



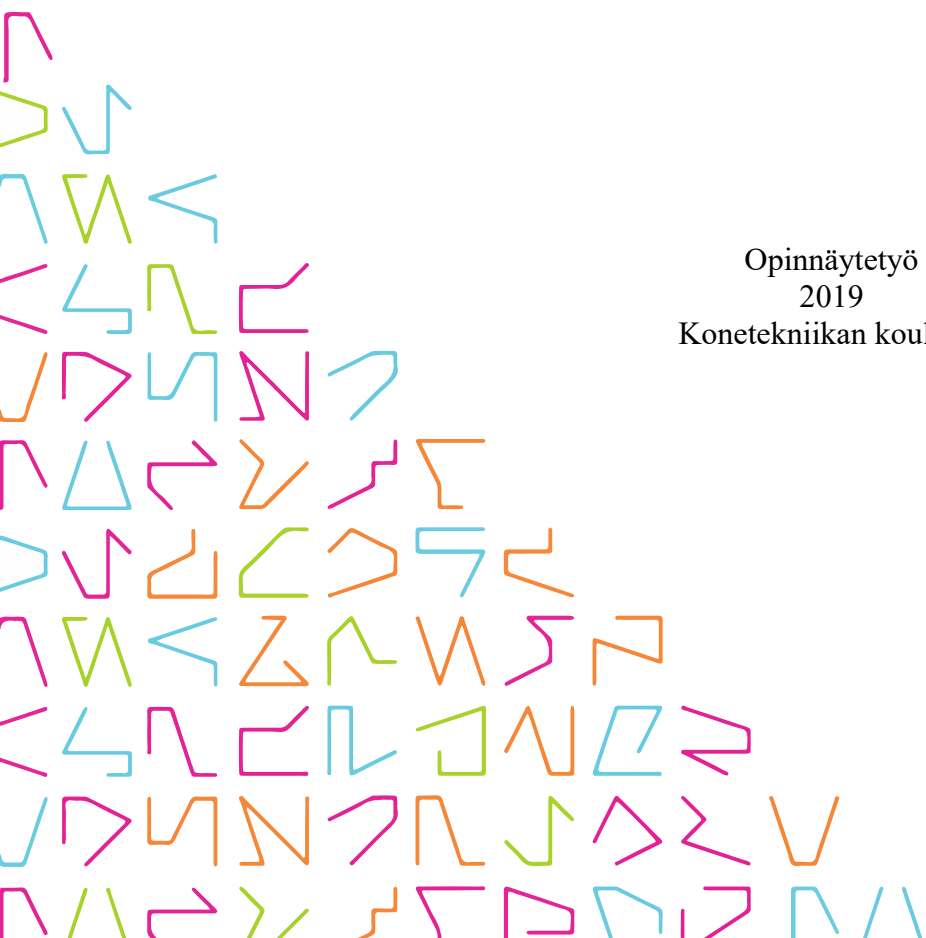
TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SPIRAALITIIVISTEET JA NIIDEN VALMISTA- MINEN

Sonja Karne

Opinnäytetyö
2019

Konetekniikan koulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutus
Koneautomaatio

KARNE SONJA:
Spiraalitiivisteet ja niiden valmistaminen

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 12 sivua
2019

Opinnäytetyön teettäjä oli työnantajani, Tampereen tiivisteteollisuus Oy. Tampereen tiivisteteollisuus Oy on Pohjoismaiden johtava tiivisteiden ja tiivisteratkaisujen valmistaja. Yrityksen tavoitteena on tulevaisuudessa asiantuntija-asema spiraalitiivisteiden valmistajana.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa spiraalitiivisteistä ja niiden valmistuksesta yhtenäiseksi tietopankiksi, mikä toimisi tulevaisuudessa koulutusmateriaalina ja taustatietona myös mahdollisia konehankintoja varten. Aiheesta on vähän julkaistua tietoa, lähinnä standardeissa ja spiraalitiivisteiden valmistajien tuote-esitteissä. Yrityksen sisällä on paljon tietoa, osaamista ja ammattitaitoa spiraalitiivisteistä ja niiden valmistamisesta, mutta tieto on hajallaan yrityksen sisällä.

Työssä tutkittiin spiraalitiivisteiden käyttötarkoitusta, ominaisuuksia ja rakennetta hankkimalla tietoa standardeista ja julkaisuista sekä yrityksen sisältä. Lisäksi perehdyttiin laadunvarmentamiseen sekä tehtiin tuotekalkylointia ja kustannuslaskentaa. Opinnäytetyön alkaessa kävin tutustumassa spiraalitiivisteiden valmistukseen Porvoon Nesteellä yrityksen mobiilitiivistehtaassa. Lisäksi suoritin laippaliitosasentajan pätevöintikoulutuksen Espoon Amiedussa. Näistä sain hyvää taustatietoa opinnäytetyötäni varten.

Opinnäytetyöhön sisältyvä spiraalitiivisteiden valmistaminen, laadunvarmistus sekä tuoterajaus ja kustannuslaskenta tuloksineen ovat kappaleissa 5-9 ja osassa liitteitä. Nämä tiedot ovat luottamuksellista tietoa ja ne on poistettu opinnäytetyön julkisesta versiosta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Machine Automation

KARNE, SONJA:
Manufacturing of Spiral Wound

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 12 pages
2019

The purpose of this thesis was to gather information about the manufacturing of spiral wound gaskets and the gaskets themselves. In the first stage of this study, data about the subject was collected by visiting the Neste oil refinery in the Kilpilahti industrial area in Porvoo. Moreover, the author acquired a bolting technician qualification in Amiedu Espoo.

The aim of this thesis was to collect scattered knowledge and expertise about spiral wound gaskets among the staff of Tampereen Tiivisteteollisuus Janka. There are very few publications about manufacturing spiral wound gaskets, mostly only in standards and the data books of manufacturers. In addition to collecting information the thesis included cost accounting and product defining. Moreover, quality verification was also examined.

The result of this thesis may be used as educational material in the company. Tampereen Tiivisteteollisuus Oy is a leading Nordic manufacturer of technically advanced sealing solutions and services for all major industries. The company aims to reach an experts status in manufacturing of spiral wound gaskets. Confidential information was excluded from this public version of the thesis.

Key words: spiral wound gasket, gasket, flange joint

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	TAMPEREEN TIIVISTETEOLLISUUS OY	5
2	TIIVISTE.....	7
2.1	Pehmeät tiivisteet.....	7
2.2	Metalliseostetut ja metallivahvistetut tiivisteet.....	8
2.3	Kokometallitiivisteet.....	9
2.4	Tiivisteiden valinta.....	10
2.4.1	Tiivisteiden puristuvuus ja puristuspaine.....	11
3	LAIPPALIITOS	14
3.1	Mittajärjestelmät	15
3.2	Laippojen nimellinen koko ja paineluokka.....	16
3.3	Putkistoluokka	16
3.4	Laippaliitoksiin liittyviä standardeja.....	17
3.5	Laippaliitokseen vaikuttavat voimat.....	17
3.6	Laippojen merkinnät	19
4	SPIRAALITIIVISTE.....	21
4.1	Spiraaliitiivisteiden osat.....	21
4.2	Metallisten osien raaka-aineet.....	25
4.3	Spiraaliitiivisteiden värimerkinnät.....	26
4.4	Spiraaliitiivisteiden valmistajien merkinnät	27
4.5	Spiraaliitiivisteiden varastointi ja vanheneminen	28
	LÄHTEET.....	31
	LIITTEET.....	34

1 JOHDANTO

Tiiviste on yleensä liitosten kriittisin osa, ja sen vaurioituminen voi aiheuttaa prosessiaineen pääsyn ympäristöön aiheuttaen ympäristöriskin tai jopa ympäristökatastrofin riippuen prosessiaineesta. Ympäristövaikutusten lisäksi viallisen tiivisteen aiheuttamia vakavia seurauksia ovat henkilöstön turvallisuusriskit tai pahimmassa tapauksessa kuolemaan johtava onnettomuus, johtuen mahdollisista vaarallisista prosessiaineista sekä prosessin korkeista lämpötiloista ja paineesta. Lisäksi vuodoista aiheutuu aina taloudellisia tuotannon menetyksiä johtuen tuotannon seisahtumisesta ja huoltokatkoksesta sekä korjaus-, laatu- ja seurauskustannuksia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli koota tietoa spiraalitiivisteistä ja niiden valmistamisesta yhtenäiseksi käsikirjaksi, mitä voitaisiin jatkossa hyödyntää esim. koulutuksessa. Lisäksi tutkittiin, minkälaisia tuotteita olisi järkevää ja kannattavaa valmistaa, minkälaisia laatuvaatimuksia tuotteilla on ja miten laatu pystytään todentamaan.

Työssä perehdyttiin sekä yleisesti tiivisteiden että spiraalitiivisteiden käyttötarkoitukseen, ominaisuuksiin ja rakenteeseen. Lisäksi tutkittiin spiraalitiivisteiden valmistamista ja tehtiin kustannuslaskenta tuotteen valmistamiselle. Julkaistua tietoa spiraalitiivisteistä on hyvin vähän, lähinnä standardeissa ja tällä hetkellä suurimpien valmistajien tuotemanuaaleissa. Koska tieto on hajallaan, siksi olikin tarpeellista kerätä se yhteen tiivistetyksi tietopankiksi, jota olisi helppoa hyödyntää.

1.1 Tampereen tiivisteteollisuus Oy

Tampereen tiivisteteollisuus Oy on kolmannessa sukupolvessa toimiva, yli 70 vuotta vanha Tampereen Jankassa toimiva perheyritys. Yritys työllistää noin 80 henkilöä, ja liikevaihto vuonna 2017 oli 16,9 miljoonaa euroa. Yritys on Pohjoismaiden johtava tiivisteiden valmistaja ja tiivisteratkaisujen tarjoaja. Yli puolet tuotteista ja palveluista menee vientiin Eurooppaan, Pohjois-Amerikkaan ja Etelä-Amerikkaan sekä Kiinaan kaikille suurille teollisuudenaloille. Lisäksi yritys tarjoaa mm. suunnittelua, uudelleenvalmistusta ja tiivistekoulutusta ja konsultaatiota.

Vuonna 2015 Tampereen tiivisteteollisuus valittiin Tampereen Vuoden yrittäjäksi ja seuraavana vuonna yritys palkittiin Vuoden alihankkijana. Yritys on sertifioinut järjestelmänsä ISO 9001 (laatusertifikaatti), ISO 14001 (ympäristösertifikaatti) ja 18001 OHSAS (terveys ja turvallisuussertifikaatti) laatu- ja turvallisuussertifikaatein.

Yrityksen historia alkoi 1940-luvulla Tammelassa pihaverstaasta, jossa valmistettiin korviketuotteita puolustuslaitokselle. Sotien jälkeen yrityksen toiminta jatkui tiivisteiden valmistamisella innovatiivisten perustajien, Arpiaisten veljesten Jussin ja Einon johdolla. 50-luvulla toimintaa laajennettiin mm. mappien ja laukkujen helojen valmistamiseen, ja tuotantotilat siirtyivät Tammelasta Messukylään Vilusentielle. Seuraavalla vuosikymmenellä yritys siirtyi Tammelan kautta Tursonkadulle, jossa yritys toimi 80-luvulle asti.

80-luvulla yrityksen johtoon siirtyi Jussi Arpiaisen poika, Matti Arpiainen. Yrityksen toimintaa ja tuotantomenetelmiä on kehitetty 80-luvulta lähtien valtavasti korvaamalla vanhoja työmenetelmiä moderneilla koneilla ja tekniikoilla. Konekanta on kasvatettu ja uusittu tasaisesti koko tuotannossa unohtamatta prosessien kehitystä. 90-luvulla yrityksen toimitilat siirtyivät Jankaan Alasniitynkadulle, missä yrityksen kasvaminen ja laajeneminen on jatkunut huolimatta yleisesti taloudellisesti huonoista ajoistakin.

Loppuvuodesta 2018 Tampereen tiivisteteollisuuden toimitusjohtajaksi nimitettiin Matin poika, Aleksi Arpiainen. Rohkea, moderni ja innovatiivinen ajattelumalli tulee säilymään yrityksessä, ja tulevaisuudessa tullaan varmastikin näkemään tuotteita, missä on yhdistetty uutta teknologiaa perinteisiin tiivisteisiin.



KUVA 1. Toimitilat Tampereella, Jankassa (TT Gaskets 2019)

2 TIIVISTE

Tiiviste on mekaaninen esine tai materiaali kahden kappaleen välissä eristämässä virtaavien aineiden (kiinteä, neste, kaasu tai näiden seos) sekoittumista. Sen tarkoituksena on tiivistää liitos ja estää sisältöä purkautumasta ulos. Tiiviste on yleensä liitoksien kriittisin osa (Tero Torvinen, 2016).

Tiiviin liitoksen tulee täyttää seuraavat ominaisuudet:

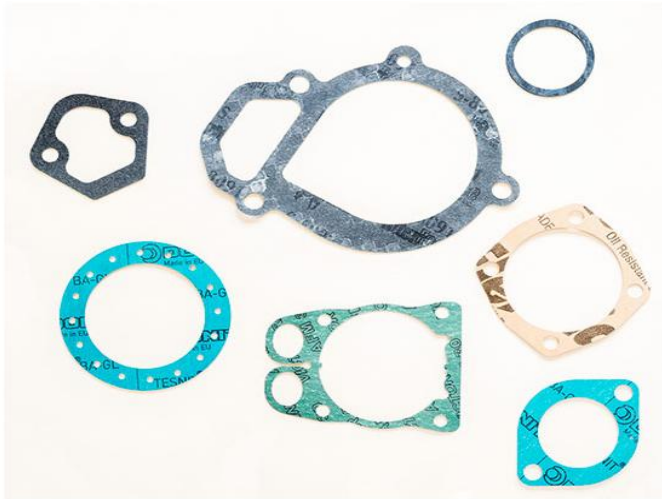
- Tiivisteeseen tulee sopia tiivistettäville pinnoille
- Tiivisteeseen tulee kohdistua riittävä puristusaine
- Tiivisteeseen tulee kestää prosessin vaatimat ominaisuudet, kuten korrosio, eroosio, lämpötila ja paine

Tiivistemateriaalin tulee olla pehmeämpää kuin laipan materiaali, jotta tiiviste ei vahingoita tiivistettävää pintaa. Tiivisteet jaotellaan karkeasti kolmeen pääryhmään: pehmeät tiivisteet, metalliseostetut tai – vahvistetut tiivisteet ja kokometallitiivisteet eli rengastitiivisteet.

2.1 Pehmeät tiivisteet

Pehmeät tiivisteet ovat muodoltaan tasotiivisteitä ja niiden materiaalikirjo on laaja. Yleisimpiä valmistusmateriaaleja ovat elastomeerit (kumit, silikonit), kuidut (synteettiset ja orgaaniset), grafiitit ja polytetrafluorieteeni eli Teflon® (PTFE). Perusmateriaalit ovat ei-metallisia, helposti muokattavia eri muotoihin, mutta niitä voidaan myös vahvistaa tai seostaa metallilla.

Pehmeitä tiivisteitä käytetään yleensä matalissa lämpötiloissa (-50 °C – 250 °C)) ja matalapaineissa liitoksissa (noin 40bar), ne ovat kokoonpuristuvia eli eivät vaadi suurta puristusainetta. Kokoonpuristuvuus sallii tiivistepinnan vaurioita. Kuitutiivisteiden lämpötilankesto on riippuvainen tiivisteiden paksuudesta. Mitä ohuempi tiiviste on, sitä parempi on sen lämpötilan ja paineenkesto.



KUVA 2. Tiivisteitä eri materiaaleista (TT Gaskets, 2019)

2.2 Metalliseostetut ja metallivahvistetut tiivisteet

Metalliseostetut tai - vahvistetut tiivisteet (kovat tiivisteet) ovat muodoltaan tasotiivisteitä tai pinnan profiili on aaltomaisen muotoinen. Tiivisteiden runko on metallia, yleensä terästä, ja pinta jotain joustavaa, pehmeää materiaalia, kuten teflonia tai grafiittia. Pehmeän pintamateriaalin ansiosta tiiviste vaatii pienen puristuspaineen.

Yleisimmin käytettyjä metalliseostettuja tiivisteitä ovat spiraali- ja kampaprofiilitiivisteet. Kyseisiä tiivisteitä käytetään vaativissa käyttökohteissa, kuten korkean lämpötilan ja paineenomaavissa prosesseissa, koska tiivisteillä on erinomainen kyky absorboida lämpötilan, paineen tai muun tekijän aiheuttama kuorman vaihtelu. Tyypillisiä käyttökohteita ovat paineastiat, kuten höyrykattilat ja lämmönvaihtimet, suurpainesovellukset ja putkilinjat.

Kampaprofiilitiivisteiden etuja ovat uudelleenkäyttö useaan kertaan vaihtamalla pinnoite. Lisäksi sillä on parempi tiiveys matalilla ja epätasaisilla pulttikuormilla. Kampaprofiilitiivisteiden lämpötilankesto on korkeimmillaan +850 °C ja paineenkesto paineluokkaan 2500# asti. Kampaprofiilien käyttökohteita ovat esimerkiksi suuret painelaitteet ja liitokset, joissa tapahtuu liikettä lämpötilan vaihtelun seurauksena.



KUVA3. Kampaprofiilitiiviste ja spiraalitiivisteitä (TT Gaskets, 2019)

2.3 Kokometallitiivisteet

Kokometalli- eli rengastiivisteiden kokovalikoima on laaja, mutta muodot on standardoitu. Niitä käytetään laippoissa, joihin on muotoiltu ura tiivisteelle (esimerkiksi RTJ-laippa).

Kokometallitiivisteet kestävät korkeita lämpötiloja ja paineita sekä niiden vaihteluita sekä kemiallista korroosiota. Näiden ominaisuuksien ansiosta niitä käytetään kohteissa, joissa muiden metallitiivisteiden ominaisuudet eivät enää riitä. Tyypillisiä käyttökohteita ovat petrokemian prosessit. Tiivisteiden materiaalin valintaan vaikuttaa prosessin paine ja lämpötila sekä tiivistettävän pinnan materiaali. Tiivistemateriaalin on oltava pehmeämpää kuin laippamateriaali, jotta laippapinnat eivät vaurioidu.



KUVA 4. Metallitiivisteitä (TT Gaskets, 2019)

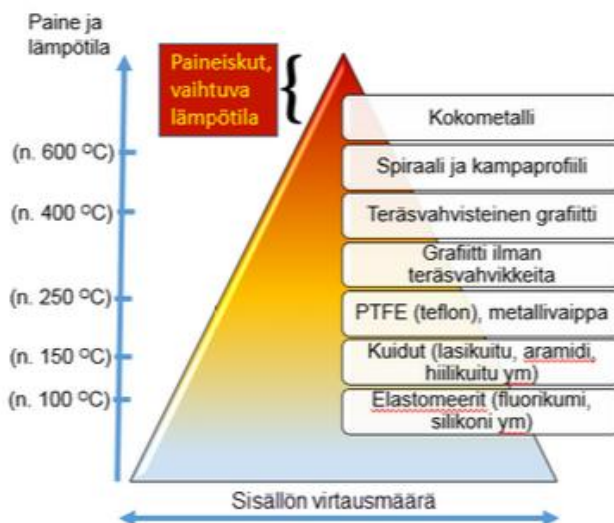
2.4 Tiivisteiden valinta

Tiivistevalinta tehdään yleensä järjestelmän suunnitteluvaiheessa parhaita käytäntöjä ja kokemusta noudattaen. Oikean tiivisteiden valinnassa on neljä vaihtoehtoista näkökulmaa. Valinta voidaan tehdä tiivisteiden näkökulmasta, laippaliitoksissa laipan näkökulmasta, vaarajon näkökulmasta ja laippaliitoksen kokonaisuuden kannalta (tiiviste-laippavaarna-kokonaisuus). (Marko Vattulainen, 2018)



KUVA 5. Laippaliitokseen vaikuttavat muuttujat (Marko Vattulainen, 2018)

Tärkeimpiä tiivisteiden valintaan vaikuttavia fysikaalisia ominaisuuksia ovat sisällön lämpötilan ja paineen vaikutus tiivisteeseen, koska tiivisteiden lämmönkesto riippuu paineesta (KUVA6). Samoin tulee huomioida kohteen kemialliset rasitukset (öljy, syövyttävät aineet), korroosiorasitukset sekä kohteen kriittisyys.



KUVA 6. Tiivistetyyppien paineen ja lämpötilan keston vertailu (Marko Vattulainen, 2018)

Lisäksi tulee huomioida laippojen voimakuormitus tiivisteessä eli tiivisteeseen kohdistuvan puristuspaineen (pintapaineen) tulee olla riittävä ja tasainen, jotta tiivistettävä väliaine ei pääse tiivisteeseen sisälle. Tiivisteeseen fysikaaliset ominaisuudet, kuten puristuvuus, riippuvat tiivistetyypistä ja mistä materiaalista se on valmistettu. Myös tiivisteeseen paksuus, tiivisteiden käsittely ja varastointi vaikuttavat tiivisteeseen valintaan. (Tero Torvinen, 2016)

Laippoihin liittyvät näkökohdat sisältävät käytettävän laippatyypin, sen pinnanlaadun, laipan yhteensopivuuden taso- ja metallisten tiivisteiden kanssa liittyen sähkökemialliseen tai galvaaniseen korroosioon, laipan muodonmuutokset kiristettäessä ja käytössä sekä laipan lujuus. Kiinnityksiin liittyvät näkökohdat sisältävät vaarojen, pulttien, muttereiden ja aluslevyjen materiaaliominaisuudet. (Marko Vattulainen, 2018)

2.4.1 Tiivisteeseen puristuvuus ja puristusaine

Tiivisteiden yksi tärkeimmistä teknisistä ominaisuuksista on puristuvuus, mikä tarkoittaa tiivisteeseen paksuuden suurinta sallittua muutosta tiivisteeseen alkuperäisestä paksuudesta, kun sitä kuormitetaan.

Jotta tiiviste toimii oikein, pitää sen olla puristuksissa tiivistettävien pintojen välissä oikealla puristusaineella. Eri tiivistemateriaalit vaativat toimiakseen erisuuruisen puristusaineen. Tiivisteiden valmistajat ilmoittavat pienimmän vaaditun ja suurimman sallitun puristusaineen eri materiaaleille. Asennuksessa ja käytössä aiheutettujen tiivisteiden puristusaineiden tulee pysyä annetuissa rajoissa, jotta tiiviste toimii eikä tule vuotoja. Taulukossa on esitetty eri tiivistetyypeille ja materiaaleille pienimmät ja suurimmat arvot. (Marko Vattulainen, 2018)

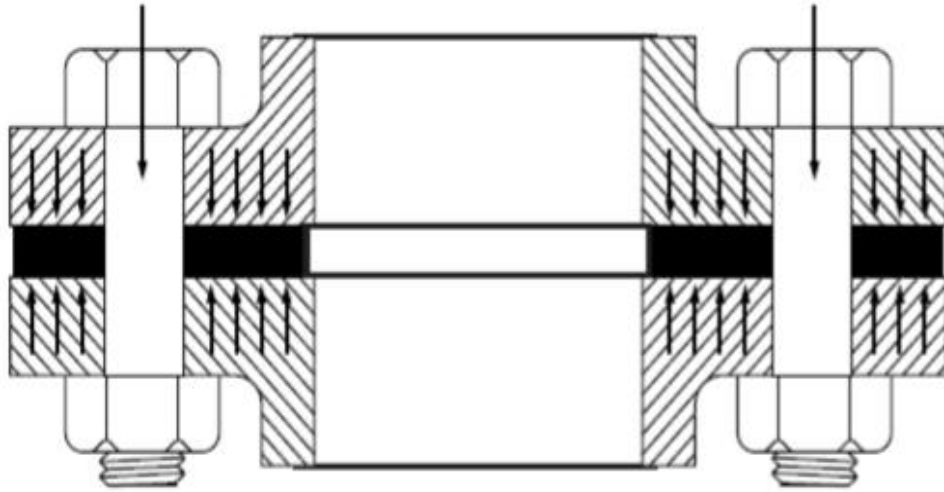
TAULUKKO 1. Eri tiivistetyypeille ja materiaaleille pienimmät ja suurimmat sallitus puristuspaineen arvot (Marko Vattulainen, 2018)

Levytiivisteet	Lämpötila °C	Pienin vaadittu puristuspaineen Q_{min} N/mm^2	Suurin sallittu puristuspaineen Q_{max} N/mm^2
Kumi: EPDM, neopreeni	0...20 100	2	10 5
Kumi: FPM	0...20 100	2	15 10
PTFE, puhdas	0...20 100 200	10	50 35 20
PTFE, kerrostettu seostettu	0...20 100 200	7	55 55 45
PTFE, paisutettu	0...20 100 200	5	60 60 60
Grafiitti, ilman metallivahviketta	0...20 100 200 300 400 500	15	100 100 100 90 80 80
Grafiitti metallivahvikkeella	0...20 100 200 300 400 500	15	150 150 150 130 120 120
Kuitu sideaineella paksuus < 1 mm	0...20 100 200	45	100 90 70
Kuitu sideaineella paksuus > 1 mm	0...20 100 200	30	80 70 60

Spiraali tiivisteet	Lämpötila °C	Pienin vaadittu puristuspaineen Q_{min} N/mm^2	Suurin sallittu puristuspaineen Q_{max} N/mm^2
PTFE -täyte, tukirengas yhdellä puolella	0...20 100 200 260	20	110 100 90 80
PTFE -täyte, tukirengaat molemmilla puolilla	0...20 100 200 260	20	180 170 160 150
Grafiittitäyte, tukirengas yhdellä puolella	0...20 100 200 300 400	20	110 110 100 90 80
Grafiittitäyte, tukirengaat molemmilla puolilla	0...20 100 200 300 400 500	50	300 280 250 220 180 140

Laippaliitoksissa oikea puristuspaineen aikaansaadaan laippojen ruuviliitoksen oikealla kiireydellä eli ruuvivoimalla (KUVA7). Jotta puristuspaineen jakaantuu tasaisesti, ruuvit kiiristetään ristikkäisessä järjestyksessä. Tällöin tiiviste mukautuu puristuspaineen vaikutuksesta laippojen tiivistepintojen epätasaisuuksiin. Tämä vaatii kokoonpuristuvuutta,

muodonmuutoskykyä, kimmoisuutta, lujuutta, paineenkestoa, lämpötilankestoa, kemiallista kestävyyttä ja tiiveyttä. Mukautumisen tiivistepintojen muotoihin tulisi tapahtua mahdollisimman pientä puristuspainetta käyttäen. (Tero Torvinen, 2016)



KUVA 7. Tasotiivisteen puristusaine (Lamons, 2016)

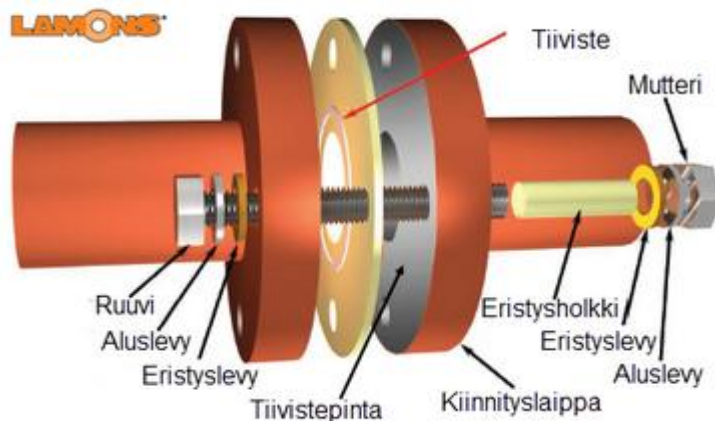
3 LAIPPALIITOS

Laippaliitos on yleisesti prosessiteollisuudessa käytetty liitäntätyyppi, jota käytetään erityisesti putken ja putkivarusteiden, kuten venttiilien sekä putken ja laitteen välillä. Laippaliitoksessa kaksi vastakkaista laippaa kiinnitetään toisiinsa pulteilla ja laippojen väliin tulee tiiviste. Laipan toinen puoli kiinnitetään putkeen hitsaamalla. (Tapio Perälä, 2017) Laippaliitos on kokonaisuus, jonka toimivuuteen vaikuttavat laipan rakenne ja materiaali, tiivisteiden rakenne ja materiaali, ruuvien rakenne ja materiaali sekä toimintaolosuhteet (asennus, painekoe, käyttö). (Marko Vattulainen, 2018)

Kiinnityslaippoja on lukuisia malleja, ja teollisuudessa käytetyt laippamuodot on standardoitu. Yhdysvaltojen ASME-standardin mukaiset ASME-laipat löytyvät standardista ASME B16.5 ja Euroopassa käytössä olevat EN-standardin mukaiset DIN-laipat standardista SFS-EN 1092-1.

Laippaliitoksen osat eroavat toisistaan valmistusmateriaalin, ominaisuuksien ja rakenteen mukaan. Kuvassa on esitetty perinteisen laippaliitoksen osat:

- kiinnityslaipat
- tiiviste
- ruuvit (malliltaan vaarna- tai kuusioruuveja)
- mutterit
- aluslevyt
- eristeholkit



KUVA 8. Laippaliitoksen osat (Lamons, 2016)

Laippaliitoksen tärkein osa on tiiviste, ja tiivistepinta on se laipan pinta, mitä vasten tiiviste on. Tiivistepinnan oikea pinnankarheus on tärkeä osa laippaliitoksen kuormankantokykyä. Vaadittava pinnankarheus riippuu lämpötilasta, paineesta, sisällöstä ja käytettävästä tiivisteestä. Kovat tiivisteet tarvitsevat sileän tiivistepinnan ja pehmeät tiivisteet karhean tiivistepinnan. (Tero Torvinen, 2016)

Eristelevytyt ja eristysholkit estävät syöpmistä, jos eripariset metallit pääsevät kosketuksiin toistensa kanssa. Ruuvin kannan ja mutterin alla on asennusohjeen mukainen määrä aluslevyjä.

3.1 Mittajärjestelmät

Öljynjalostusteollisuudessa laippaliitosten yhteydessä käsitellään useita mekaniikan ja fysiikan suureita, ja käytettävät mittayksiköt ovat SI-järjestelmän ja US Customary-järjestelmän yksiköt.

Käytännössä mittajärjestelmät voivat olla yhdistelmä metrisiä yksiköitä ja US Customary-yksiköitä. Esimerkiksi komponenttien mitat voidaan ilmoittaa millimetreissä ja kiertismomentti tai paine paunoissa. Taulukossa 2 on esitetty kummankin järjestelmän laippaliitoksissa käytetyt suureet ja mittayksiköt.

TAULUKKO 2. Laippaliitoksissa käytettävät suureet ja mittayksiköt (Armatec, n.d.)

Suure	Yksikkö	Yksikön lyhenne	Yksikkö	Yksikön lyhenne
	SI-järjestelmä	SI-järjestelmä	US Customary-järjestelmä	US Customary-järjestelmä
Pituus	millimetri	mm	tuuma (inch)	" tai in
Pituus			mil (tuuman tuhannesosa)	mil
Pituus			jalka (feet)	ft
Voima	newton, kilonewton	N, kN	pauna (pound)	lb, lbs
Momentti	newtonmetri	Nm	jalka-pauna	ft-lb
Momentti			jalka-tuuma	ft-in
Pinta-ala			neliötuuma	sqr-inch
Kuormitusjännitys (vetojännitys)	newton per neliömillimetri	N/mm ²	pauna per neliötuuma	lbs per sqr-inch, lbs/sqr-inch
Paine	pascal, megapascal	Pa, Mpa, bar	pauna per neliötuuma	psi (pounds/squareinch)
Lämpötila	celcius	°C	fahrenheit	°F

3.2 Laippojen nimellinen koko ja paineluokka

Nimellinen koko eli DN on tunnus, mikä kuvaa putkiston osien keskinäistä suuruutta ja sen tarkoituksena on helpottaa toisiinsa sopivien putkiston osien valintaa. Nimelliset koot ovat luonnollisia kokonaislukuja ja ne ovat standardoituja. Niitä ei tule käyttää tarkkana mittana, koska ne kertovat ainoastaan putkiston osien sopivuuden yhteen toistensa kanssa. (Ville Terävä, 2017)

Suunnittelun ja käytön helpottamiseksi on paineastioiden ja putkistojen osia ja varusteita standardoitu paineenkeston suhteen. Paineenkeston standardoinnissa on erilaisia kansallisia järjestelmiä, ja painelaitteilla on Euroopan talousalueella yhdenmukainen velvoittava painelaitedirektiivi, PED.

Euroopassa nimellisillä paineilla on paineluokittelu eli PN-luokittelu, ja Yhdysvalloissa vastaava on Class#-luokittelu. Paineluokka ilmoittaa suurimman sisäisen ylipaineen, jolle standardisoitu putkiston osa on tarkoitettu, lämpötilan ollessa 20 °C. Sen yksikkö on baari (1bar=100 000Pa). Saman paineluokan osia voidaan käyttää toistensa kanssa liittämiseen, sillä paineenkeston lisäksi niillä on samat liitäntämitat saman standardijärjestelmän sisällä. (Ville Terävä, 2017)

3.3 Putkistoluokka

Putkistoluokalla tarkoitetaan yleensä yhdenmukaista käytäntöä valita putkiston osien materiaalit, mitat ja paksuudet käyttökohdetta varten. Putkiluokissa pyritään käyttämään aina kansainvälisiä standardeja yhteensopivuuden saavuttamiseksi.

Putkiluokka valitaan yleensä virtaavan aineen perusteella, joten vaatimukset materiaalin, lämpötilan- ja paineenkeston suhteen ovat samanlaiset. Putkiluokka voidaan valita myös materiaalin ja sen paineluokan mukaisesti. Putkistot, putkistojen varusteet ja paineluokat on standardoitu kansainvälisten standardien pohjalta PSK-putkiluokiksi. (Tatu Vierma, 2011)

3.4 Laippaliitoksiin liittyviä standardeja

Laippaliitoksiin liittyviä standardeja ja normeja, ja niiden kokoelmaa ylläpitävät Yhdysvalloissa muun muassa ASME (American Society of Mechanical Engineers), ja ANSI (American National Standards Institute) valvoo standardien kehittymistä Yhdysvalloissa, sekä on Yhdysvaltojen virallinen edustaja ISO:ssa. Laippaliitoksiin liittyvät ASME-standardit löytyvät standardista ASME B16.5.

Euroopan vastaava järjestö on CEN (European Committee for Standardization). CEN julkaisee EN-standardeja, joita kansallisella tasolla laativat esimerkiksi Suomessa SFS (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry) ja Saksassa DIN (Deutsches Institut für Normung). Virallinen kansainvälinen standardisointijärjestö on ISO (International Organization for Standardization), jonka jäseniä ovat kaikki kansalliset standardisointijärjestöt, yksi kustakin maasta. ISO ei ole minkään hallituksen alainen, ja sen standardit ovat suosituksia. PN-mitotetut laipat löytyvät standardista SFS-EN 1092-1. (Wikipedia, 2018)



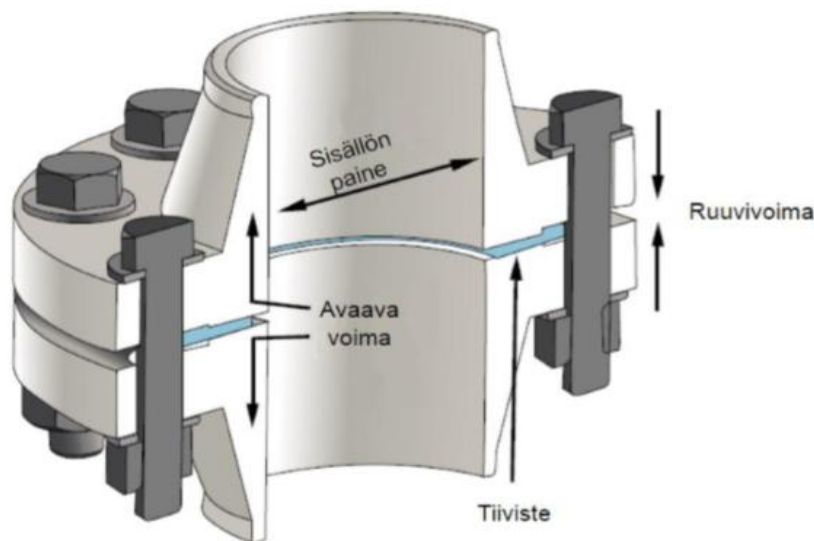
KUVA 9. Tärkeitä standardisointijärjestöjä (Wikipedia, 2019)

3.5 Laippaliitokseen vaikuttavat voimat

Laippaliitos pidetään kasassa ruuvien ja muttereiden avulla. Ruuvit kiristetään valittuun kiristysmomenttiin käyttäen hydraulista momenttiväännintä. Tällöin ruuviin kohdistuu venyttävä voima, joka tuottaa siihen jännityksen. Ruuvi toimii ikään kuin jousena ja aiheuttaa laippoihin voiman, joka vetää laipat yhteen. Laskettaessa kiristysmomenttia on

otettava huomioon ruuvin- ja mutterinkierteen sekä mutterin- ja laipanotsapinnan välinen kitka.

Ruuveja voidaan kiristää myös venyttämällä käyttäen hydraulista vetotyökalua. Tällöin määritetään venymää vastaava kiristysarvo eli voima, jolla ruuvia venytetään. Kun riittävä venymä on saavutettu, mutteri kierretään kiinni ja venyttävä voima vapautetaan. Tällöin ruuvi pyrkii vapautumaan, jolloin siihen kohdistuu jännitys.



KUVA 10. Laippaliitoksessa esiintyvät voimat (Tero Torvinen, 2016)

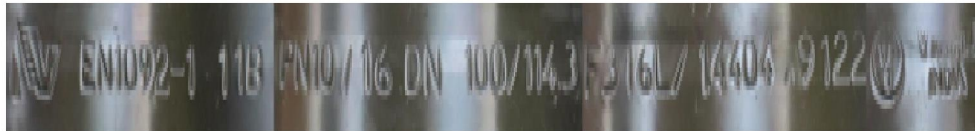
Kuvassa 10 on esitetty laippaliitokseen vaikuttavat voimat. Putkiston ja painelaitteen sisältö on paineenalaista, ja paine kohdistuu putkien ja laippojen sisäseinämiin aiheuttaen samalla suuren voimavaikutuksen laipan ja tiivisteeseen väliin. Tämä voimavaikutus pyrkii avaamaan laippaliitoksen, eli sisältö pyrkii tiivisteeseen ja tiivisteeseen väliin, ja se estetään ruuviliitoksella.

Ruuvien venyminen aiheuttaa jännityksen ja jännityksen vetävää voimaa kutsutaan ruuvivoimaksi (ruuvikuorma). Ruuvivoima puristaa laippoja ja tiivistettä aiheuttaen niihin puristuspainetta. Ruuvivoiman on vastattava vähintään sisällön painetta, jotta putken sisältö ei pääse vuotamaan. Laskettaessa tiivisteeseen kohdistuvaa puristuspainetta on huomioitava, että käytön aikana puristuspainetta laskee sisällön avaavan voiman vaikutuksesta.

3.6 Laippojen merkinnät

Suomessa on pääasiassa käytössä EN- ja ASME-standardin mukaisia laippoja. EN-standardin mukaiset laipat ovat yleisimpiä, mutta joillakin teollisuuden aloilla, kuten öljy- ja kemianteollisuudessa, käytetään ainoastaan ASME-standardin mukaisia laippoja.

Jotta osataan valita tiivisteiden ja kiinnitysosien materiaalit oikein, on tunnettava standardien mukaiset laippojen merkinnät. Riippuen laipan valmistajasta ja toimittajasta, kaikkia tietoja ei välttämättä ole stanssattu. Kuvassa 11 on esitetty standardin EN 1092-1 mukainen merkintä ja kuvassa 12 ASME B16.5 standardin mukainen merkintä. Kuvien alapuolelta löytyy selitykset merkinnöille.



KUVA 11. EN-standardin mukainen merkintä (Marko Vattulainen, 2018)

- Ensimmäisenä on laipan valmistajan leima
- EN 1092-1 EN-standardin mukainen laippa
- 11B Laipan tyyppi, kauluslaippa 11, B korokelaippa
- PN10/16 Paineluokka, käy paineluokille 10bar ja 16bar
- DN100/114,3 Nimellinen koko 100mm, laipan ulkohalkaisija 114,3mm
- F316L/1.4404 Laipan materiaali
- 91227 Sulatusnumero tai muu materiaalierän tunnus



KUVA 12. ASME B16.5-standardin mukainen merkintä (Marko Vattulainen, 2018)

- Ensimmäisenä on laipan valmistajan leima
- B16.5 ASME-standardin mukainen laippa
- 4” Nimellinen tuumakoko
- 300lbs, Class-paineluokka

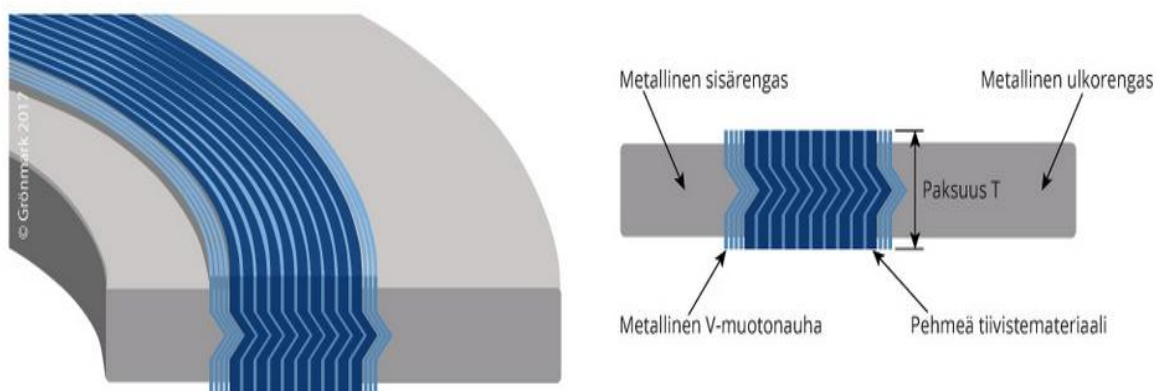
- A182 F5 Materiaalstandardi ASTM mukainen (kuumaluja 5Cr-1/2Mo tae)
- 856524 Sulatusnumero tai muu materiaalierätunnus
(Marko Vattulainen, 2018)

4 SPIRAALITIIVISTE

Spiraalitiivisteitä käytetään yleensä laippatiivisteinä korkeissa lämpötiloissa (600 °C – 1100 °C) ja paineissa (paineluokkaan 2500# asti). Käyttökohteita ovat ruuviliitokset/laippaliitokset. Spiraalitiivisteitä käytetään raskaassa teollisuudessa, kuten öljynjalostuksessa, energiantuotannossa, kemianteollisuudessa ja paperi- ja selluteollisuudessa.

4.1 Spiraalitiivisteen osat

Spiraalitiiviste muodostuu metallisesta ulkorenkaasta, metallisesta muotonauhasta, pehmeästä tiivistemateriaalista ja metallisesta sisärenkaasta. Valmistusvaiheessa ohuet metallinauhat ja pehmeät nauhat keritään kerrallaan toistensa lomaan ohueksi nauhaksi muodostaen tiivistävän osuuden. Metallinauhat hitsataan yhteen, jolloin se toimii jousena tiivisteen puristuessa soveltuena muuttuviin paineisiin. Vaihtelemalla metallin ja pehmeän materiaalin suhdetta, sekä tiivisteen rakenteella saadaan erilaisiin paineluokkiin soveltuvia tiivisteitä. (Lamons, 2016)

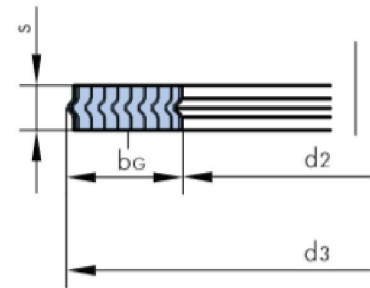


KUVA 12. Spiraalitiivisteen osat (Grönmark, n.d.)

Metallisen ulkorenkaan tarkoitus on tiivisteen tukeminen ja keskittäminen asennusvaiheessa eli se toimii ulkopuolisena ohjausrenkaana, eikä ole tekemisissä tiivistettävän aineen kanssa. Ulkorenkaan yleisin materiaali on hiiliteräs, ja sen on joko galvanoitu tai maalattu korroosion estämiseksi. Ulkorenkaan vahvuus on yleensä $3,2 \pm 0,3$ mm. (Donit, 2015, n.d.)

Pehmeä täytenauha yhdessä muotonauhan kanssa toimii spiraalitiivisteiden varsinaisena tiivistävänä osana, ja tiivistävän osan standardinmukaiset vakiovahvuudet ovat 3,2mm, 4,5mm ja 6,5mm. Vahvuus mitataan metallisten muotonauhojen väliltä täyteaineen jäädessä 0,2 – 0,3mm metallinauhan ulkopuolelle. Tiivistävän osan leveys riippuu tiivisteiden vahvuudesta, ja täytenauhan vahvuus on yleensä 0,5 - 0,6 mm. (KUVA 14). Tiivisteiden mitat ja toleranssit on määritelty ASME B 16.20, EN 1514-2 ja BS standardeissa. Erikoiskokojen mitat on määritelty ASME B 16.20 standardissa. (Donit, 2015, n.d.)

LIMITATIONS FOR MANUFACTURING DIMENSIONS			
Thickness [mm]	Max diameter d_3 [mm]	Maximum width - b_G [mm]	
		Graphite	PTFE
2.5	300	16	13
3.2	700	22	19
4.5	1500	30	24
6.5	3000	35	24
7.2	3000	30	24



KUVA 14. Tiivistävän osan leveys (Donit, 2019.)

Yleisimmin käytetyt tiivistenauhamateriaalit ovat joustava ja pehmeä, puhtausasteeltaan joko 98- tai 99,85-prosenttinen grafiitti. 99,85-prosenttista grafiittia käytetään kriittisissä kohteissa, kuten ydinvoimaloissa. Grafiitilla (FG) saavutetaan hyvä paineen- (400bar) ja lämpötilankestä, ja se soveltuu käytettäväksi voimalaitoksissa, öljynjalostamoissa sekä kemian- ja prosessiteollisuudessa, kuten muutkin täytemateriaalit.

TAULUKKO 3. Täyteaineiden lämpötilankestöjä (Lamons, 2016)

TEMPERATURE RANGE	
PTFE	Cryogenic to 500°F (260°C)
Flexible Graphite	Cryogenic to 850°F (454°C)
Oxidation Resistant Grade Flexible Graphite	Cryogenic to 975°F (524°C)
HTG (High Temperature Gasket)	Cryogenic to 1500°F (816°C)
Mica	Cryogenic to 1832°F (1000°C)
Ceramic	Cryogenic to 2000°F (1093°C)

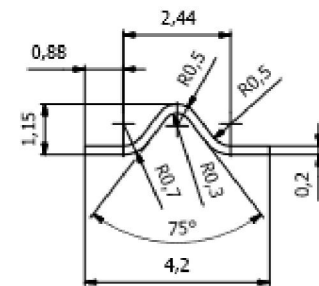
Muita täytenauhamateriaaleja ovat PTFE (Teflon), Mica -mineraali ja keraamit. Teflonilla on hyvä kemikaalien, paineen (noin 400bar) ja lämmön kesto. Sen kitkakerroin terästä vasten on 0,05 – 0,1, joka on kolmanneksi pienin tunnetuista materiaaleista BAM:

n ja timantin jälkeen. (Wikipedia, 2019) Mica-mineraalin lämpötilankesto on kaikkein korkein, 1000 °C, ja se toimii myös sähköisenä eristeenä. Paineen kesto on noin 10bar asti.

Metallisen muotonauhan standardipaksuus on 0,2mm, ja se on profiililtaan v-muotoinen. Profiilin mitat määräytyvät tiivisteiden vahvuuden mukaan. Kuvassa 15 on taulukoitu ASME- standardin mukaiset valmistusmateriaalit muotonauhalle, sekä muotonauhan profiilin mitat 4,5mm vahvalle tiivisteelle. Yleisin valmistusmateriaali on 316L-tyypin haponkestävä teräs.

MATERIALS FOR METALLIC STRIP	
ASTM	DIN Material No.
AISI 304	1.4301
AISI 316, 316 L	1.4401, 1.4404
AISI 321	1.4541
AISI 316 Ti	1.4571
Monel (NiCu30Fe)	2.4360

Other alloys available on request.



KUVA 15. Muotonauhan valmistusmateriaalit ja profiili (Donit, 2015, n.d.)

Metallisen sisärenkaan tarkoitus on toimia tukirenkaana ja välttää liiallista tiivistämistä suurissa paineissa, sekä pienentää virtauksen aiheuttamaa turbulenssia vähentäen näin laippojen kulumista. Sisärenkaan vahvuus on yleensä 3,2mm, ja materiaalin tulee olla myös yhteensopiva laipan materiaalin kanssa. (Grönmark, n.d., Donit, 2015 n.d.)

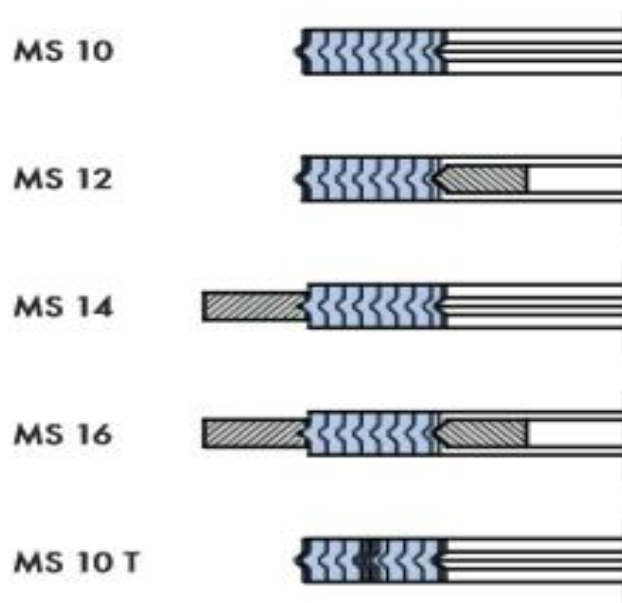
Spiraaliitiivisteet ovat yleensä muodoltaan pyöreitä, mutta niitä voidaan valmistaa myös ovaalin ja suorakaiteenmuotoisina, joko suorilla tai pyöristetyillä kulmilla. Spiraaliitiivisteitä valmistetaan muutamalla mallilla (Kuva 16) ja niiden yhdistelmillä, tarkoituksena saada mahdollisimman tiivis sovellus. Spiraaliitiivisteiden standardimallit ovat:

- Spiraaliitiiviste muotonauhalla ja täytenauhalla, ilman ohjausrengasta ja tukirengasta (MS10)
 - o höyrykattilat
 - o halkaisija max.2200mm, paksuus 2,5-7,2mm
 - o 400bar, 550 °C

- Spiraalitiiviste muotonauhalla, täytenauhalla ja tukirenkaalla (MS12)
 - korkeisiin paineisiin
 - halkaisija max.2200mm, paksuus 3,2-7,2mm
 - 400bar, 550 °C

- Spiraalitiiviste ulkorenkaalla, muotonauhalla ja täytenauhalla (MS14)
 - korkeisiin paineisiin
 - halkaisija max.2200mm, paksuus 3,2-7,2mm
 - 400bar, 550 °C

- Spiraalitiiviste ulkorenkaalla, muotonauhalla, täytenauhalla ja sisärenkaalla (MS16)
 - korkeisiin paineisiin
 - halkaisija max.2200mm, paksuus 3,2-7,2mm
 - 400bar, 550 °C
 (Donit, 2015)



KUVA 16. Spiraalitiivisteiden standardimallit (Donit, 2015)

4.2 Metallisten osien raaka-aineet

Spiraaliitiivisteiden metalliosien materiaali vaihtelee prosessin vaatimusten, kuten lämmön-, paineen- ja kemikaalien kestävyysmukaan. Prosessiteollisuudessa yleisimmin käytetyt spiraaliitiivistemetallit ovat hiiliteräksiä ja austeniittisiä teräksiä.

Hiiliterästä (CS) käytetään kohteissa, joissa ei ole erityisvaatimuksia korroosionkeston suhteen, ja austeniittistä terästä puolestaan käytetään kohteissa, joissa tiivistettävä väliaine aiheuttaa sisäpuolista korroosiota. Yleisin ruostumattoman teräksen materiaali on austeniittinen ruostumaton krominikkeliteräs (EN 1.4307).

Ruostumattomat teräkset ovat sitkeitä, lujia ja korroosionkestäviä. Niiden pääseosaineina ovat nikkeli ja kromi (yli 10 %). Korroosionkestävyys perustuu kromiin, joka reagoi hapen kanssa muodostaen kalvon teräksen pinnalle (passivoituminen). Ohut passiivikalvo on valoa läpäisevä antaen metallin pinnalle kirkkaan värin. Hapettavassa ympäristössä kalvoon syntyvät rikkoutumat korjautuvat itseksensä. Jos tuotenimen lopussa on L-kirjain, esimerkiksi AISI 304L, tarkoittaa se niukkahiilisyyttä, mikä helpottaa mm. hitsattavuutta. Kun vaaditaan haponkestävyyttä, käytetään usein molybdeenillä seostettua krominikkeliterästä. Ruostumattomat teräkset ovat täysin kierrätettäviä, mikä tekee niistä ympäristöystävällisiä ja taloudellisia. (Uudistettu Miekko-ojan metallioppi, 1986, Tapio Perälä, 2017, Flinkenberg, 2019)

Erikoiskohteissa käytetään kromiseosteisia teräksiä sekä erikoismateriaaleja, kuten Incoloy, Hastelloy, Inconel ja titaani. Inconel® on nikkeli-kromi-rautaseos, jota käytetään kemianteollisuudessa lujuutensa ja korroosionkestävyytensä vuoksi. Kromin ansiosta se kestää hyvin rikkiyhdisteitä, hapettavia olosuhteita korkeissa lämpötiloissa ja syövyttäviä liuoksia. Incoloy® on nikkelikromiseos, joka kestää hyvin hapettumista siihen lisätyn piin ansiosta. Se on luja korkeissa lämpötiloissa, sen korroosionkestävyys on hyvä ja sitä käytetään mm. teollisuusuneissa. (Harald Pihl, 2019)

Titaani on erittäin lujaa, sillä on korkea lujuus suhteessa painoon. Lisäksi se kestää hyvin korroosiota. Titaania käytetään kohteissa, joissa edellytetään korkeaa käyttövarmuutta, kuten kemianteollisuudessa, sähköntuotannossa sekä öljyn- ja kaasuntuotannossa. (Harald Pihl, 2019)

Taulukossa 4 on standardien mukaiset metallien tuotenimet EN- ja ASME-materiaalinumerot lämpötilankestoineen, joita spiraalitiivisteissä käytetään.

TAULUKKO 4. Standardien mukaiset metallit lämpötilankestoineen (Lamons, 2016, Grönmark, n.d.)

Material	Maximum	EN-materiaalinumero	Tuotenimi / muu standardi
Carbon Steel	1000°F (538°C)	-	Hiihteräs / CS / CRS
304 SS	1400°F (760°C)	EN 1.4301	AISI 304
309 SS	2000°F (1095°C)	EN 1.4404	AISI 316L
310 SS	2100°F (1150°C)	EN 1.4438	AISI 317L
316 SS	1400°F (760°C)	EN 1.4410	Super Duplex (UNS S32750)
321 SS	1500°F (815°C)	EN 1.4462	Duplex (UNS S31803)
347 SS	1700°F (925°C)	EN 1.4539	AISI 904L
410 SS	1300°F (705°C)	EN 1.4541	AISI 321
430 SS	1500°F (815°C)	EN 1.4571	AISI 316Ti
501 SS	1200°F (649°C)	EN 2.4360	Monel 400
Alloy 20	1500°F (815°C)	-	Titaani Gr. 2
Aluminum	800°F (427°C)	EN 2.4660	A-20 (8020)
Brass	500°F (260°C)	EN 2.4819	Hastelloy C276
Copper	500°F (260°C)	EN 2.4816	Inconel 600
Hastelloy® B & C	2000°F (1095°C)	EN 2.4856	Inconel 625
Inconel® 600	2000°F (1095°C)	EN 2.4858	Incoloy 825
Incolloy® 800	1600°F (871°C)		
Monel®	1500°F (815°C)		
Nickel	1400°F (760°C)		
Phosphor Bronze	500°F (260°C)		
Tantalum	3000°F (1649°C)		
Titanium	2000°F (1095°C)		

4.3 Spiraalitiivisteiden värimerkinnät

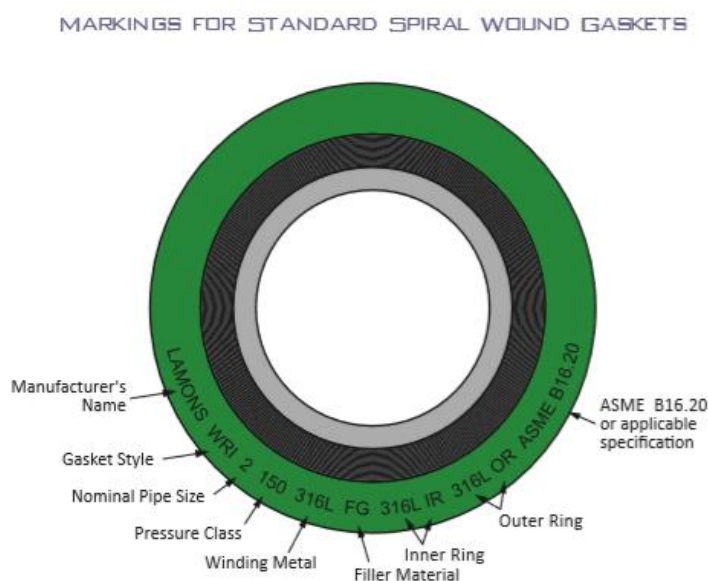
Spiraalitiivisteiden värikoodaukset on määritelty ASME ja EN-standardeissa (LIITE1). Tiivisteiden keskitysrenkaan ulkoreunan pääväri kertoo, mikä on spiraalin metallipunoksen materiaali eli tukimateriaali. Lisäväri kertoo, mikä on spiraalin tiivistemateriaali. Kuvassa 17 spiraalitiivisteiden tukimateriaalin tunnisteväri näkyy tiivisteiden ulkokehän reunassa, jotta se näkyy myös asennettuna. Tiivistemateriaalin tunnisteväri näkyy ulkokehän reunassa pienempänä raitana. (Marko Vattulainen, 2018)



KUVA 17. Spiraalitiivisteiden tunnistevärejä (Lamons, 2016)

4.4 Spiraalitiivisteiden valmistajien merkinnät

Spiraalitiivisteiden valmistajien merkinnät vaihtelevat ja osa valmistajista jättää merkittämättä osan tiedoista. Tiivisteiden merkinnät eroavat myös, ovatko ne EN- vai ASME-standardin mukaisia (KUVA 18 ja KUVA 18). EN-standardin mukainen merkintä on suppeampi, ja ilmoittaa vain tiivisteiden valmistajan, nimellisen mitan, paineluokan ja valmistusaineet.



KUVA 18. Standardin ASME B16.20 mukainen tiiviste (Lamons, 2016)

ASME B16.20 mukainen tiiviste

LAMONS = Tiivisteiden valmistaja

WRI = Tiivisteiden malli

2 = Putken ja laipan nimellinen mitta (2 tuumaa)

150 = Paineluokka Class#150 eli 150LBS

316L = Spiraalitiivisteiden tukimateriaali (haponkestävä, ruostumaton teräs)

FG = Spiraalitiivisteiden tiivistemateriaali (Flexible graphite eli joustava grafiitti)

316L IR = Spiraalitiivisteiden sisimmän renkaan (tukirakenne) materiaali (haponkestävä, ruostumaton teräs)

ASME B16.20 = Tiivisteiden standardi

Lisäksi viimeisenä esiintyy joskus merkintä METRIC. Tämä korostaa sitä, että tiivisteiden nimelliset mitat ovat tuumina, mutta muut mitat millisinä.



KUVA 19. Standardin EN 1514-2 mukainen tiiviste (Grönmark, n.d.)

DN50 = Nimellinen mitta mm

PN 10/40 = Paineluokka, soveltuu paineluokkiin 10bar ja 40bar

316L/FG = Spiraalitiivisteiden tukimateriaali on ruostumaton teräs ja tiivistemateriaali joustava grafiitti.

4.5 Spiraalitiivisteiden varastointi ja vanheneminen

Tiivisteet tulee varastoida ja säilyttää tiivisteiden valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tiivistemateriaalin valinnassa on otettava huomioon materiaalien varastointiaika ja varaston ympäristöolosuhteet. Tiivisteiden valmistajat ilmoittavat yleisesti grafiitille maksimivarastointiajan, mutta materiaalin valmistajat eivät. Samoin metalleille ja PTFE: lle ei ilmoiteta maksimivarastointiaikaa.

Yleisiä varastoimiseen liittyviä ohjeita ovat:

- Säilytys alle + 20 °C tasaisessa lämpötilassa
- Säilytys pimeässä, koska ultravioletti säteily saattaa vahingoittaa tiivistettä
- Säilytys kuivassa tilassa
- Vältettävä säilytystä alueella, missä on otsonia
- Tiivisteet ja tiivistelevyt tulee säilyttää vaakasuorassa

- Jos tiivistettä ei ole tunnistemerkattu, tulee se säilyttää alkuperäispakauksessa
(Marko Vattulainen, 2018)

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTAA

Opinnäytetyössä perehdyttiin sekä yleisesti tiivisteiden että spiraalitiivisteiden käyttötarkoitukseen, ominaisuuksiin ja rakenteeseen. Lisäksi tutkittiin spiraalitiivisteiden valmistamista, tehtiin kustannuslaskenta tuotteen valmistamiselle ja tutkittiin, minkälaisia spiraalitiivisteitä olisi järkevää ja kannattavaa valmistaa.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen, koska minulla ei ollut spiraalitiivisteistä, niiden rakenteesta, valmistuksesta tai käyttötarkoituksesta, mitään pohjatietoa. Lisäksi motivaatiota ja innostusta lisäsi tieto siitä, että opinnäytetyön aihe oli tärkeä myös työnantajalleni.

Kävin syksyllä 2018 Nesteen seisakin aikana tutustumassa tiivisteiden valmistamiseen mobiilikontissa sekä Espoossa laippaliitosasentajan pätevöintikoulutuksessa. Pätevöintikurssilta sain todella paljon hyödyllistä teoriatietoa opinnäytetyötä varten. Nesteen tutustumiskäynti ajoittui työni kannalta valitettavasti väärään ajankohtaan eli aivan opinnäytetyöprojektin alkuvaiheeseen. Tällöin en osannut kiinnittää huomiota oikeisiin asioihin, enkä kysyä oikeita kysymyksiä, joista olisi ollut jatkossa hyötyä työni kannalta.

Työhön sisältyvä kustannuslaskenta ja tuotekalkylointi olivat itselleni uusi ja mielenkiintoinen, mutta sitäkin opettavaisempi osa-alue. Kustannuslaskelmassa laskettiin jokaiselle työvaiheelle sekä työ- että materiaalikustannus. Tähän asti olen työskennellyt organisaatiomme tuotannon eri työtehtävissä ja kustannuslaskenta opetti minua kiinnittämään entistä enemmän huomiota tämän hetkessä työssäni asioihin, joilla voisi nopeuttaa tuotantoa ja laskemaan samalla kustannuksia.

Opinnäytetyö kehitti omaa ammattitaitoani ja tietämystäni tiivisteistä sekä niiden käyttötarkoituksista ja valmistuksesta. Lisäksi koin, että tietämykseni syveni myös organisaatiomme eri prosesseista ja työtehtävistä.

Haluan kiittää työnantajaani mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö sekä organisaatiomme tärkeitä ihmisiä yhteistyöstä ja kärsivällisyydestä projektin aikana. Opinnäytetyön tuloksia tullaan jatkossa hyödyntämään yrityksessä ja mahdollisesti myös jatkojalostamaan.

LÄHTEET

Tampereen tiivisteteollisuus Oy. Yrityksen internetsivut. Luettu 8.1.2019.

<https://tt-gaskets.fi/>

Alasuvanto, M. Senior Purchaser. 2019. Haastattelu 4.3.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Vuorinen, M. Purchaser. 2019. Haastattelu 4.3.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Piipponen, T. Production Manager. 2019. Haastattelu 11.2.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Järvinen, M. Quality Manager. 2019. Haastattelu 11.2.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Ruotsalainen, H. Sales Engineer. 2019. Haastattelu 11.2.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Lehtinen, P. Sales Manager. 2019. Haastattelu 1.3.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Peltonen, J. Sales Engineer. 2019. Haastattelu 8.3.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Karne, J. Team Leader. 2019. Haastattelu 25.2.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Miettinen, M. Team Leader. 2019. Haastattelu 8.3.2019. Haastattelija Karne, S. Tampere

Vattulainen, M. Laippaliitoskouluttaja, Amiedu. Laippaliitosten laadunhallinta. Blogi. 2018. Luettu 19.1.2019. <https://laippaliitos.blogspot.com/p/blog-page.html>

Lamons. 2016. Gasket & fastener handbook. Luettu 20.1.2019.

<https://www.lamons.com/literature/>

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2019. Ulkomaiset julkaisut. Luettu 2.2.2019.

https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/julkaisut/ulkomaiset_julkaisut/astm_asme_ja_sae

Oy Brynolf Grönmark Ab. n.d. Yrityksen internetsivut. Luettu 6.2.2019

<https://www.gronmark.fi/tuote-osasto/tiivisteet/spiraalitiivisteet/>

Tampereen teknillinen yliopisto. Materiaaliopin laitos. 2005. Rasitus. Luettu 9.3.2019.

http://www.tut.fi/vmv/2005/vmv_2_1_4.php

Parhamaa, P. 2015. Mekaanisten laitteiden eheydenhallinta öljynjalostamolla. Konetekniikan koulutusohjelma. LUT-yliopisto. Diplomityö. Luettu 12.1.2019.

(<http://lutpub.lut.fi/handle/10024/104298>)

- Torvinen, T. 2016. Laippaliitosasentajan pätevyyden varmistaminen öljynjalostamalla. Konetekniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu13.1.2019.<https://www.theseus.fi/handle/10024/121942>
- Perälä, T. 2017. Putkiston materiaalinhallinta prosessiteollisuuden investointiprojek-teissa. Kemianteeniikan koulutusohjelma. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Opinnäyte-työ. Luettu14.1.2019. <https://www.theseus.fi/handle/10024/137812>
- Terävä, V. 2017. Lämpölaitosten paineenalaisten putkistojen suunnitteluohje. Konetek- niikan koulutusohjelma. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Lu- ettu18.1.2019.<https://www.theseus.fi/handle/10024/129958>
- Vierma, T. 2011. Vesileikkausaltaan kierrätysputkiston suunnittelu. Konetekniikan koulutusohjelma. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Luettu16.1.2019. <https://www.theseus.fi/handle/10024/30449>
- DONIT Industrial Gasket Catalouge. 2015. Esite. Donit. Luettu7.1.2019. <https://donit.eu/>
- The Flexitallic group. 2006. SWG_Brochure. Esite. Luettu7.1.2019. <http://www.flexitallic.eu/>
- Oy Flinkenberg Ab. 2019. Ruostumattomien terästen vertailu-niiden erot ja käyttökoh- teet. Luettu5.3.2019. (<https://www.flinkenberg.fi/ruostumattomien-terasten-vertailu/>)
- Lindroos, V. Sulonen, M. Veistinen, M. 1986. Uudistettu Miekk-ojan metallioppi. Tek- nillisten tieteiden akatemia:Insinööritieto. 1986.
- Harald Pihl. 2018. Tuotetyypit. Luettu 2.3.2019. (<https://www.haraldpihl.com/fi/products/heat-resistant-alloys/inconel-600/>)
- Wikipedia. 2018. ISO. Luettu2.2.2019.<https://fi.wikipedia.org/wiki/ISO>
- Wikipedia. 2019. ASME. Luettu2.2.2019. <https://en.wikipedia.org/wiki/ASME>

Wikipedia. 2019. ANSI. Luettu2.2.2019. https://en.wikipedia.org/wiki/American_National_Standards_Institute

Wikipedia. 2019. CEN. Luettu2.2.2019. https://en.wikipedia.org/wiki/European_Committee_for_Standardization

Wikipedia. 2019. DIN. Luettu2.2.2019. https://en.wikipedia.org/wiki/Deutsches_Institut_f%C3%BCr_Normung

Oy Armatec Finland Ab. n.d.. Tekniset Apuvälineet.



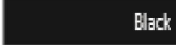







Luettu5.3.2019.<https://www.armatec.com/fi/fi-enhetsomvandlare/>

LIITTEET

Liite 1. Standardien EN 1514-2 ja ASME B16.20 värikoodit
(Grönmark, 2019 Lamons 2016)

EN-materiaalinumero	Tuotenimi / muu standardi	EN1514-2 värikoodi
-	Hiiliteräs / CS / CRS	Hopea
EN 1.4301	AISI 304	Keltainen
EN 1.4404	AISI 316L	Vihreä
EN 1.4438	AISI 317L	
EN 1.4410	Super Duplex (UNS S32750)	
EN 1.4462	Duplex (UNS S31803)	
EN 1.4539	AISI 904L	
EN 1.4541	AISI 321	Turkoosi
EN 1.4571	AISI 316Ti	
EN 2.4360	Monel 400	Oranssi
-	Titaani Gr. 2	Violetti
EN 2.4660	A-20 (8020)	Musta
EN 2.4819	Hastelloy C276	Beige
EN 2.4816	Inconel 600	Kulta
EN 2.4856	Inconel 625	Kulta
EN 2.4858	Incoloy 825	Valkoinen

Pehmeän tiivisteosan materiaali	EN1514-2 värikoodi
PTFE	Valkoiset raidat
Joustava grafiitti (FG)	Harmaat raidat
Mica-mineraali	Vaaleanpunaiset raidat

METALLIC WINDINGS		NON-METALLIC FILLERS	
304 SS	 Yellow	Incoloy 800/825	 White
316L SS	 Green	Titanium	 Purple
317L SS	 Maroon	Alloy 20	 Black
347 SS	 Blue	Carbon Steel	 Silver
321 SS	 Turquoise	Hastelloy [®] "B"	 Brown
Monel [®]	 Orange	Hastelloy [®] "C"	 Beige
Inconel [®] 600/625	 Gold	Phos. Bronze	 Copper
Nickel	 Red		
		PTFE	 White Stripe
		Ceramic	 Light Green Stripe
		Flexible Graphite	 Gray Stripe
		Phyllosilicate (HTG)	 Light Blue Stripe

