasulinja on kokoa DN 15, paineluokka PN10 ja käyttölämpötila 30°C.

Kuten venttiiliryhmän muissakin putkilinjoissa ensimmäisenä on käsiventtiili ja painelähetin. Pinalähtetimen jälkeen tulee kaasusuodatin. Kaasusuodattimesta seuraavana on kaksi sulkuventtiiliä ja paineensäädin.

Käynnistyspolttimen kaasulinjassa oli 12 hitsausliitosta, jotka kaikki saatiin korvattua kierrelitoksilla



Kuva 12. Käynnistyspolttimen kaasulinja

9 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli tutkia mahdollisia eri valmistusmenetelmiä venttiiliryhmien valmistukseen standardien mukaisesti. EN- ja ASME-standardien raja-ehdojen tutkimisen jälkeen oli selvää, että ainoat varteenotettavat vaihtoehdot hitsaamiselle olivat kierre- ja puserrusliitokset.

Standardeja vertaillaessa huomattiin, että eri standardien välillä oli hyvin suuria eroja sallittujen liitosmenetelmien käyttämiseen. ASME-standardit antavat EN-standardeja laajemmat rajat kierteiden käyttämiseen.

Työssä tehtiin myös prototyypimalli kevytöljypolttimen venttiiliryhmälle. Venttiiliryhmä tehtiin EN-standardien mukaisesti ja toteutettiin kierre ja puserrusliitoksilla.

Prototyypistä haluttiin tehdä rakenteelta mahdollisimman samankaltainen kuin alkuperäisestä hitsatusta versiosta. Prototyypin sisään- ja ulostulolaipat saatiin sijoitettua samoille paikoille kuin alkuperäisessä venttiiliryhmässä, eli tavoitteessa onnistuttiin. Laippojen sijoitus alkuperäisille paikoille kuitenkin toi samankaltaisia ongelmia kuin hitsattavassa versiossa, eli jouduttaisiin tekemään ja kierteittämään laitteiden välillä olevia putkiosia itse. Haasteita tuo myös se, että kaikkia laitteita ei ole saatavina kierteellisinä, vaan joudutaan käyttämään laippoja yhdistäessä niitä putkistoon.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin koottua venttiiliryhmien valmistukseen liittyvistä standardeista tietoa suunnittelulle ja valmistukselle. Työssä tehty prototyyppi on täysin standardien mukainen ja valmistettavissa oleva malli. Prototyypin mukaista venttiiliryhmää ei kuitenkaan tässä vaiheessa saatettu tuotantoon asti. Jatkokehityksenä olisi valmistaa malli täysin kaupasta löytyvillä putkikiliittimillä ja näin ei tarvitsisi valmistaa putkiosia itse.

Lähteet

- 1 Andritz in Finland. Yrityksen sisäinen dokumentti. Andritz Oy.
- 2 Andritz ostaa Enviroburners Oy:n. Andritz Oy. <https://www.andritz.com/spectrum-en/news/news-andritz-acquires-enviroburners>. luettu 1.12.2021
- 3 Painelaitedirektiivi 2014/68/EU. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0068&from=CS>. Luettu 1.12.2021
- 4 Virta, Sampsa. 2010. Hydrauliputkistot. Helsinki: KP-media Oy.
- 5 Kierteiden yhteensopivuus. Verkkolähde. <https://engineerscommunity.com/t/fitting-threads/9453>. luettu 24.8.2022
- 6 Viega Megapress mainoslehtinen. Verkkolähde. https://www.viega.fi/content/dam/viega/aem_online_assets/download_assets/fi/736026x_brochure_megapress_fi_net.pdf. luettu 2.12.2021
- 7 Parisher, Roy & Rhea, Robert 2022. Pipe drafting and design. 4th ed. Oxford: Elsevier.
- 8 Tiivistekäsikirja. Verkkoaineisto. Fluid sealing association. <https://www.fluidsealing.com/wp-content/uploads/FSA-Gasket-Handbook-June-2017.pdf>, luettu 1.1.2022.
- 9 Painelaitteiden suunnittelu ja valmistus. Verkkolähde. Tukes. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet/painelaitteen-suunnittelu-ja-valmistus>, luettu 24.8.2022.
- 10 Puskar, John 2014. Fuel and Combustion Systems Safety: what you don't know can kill you. Hoboken: Wiley.
- 11 ISO 13577-2. Industrial furnaces and associated processing equipment — Safety — Part 2: Combustion and fuel handling systems. 2014. Geneve: ISO.
- 12 SFS-EN 12952-1. Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 1: General. 2015. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

- 13 SFS-EN 12952-8. Water-tube boilers and auxiliary installations. Part 8: Requirements for firing systems for liquid and gaseous fuels for the boiler. 2020. Helsinki: Suomen Standasoimisliitto.
- 14 ASME B31.1. Power Piping. 2020. New York: ASME.