



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eino Rintala

VAROVENTTIILIEN KARTOITUS JA ENNAK- KOHUOLTOKÄYTÄNNÖT

Jervois Finland Oy

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Eino Rintala
Opinnäytetyön nimi	Varoventtiilien kartoitus ja ennakkohuoltokäytännöt
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	65 + 3 liitettä
Ohjaaja	Sami Elomaa

Jervois Finland Oy:n Kokkolan toimipisteen prosessin varoventtiilien kartoituksen ja ennakkohuoltokäytäntöjen kehittämisen tarkoituksena on saada varoventtiilien tarkka seuranta ja toimintavarmuus ajankohtaiselle vaatimustasolle. Vanhojen Excel-taulukkolistojen tarvittava päivitys.

Tutkimuksessa on pääasiassa neljä keskeistä viitekehystä, joita ovat: ennakkohuoltokäytäntöjen kehittäminen, varoventtiilien kartoitus, instrumentaali- ja putkistokaavio (PI-kaavioiden) päivitys ja Excel-taulukon päivitys.

Opinnäytetyön tuloksina Jervois Finland -yritykselle toteutettiin kattava varoventtiilien kartoitus ja ennakkohuoltokäytäntöjen kehittäminen. Lisäksi kaikki PI-kaaviot, joihin tarvittiin muutoksia varoventtiilien osalta, ilmoitettiin yrityksen henkilökunnalle. Lisäksi olemassa oleva Excel-taulukko päivitettiin ajan tasalle. Tulosten perusteella voitiin havaita merkittäviä parannuksia varoventtiilien hallinnassa ja kunnossapidossa.

Avainsanat varoventtiilien kartoitus, ennakkohuoltokäytännöt,
instrumentaali- ja putkistokaavio

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Konetekniikka

ABSTRACT

Author	Eino Rintala
Title	Jervois Finland Oy's Safety Valve Audit and Preventive Maintenance Practices
Year	2023
Language	Finnish
Pages	65 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Sami Elomaa

The aim of the study conducted at Jervois Finland Oy's Kokkola site was to perform mapping and to developing preventive maintenance practices for the safety relief valves in the process, ensuring precise monitoring and operational reliability in accordance with current requirements. Additionally, the necessary updates to the existing Excel spreadsheet lists were addressed.

The study primarily focuses on four key frameworks: the development of a preventive maintenance practices, mapping of the safety relief valves, updating of instrumentation and piping diagrams (PI diagrams), and updating the Excel spreadsheet.

The results of the thesis encompass the execution of a comprehensive survey of safety relief valves and the development of a preventive maintenance practices for Jervois company. Additionally, all PI diagrams requiring modifications related to safety relief valves were communicated to the company's staff. Furthermore, the existing Excel spreadsheet was updated to reflect the current status. Based on the findings, significant improvements in the management and maintenance of safety relief valves were observed.

Keywords	Safety relief valve audit, preventive maintenance practices, instrument and piping diagram
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Tutkimuksen rajaus ja rakenne	9
1.2	Keskeiset käsitteet	10
2	ENNAKKOHUOLTOKÄYTÄNNÖT.....	12
2.1	Ennakkohuoltokäytäntöjen kehittäminen	12
2.1.1	Käyttövarmuus	15
2.1.2	Toimintavarmuus	18
2.1.3	Tarkastaminen ja ajoittaminen	18
2.1.4	Varoventtiilirekisteri	19
3	TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	20
3.1	Varoventtiilien kartoitus	22
3.2	Palaverit ja suunnitelmat	26
3.3	Excel-taulukon päivitys	29
3.4	PI-kaavioiden päivitys	32
4	VAROVENTTIILIEN KÄYTTÖKOHTEET JA SOVELLETTAVUUS	33
4.1	Varoventtiilit	34
4.1.1	Varoventtiileiden sovellettavuus	44
4.1.2	Varoventtiileiden testaus	45
4.1.3	Varoventtiileiden standardisointi	48
5	VAIHTOEHTOISIA MENETELMIÄ	50
5.1	Murtokalvot	50
5.2	Räjähdykalvot	52
6	TUTKIMUSTULOKSET	55
6.1	Oivallukset.....	56
6.2	Tutkimuksen luotettavuus	57

7	TULOSTEN POHDINTA JA ANALYSOINTI	59
7.1	Pohdinta.....	60
	LÄHTEET	62

KUVA- JA KUVIOLUETTELO

Kuva 1. Excel-taulukko listatuista varoventtiileistä.	29
Kuva 2. Varoventtiili Goetze 418T.	35
Kuva 3. Varoventtiili Leser tyyppi 437.	36
Kuva 4. Varoventtiili Stubbe askorbiinihappolinjassa Jervois Finland -yrityksessä	37
Kuva 5. Omakotitalon kaukolämpökierron varoventtiili.	38
Kuva 6. Varoventtiili Rego propaanilinjassa Jervois Finland -yrityksessä.....	39
Kuva 7. Rego 3127 -venttiilin piirustus.	40
Kuva 8. Varoventtiili Goetze.	41
Kuva 9. Varoventtiili Bailey Jervois Finland -yrityksessä.	42
Kuva 10. Ilmakompressoreissa Jervois Finland -yrityksessä oleva varoventtiili...	43
Kuva 11. Hiilidioksidilinjan varoventtiili Jervois Finland -yrityksessä.	44
Kuva 12. Painepenkki.	46
Kuva 13. Legatest-menetelmällä tarkastelua.	47
Kuva 14. Murtokalvot ja räjähdys suojaus.....	50
Kuva 15. Räjähdyspaneeli.	52
Kuva 16. Räjähdyspaneeli.	53
Kuva 17. Kalvollinen painemittari Jervois Finland -yrityksessä.	54
Kuvio 1. Käyttövarmuus.....	15
Kuvio 2. Ennakoiva kunnossapito ja kustannukset.....	17
Kuvio 3. Tavoitteena käyttövarmuus.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

LIITELUETTELO

LIITE 1. Excel-taulukko (vanha)

LIITE 2. Excel-taulukko (uusi)

LIITE 3. Varoventtiilirekisteri

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheen sain Jervois Finland Oy:ltä, ollessani töissä yrityksessä huhtikuusta 2022 aina vuoden loppuun asti. Aloitin kesätyöntekijänä, mutta sain mahdollisuuden jatkaa määräaikaisena kesäkuusta 2022 alkaen. Toimin aluksi työnjohdottomittajana, mutta työnkuvani vaihtui kesäkuussa työnjohtajaksi.

Jervois Finland Oy on kansainvälisen konsernin Jervois Globalin omistama toimipiste Kokkolassa. Kokkolan toimipiste työllistää noin 200 henkilöä.

Jervois Finland Oy on johtava korkealaatuisen koboltin valmistaja. Yrityksen valmistamia kobolttikemikaaleja ja -hienopulvereita käytetään mm. ladattavissa akuissa, kovametalleissa, katalyyteissä sekä muissa kemianteollisuuden sovelluksissa. Yritys painottaa erityisesti yhteiskunnalliseen vastuuseen ja kestävään kehitykseen (Jervois Finland 2023). Jervois on australialainen yritys, joka osti Kokkolan tehtaan syksyllä 2021 Freeport Cobalt Oy:ltä. Aikaisemmin vuonna 2019 yritys jakautui kahtia. Jervois Global -yrityksellä on tehtaita myös Yhdysvalloissa ja Brasiliassa (Jervois Finland 2023).

Opinnäytetyön alussa tehdyn selvityksen perusteella tehtaan alkutilanne varoventtiilien hallinnassa ja seurannassa oli puutteellinen. Varoventtiilien tietokanta oli kyllä tallennettu Microsoft Excel -taulukoon (LIITE 1), mutta tiedot olivat epätarkkoja ja vajavaisia (tai epäselviä). Yrityksen jakautumisen seurauksena listaan on jäänyt paljon ylimääräisiä varoventtiilejä, jotka eivät kuulu Jervois Finland -yritykselle enää. Instrumentaali- ja putkistokaaviot (PI-kaaviot) olivat varoventtiilien osalta osittain päivitettyjä, mutta niissä oli puutteita. Lisäksi vain rekisteröityjä painelaitteita tarkasteltiin säännöllisesti, kun taas rekisteröimättömien venttiilien osalta tarkastelua ei ole tehty riittävän usein.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on käytännönläheisesti parantaa ja kehittää tehtaalla olevia varoventtiileitä koskevia ennakkohuoltokäytäntöjä sekä lisätä niiden

ajantasaisuutta ja suunnitelmallisuutta. Tutkimusote on laadullinen ja pyrkii parantamaan olemassa olevia käytäntöjä. Tutkimusta ohjaa seuraava kysymys: Miten varoventtiilit voidaan kartoittaa ja miten ennakkohuoltokäytäntöjä voidaan kehittää tehtaalla?

1.1 Tutkimuksen rajaus ja rakenne

Opinnäytetyön aihealueet on rajattu tarkasti. Luvussa 2 keskitytään kehittämään ennakkohuoltokäytäntöjä, jotta käytännössä kokonaisuus toimisi toivotulla tavalla.

Luvussa 3 kerrotaan opinnäytetyössä käytetyistä tutkimusmenetelmistä ja työn toteuttamisesta. Varoventtiilien kartoitusvaiheesta, pidetyistä palavereista, Excel-taulukon päivityksestä ja PI-kaavioiden päivityksestä. Luvussa kerrotaan päiväkirjamuotoisesti työn toiminnallisista vaiheista.

Luvussa 4 käydään läpi tarkemmin varoventtiilien teoriaa. Kerron tarkemmin, kuinka varoventtiiliä voidaan soveltaa eri kohteissa ja käyttää yhdessä eri varolaitteiden kanssa. Lisäksi kerron varoventtiilien testausmenetelmistä ja standardisoinnista.

Luvussa 5 käyn läpi vaihtoehtoisia menetelmiä varoventtiilien tilalle. Varoventtiilien toimintaa ja käyttökohteita. Miksi ja missä tilanteissa käytetään erilaisia varolaitteita.

Luvussa 6 tarkastellaan tutkimustuloksia. Käydään tarkemmin läpi, miten tuloksiin päästiin. Miltä ne näyttävät ja miten ne jatkossa toimivat.

Luvussa 7 on pohdintaa opinnäytetyöprosessista, jossa tarkastellaan, miten työ lopulta ohjautui näihin lopputuloksiin. Luvussa analysoidaan tarkemmin tuloksia ja katsotaan kriittisemmin mitä olisi voitu tehdä paremmin. Sinä katsotaan myös tulevasuuteen ja mietitään, miten kehitys jatkuu. Analysointi ja kehittäminen antaa paljon uusia ideoita ja kehittää osaamista tulevia projekteja varten.

1.2 Keskeiset käsitteet

PI-kaaviot

Putkisto- ja instrumenttikaaviot kertovat tehtaan tuotantolinjojen kaiken oleellisen tiedon.

Varoventtiili

Laite, jolla suojataan mitä tahansa paineellista järjestelmää, paineenalaista laitetta ja niiden ympäristöä. Varoventtiiliä käyttämällä huolehditaan mahdollisesti syntyvän ylipaineen turvallisesta ulospääsystä.

Ennakoiva huolto

Tarkoittaa menetelmää, jolla varmistetaan laitteen toimintavarmuus ennen kuin siinä esiintyy minkäänlaista vikaa.

Avauspaine

Ennalta määritetty paine, jossa varoventtiili aukeaa ja paine pääsee vapautumaan ulos turvallisesti järjestelmästä.

Venttiilinumero (V-numero)

Tehtaan oma numerointi varoventtiileille.

Käyttövarmuus

Käyttövarmuudella tarkoitetaan tilaa, jossa mikä tahansa laite suorittaa sille annettun tehtävää (PSK6201 Kunnossapito 2022).

Murtokalvo

Ovat suojalaitteita paineellisille järjestelmille. Suojaavat mahdollisesti syntyvältä yli- tai alipaineelta, jolloin paine tasaantuu nopeasti.

Räjähdykskalvo

Kyseinen kalvo suojaa laitteita, joissa on räjähdysvaara, purkamalla räjähdyksestä aiheutuvan liekin ja paineaallon hallitusti ulos. Tällä tavoin se suojaa järjestelmää ja ympäristöä.

Painemittari

Mittarista nähdään paineen määrä. Laitteita käytetään paineistetuissa järjestelmissä, esimerkiksi paineastioissa.

Sesitest ja Legatest

Menetelmillä saadaan tarkkaa diagnostiikkaa varoventtiileiden avautumispaineista. Näiden avulla voidaan toteuttaa varoventtiilien avautumispaaineen testausta järjestelmien ollessa päällä.

Varoventtiilirekisteri

Rekisterin avulla mekaanisen kunnossapidon työnjohtajat pysyvät ajan tasalla varoventtiilien tarkastuksista ja huolehtivat rekisterin päivityksestä, kun tarkastuksia suoritetaan varoventtiileille.

Deflegraatio

Nopeasti etenevä palo, jossa herkästi syttyvät materiaalit voivat syttyä paineellisessa tilassa räjähdysmäisesti aiheuttaen paineaallon ja liekipallon.

2 ENNAKKOHUOLTOKÄYTÄNNÖT

Ennakkohuoltosuunnittelulla tai toisin sanoen ennakoivan huollon suunnittelulla määritetään minkä tahansa laitteen tarkastusajankohdat toistuviksi päivä -, kuu- kausi - tai vuositasolla (Spotilla). Ennakkohuollolla tarkoitetaan huoltoa toistuvasti ennalta määritettyjen ajankohtien mukaan. Ennakoivalla huollolla pyritään pitämään laitteet toimintakykyisinä ennen kuin niissä ilmenee vikoja.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa oli aluksi tarkoitus lähteä luomaan Jervois Finland - yrityksen ennakkohuoltosuunnittelijan kanssa. Palavereissa kävimme vielä asiaa läpi ja tulimme siihen lopputulokseen, että ennakkohuoltosuunnitelmaa ei varsinaisesti luoda vaan kehitetään ennakkohuoltokäytäntöjä. Tarkennetun tehtävän tarkoituksena oli luoda hyvä pohja ennakoivalle huollolle. Yhteisen päätöksen pohjalta päätimme luoda varoventtiilirekisterin, joka toteutettiin tehtaan omille sivuille intraan. Tämä toteutettiin yhdessä IT-päällikön kanssa.

2.1 Ennakkohuoltokäytäntöjen kehittäminen

Ennakkohuoltosuunnitelman tarkoituksen on saada jokainen venttiili säännöllisten tarkastusten ja huoltojen piiriin (Turvatekniikan keskus 2004, 9). Tämän työn tarkoituksena oli luoda suuntaviivoja ennakkohuoltosuunnitelmalle. Tavoitteena oli myös saada varoventtiilit kartoitettua. Näin voidaan varmistua, ettei yksikään varoventtiili olisi epäkuntoinen tai sopimaton kohteeseen. Kartoituksen alkuvaiheessa suurin osa venttiileistä oli ollut koskemattomana siitä asti, kun ne oli asennettu uutena paikalleen. Tämä voi viitata siihen, että osa varoventtiilit ovat olleet asennettuna putkistoihin pitkän ajanjakson ajan ilman, että niitä on säännöllisesti tarkastettu tai huollettu. Tämä tarkoitti sitä, että kenelläkään ei ollut ajankohtaista tietoa siitä, mikä venttiilien tilanne tutkimuskartoituksen alkuvaiheessa oli. Huolenaiheeksi minulla nousi ajatus siitä, olivatko varoventtiilit edes toimintakykyisiä enää.

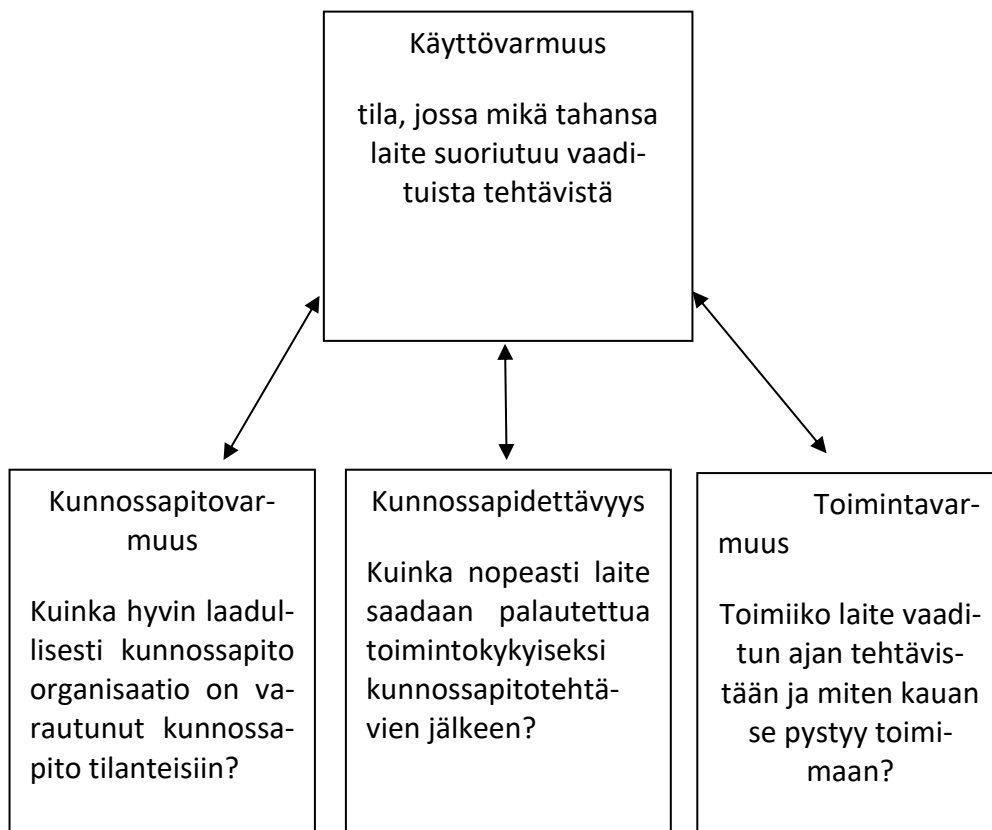
Prosessin kehittymisen seurauksena voivat venttiilit olla vääränlaisia tai niihin asetetut arvot voivat olla sopimattomia tämänhetkiseen prosessiin. Ennakkohuolto-käytäntöjen kehittämällä kaikista näistä ongelmista on tarkoitus päästä eroon. Tämä tuo jokaisen venttiin olemassaolon kunnossapidon tietoisuuteen ja seuranta on hyvin toteutettavissa järkevällä aikatauluttamisella. Aluksi tarkoituksena oli luoda uusia nimikkeitä varoventtiileille tehtaan toiminnanohjausjärjestelmään. Kyseisestä ideasta luovuttiin todettuamme yhdessä sen olevan tarpeetonta. Varoventtiilirekisteriin kirjataan aikavälin pituus tarkastuksille. Varoventtiilien huolto toteutettaisiin ulkopuolisella toimijalla, joka on valtuutettu painelaitteiden huoltaja. Varoventtiilien huolto on aina toteutettava valtuutetun ammattilaisen johdolla (Turvatekniikan keskus 2004, 9).

Suunnitelmaa varoventtiilien tarkasteluun laatiessa täytyy ottaa tarkasteluun kaikki ne venttiilit, jotka sijaitsevat kriittisissä kohteissa. Ovatko jotkut kohteet räjähdysvaarallisia vian ilmetessä ja miten tämänkaltaisessa tilanteessa toimitaan? Toimintavarmuuteen vaikuttavat Turvatekniikan keskuksen (2004, 9) mukaan mm. varoventtiilin tyyppi, painelaitteen sisältö sekä luonnollisesti toimintaympäristö. Kuinka monelle venttiilille tehtaalla on varaosat tiedossa? Varoventtiileitä on monia eri malleja ja tyyppisiä, joten kuinka monelle mallille on järkevää ottaa varaosa varastoon? Tästä tullaan siihen kysymykseen, että tulisi miettiä, pystytäänkö varoventtiileitä vaihtamaan niin, että venttiilit olisivat suurimmaksi osaksi ainakin yhdeltä valmistajalta. Jos ei ole, niin silloin selvitettävänä on, kuinka hyvin kaikkia venttiileitä on saatavilla paikallisilta firmoilta, jotka varoventtiileitä huoltavat. Tietysti voidaan kohteisiin vaihtaa erimerkinen venttiili, jos se vaan on sopiva ominaisuuksiltaan. Näin varastossa ei tarvitse pitää erimerkkisiä varoventtiileitä, vaan voidaan halutessa pitää vain yhtä tai muutamaa merkkiä. Venttiileille täytyy miettiä järkevä tarkastussuunnitelma, jolla pystytään ajan tasalla jatkuvasti venttiilien toimintavarmuudesta.

Laitteiden ennakkohuollossa voidaan myös huomioida yhteisen tietopohja- tai jaetun tiedon arvo. Siinä huomioon otetaan valmistajan tuotteesta antamat ja päivittämät tiedot, kuten laitteen tyyppi, rakenne ja tekniset tiedot, asiakkaan laitteen käyttöön ja sijoitteluun liittyvät tiedot sekä huoltotoimenpiteitä tarjoavan tahon kunnossapitoon liittyvät tiedot (Mahlamäki, Borgman, Rämänen ym. 2016, 4). Tarkasteltaessa sitä, että varoventtiilit hankittaisiin yhdeltä valmistajalta, lähestymistapa voisi johtaa useisiin hyötyihin. Ensinnäkin saman valmistajan valmistamia varoventtiilejä, voi olla helpompi hallita ja ylläpitää. Yhden valmistajan venttiilit voivat olla yhteensopivia keskenään ja jos tarvitaan korjauksia tai huoltotoimenpiteitä, ne voidaan vaihtaa nopeasti ja helposti. Luonnollisesti tämä voisi myös johtaa tehokkaampaan ja nopeampaan korjausaikaan, mikä vähentäisi seisokkiaikaa ja parantaisi kokonaistuottavuutta. Haittapuolena on toki se, että jos yksi valmistaja hallitsee markkinoita, hinnat voivat nousta kohtuuttomasti ja vaihtoehtojen määrä kapenee.

2.1.1 Käyttövarmuus

Ennakoivalla huollolla pyritään mielestäni lisäämään käyttö- ja toimintavarmuutta. Nykypäivänä kustannusten noustessa entistä korkeammalle on tärkeää kiinnittää huomiota laitteiden käyttövarmuuteen. Käyttövarmuus voidaan käsittää ennakoivana tai korjaavana (Biolini 1999, 8). Käyttövarmuudella saadaan kustannuksia alennettua merkittävästi. Birolin (1999) mukaan ehkäisevän kunnossapidon tarkoitus on ylläpitää tuote käytettävissä olevassa tilassa, jotta se voi täyttää sille asetetut vaatimukset. Birolini (1999, 8–9) huomauttaa, että tuotteen käyttövarmuudessa tulee huomioida teknisten ominaisuuksien ja inhimillisten tekijöiden, kuten ihmisen tekemät huoltotoimenpiteet, huolimattomuus tai virheet. Lisäksi myös optimaaliset olosuhteet, jossa laitteen toimintavarmuus on tehtaan standardeissa määritelty.

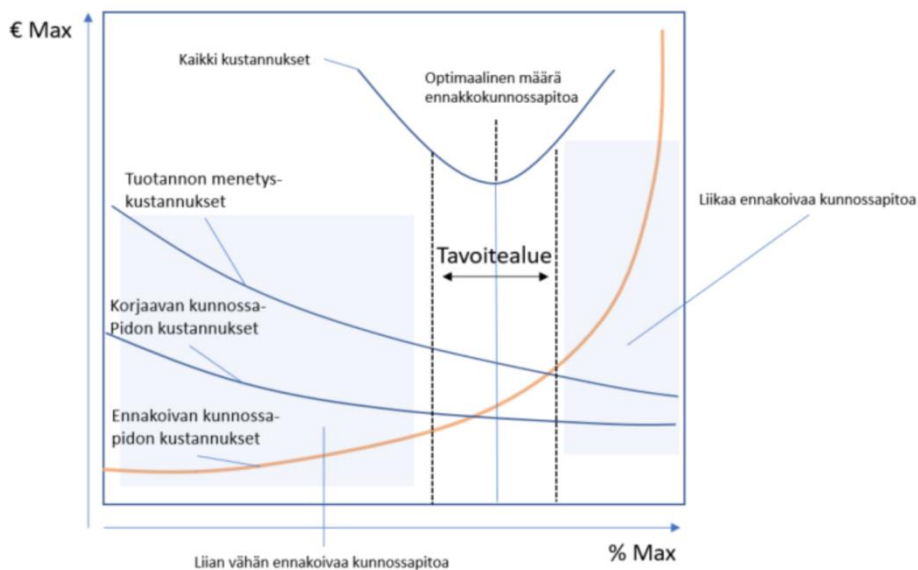


Kuvio 1. Käyttövarmuus (Mukailtu Franssila, Kunttu, Saarinen & Valkokari, 2012).

Ennakoiva kunnossapito tehdään säännöllisesti, ja huoltovälit tulee jaksottaa kustannustehokkaasti niin, että tuotteen käyttövarmuus säilyy (Holma 2017.) Käyttövarmuuden analysointi yhtenä tärkeimpänä tekijänä kunnossapidon kehittämisessä ja jokapäiväisessä tekemisessä. Analysoimalla tätä saadaan selville tekijöitä ja toimintoja kannattaisi kehittää. (Asp, Tuominen & Hyppönen).

Kuviossa on kerrottu eri osatekijöitä, jotka käyttövarmuuden tasoon vaikuttavat. Itse näen asian niin, että ennakoivalla huollolla pystytään minkä tahansa laitteen käyttövarmuutta lisäämään suurellakin osuudella. Ennakoivan huollon merkitys voidaan ajatella olevan käyttövarmuuden kannalta merkittävin tekijä. Näin ainakin itse ajattelen. Mitä enemmän käyttövarmuutta voidaan ennakoivalla huollolla lisätä, sitä vähemmän on tarve nojautua kuviossa esiintyviin muihin osallisiin, jotka ovat itsessään käyttövarmuuden tasoa laskevia tekijöitä, kun niitä joudutaan toteuttamaan.

Kunnossapidettävyyden suunnittelussa keskitytään Franssilan ym. (2012, 14) mukaan siihen, että häiriötilanteessa pyritään toimimaan ensisijaisesti turvallisesti. Samalla pyritään olemaan mahdollisimman tehokkaita, jotta järjestelmän katkos olisi mahdollisimman lyhyt (Franssila ym. 2012). Varoventtiileitä ajatellen on kuitenkin tärkeää pohtia, paljonko ennakoivaa huoltoa on taloudellisesta näkökulmasta järkevää toteuttaa sekä missä tilanteessa on järkevää tietysin väliajoin huoltaa varoventtiilejä tai vaihtaa ne uuteen.



Kuvio 2. Ennakoiva kunnossapito ja kustannukset (Spotilla 2023).

Yllä olevassa kuvassa havainnollistetaan millä aikavälillä on taloudellisesti järkevää toteuttaa ennakoivaa kunnossapitoa. Jättämällä tämän tekemättä, joudutaan väistämättä toteuttamaan myöhemmin jollakin aikavälillä korjaavaa kunnossapitoa ja maksamaan tästä enemmän. Grievesin (2011) mukaan ennakoivan kunnossapidon kustannukset ovat usein pienemmät, kuin hätätyönä tehdystä korjauksesta koituvat kustannukset.

Mahlangu ja Kruger (2015) ovat tutkineet kunnossapidon hallintajärjestelmän vaikutusta tuotannon tuotokseen ja kannattavuuteen. He esittävät riskiperustaista tarkastusjärjestelmää, johon kuuluu tiettyjen ennakoivien elementtien tarkastus, kuten pintaolosuhteiden mittaaminen ja laitteiden seinämien tarkastelu sekä korroosion vaikutuksien tarkastelu. Se on suunniteltu putkistojen ja putkijärjestelmien tarkastamista varten. He toteavat, että järjestelmissä oleville liitännäislaitteille ei toteuteta juuri lainkaan ennalta ehkäisevää kunnossapitoa, koska nämä laitteet vaativat jatkuvaa kunnossapitoa niiden elinkaaren pidentämiseksi.

2.1.2 Toimintavarmuus

Uskallan väittää varoventtiileiden olevan todella toimintavarmoja. Varoventtiilit ovat tärkeimpiä venttiilejä paineellisissa järjestelmissä, joilla tarkkaillaan painetta ja ohjataan mahdollisesti syntyvä ylipaine turvallisesti ulos ja turvalliseen paikkaan (Valves Only 2023). Jos järjestelmään pannaan esimerkiksi myrkyllisiä kaasuja, ne ohjataan turvallisesti ulos. Tämän perusteella voidaan olettaa venttiileillä olevan niin pitkät tarkastusvälit, että voidaan varmistua varaosien saatavuudesta ennakkoimalla tarkastus- ja huoltoajankohdat. Varoventtiilin toimintaperiaate on yksinkertaisesti niin varma, että sellaisia tilanteita, jossa varoventtiili ei toimisi, ei esiinny kovin usein. Venttiilit eivät tarvitse erillisiä virtalähteitä toimiakseen. Ainoastaan järjestelmän oma paine saa ne toimimaan oikein. Aina tietysti on mahdollista, että venttiiliin tulisi jonkinlainen toimintahäiriö tai tukkeuma, jolloin sen toiminta oikealla tavalla olisi uhattuna. Kuitenkin, kun tarkastellaan venttiilin toimintaa käytännön tilanteiden näkökulmasta, voidaan sanoa sen olevan niin epätodennäköistä, että sille on turha antaa liian suurta painoarvoa. Huomioon tässä suunnitelmassa täytyy kuitenkin ottaa se, mikä on riski sille, että venttiili hajoaa yhtäkkiä. Tällöin täytyisi olla saatavilla varaosa. Tässä tuleekin pohdittavaksi se, että mihin kaikkiin kohteisiin pidetään omassa varastossa venttiilit tai varaosat. Venttiili voidaan vaihtaa itse, mutta huollot ja toiminnan tarkastukset tulee suorittaa valtuutetun ammattilaisen johtamana.

2.1.3 Tarkastaminen ja ajoittaminen

Suunnitelmassa pitää pohtia sitä halutaanko venttiileille ajonaikainen tarkastus. Tämä on varmasti kustannuksellisesti kalliimpaa kuin perinteinen menetelmä, mutta toisaalta onko sittenkin kalliimpaa ajaa koko järjestelmä alas venttiilin tarkastamista varten. Pohtiessani ajonaikaisen tarkastamisen etuja ja haittoja mieleeni tulee ajatus siitä, mikä on tarve suorittaa tarkastus ajon aikana? Siinä riskit vuotoihin tai hajoamisiin ovat paljon suuremmat kuin normaalissa tapauksessa. Järkevämpää olisi ajoittaa tarkastukset vuosihuoltojen kanssa samalle aikavälille, jolloin linjat ovat muutenkin alhaalla. Varmasti kuitenkin tulee sellaisia tilanteita,

ettei pystytä tai ei kannata odottaa tämänkaltaisia ajokatkotilanteita. Esimerkkinä voidaan mainita paineilmasäiliön varoventtiili, jonka tarkastukseksi riittää toiminnan kokeilu muutaman kerran vuodessa (Turvatekniikan keskus 2004, 9)

Oletuksena kuitenkin voisi olla hyvä, että tarkastukset pyrittäisiin ajoittamaan sellaisille ajankohdille, jolloin linjat ovat alhaalla. Huomionarvoista on kuitenkin pohdittua kustannuksien näkökulmasta (Holma 2017, 16), onko järkevämpää suorittaa ajonaikainen tarkastus, kuin seisauttaa tuotantolinjoja varoventtiilin tarkastuksia varten. Tietysti asia riippuu siitä, onko tiedossa sellaisia vikoja, että venttiili pitäisi vaihtaa. Voidaan ajatella, että jos tarkastusajankohdat osuvat vuosihuollon aikaan, on selvää, että linjat ovat alhaalla eikä tarkastamisesta silloin aiheudu tuotantotappioita tai muita kontaminaatiomahdollisuuksia.

2.1.4 Varoventtiilirekisteri

Varoventtiilirekisterin (LIITE 3) luominen oli ajankohtainen asia. Varoventtiilirekisteriä aloin hahmottelemaan miettimällä käytännön kautta, mitä varoventtiilin toimintaan liittyviä asioita olisi hyvä tarkastuksen yhteydessä kirjata ylös. Käytin apunani tehtaalla jo olemassa olevaa säiliörekisteriä. Katsoin mitä kohtia siellä oli ja minkälainen se oli yksinkertaisuutta ja helppokäyttöisyyttä ajatellen. Mielestäni on tärkeintä, että rekisteri on mahdollisimman yksinkertainen, mutta tarpeeksi laaja. Tiedot pitää olla helposti kirjattavissa rekisteriin ja myös helposti luettavissa. Pidimme rekisterin luomisesta palaverin erikseen ja kun rekisteri oli saatu luotua, aloitin kirjaamaan osastokohtaisesti varoventtiileitä sinne. Jokainen venttiiliin lisättiin rekisteriin ja jokaiseen venttiiliin täytettiin kaikki ne kohdat, jotka tiedossa oli ja tämän jälkeen rekisteriä tullaan päivittämään tarkastuksien edetessä tai muiden muutoksien ilmetessä. Rekisteriä ylläpitää mekaanisen kunnossapidon työjohtajat. He pitävät rekisteriä silmällä ja huolehtivat sen ajantasaisuudesta. On ensisijaisen tärkeää, että jokainen venttiili on jatkossa tarkastuksen alaisuudessa ja kaikki tiedot merkitään rekisteriin.

3 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Tutkimus asettuu menetelmällisesti kvalitatiivisen eli laadullisen tutkimuksen kenttään, jossa lähestymistapana on kentällä tapahtuva tutkimuskartoitus. Laadullisen tutkimuksen päämääränä on tutkia todellisuutta ja hankkia uutta tietoa siitä. Tuomi ja Sarajärvi (2018) kuvaavat sitä tiedonlähtökohtana ja tieteellisenä perusnäkökymenä, jotka kuvaavat todellisuutta. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on tuottaa kuvailevaa ja ymmärtävää tutkimusta, mutta se ei pyri yleistettävyyteen. Tässä tutkimuksessa tarkoitus oli tuottaa nimenomaan tietyn tehtaan tarpeisiin varoventtiilirekisteri ja ennakkohuoltosuunnitelman suuntaviivat. Tutkimus toteutettiin käytännössä kenttäkartoituksena ja laadullisena kartoituksena. Aineiston keruussa on käytettävä soveltuvimpia menetelmiä suhteessa tilanteeseen ja edettävä ongelmanasettelun suunnassa (Kwang & Hang 2021, 6). Tässä tapauksessa oli välttämätöntä kiertää tehtaan tiloissa kaikki varoventtiilit. Tutkimus toteutettiin käytännössä kenttäkartoituksena ja laadullisena kartoituksena. Kaikilla laadullisilla tutkimuksilla on Eskolan ja Suorannan (2008) mukaan yhteisenä piirteenä se, että ne perustuvat tekstiaineistoon, joka on käsitteenä laaja. Tekstuaalinen aineisto sisältää niin perinteistä kirjoitettua tekstiä, kuvia, mutta voi olla myös videoitua ja äänitettyä aineistoa.

Kiersin kaikki tehtaan varoventtiilit läpi etsimällä niiden sijainnin PI-kaaviosta sekä vanhasta Excel-taulukosta, kuvaamalla ne ja kirjaamalla niistä tiedot ensin paperille. Toisessa vaiheessa, siirsin kaikki kartoituksen kautta keräämäni tiedot jokaisesta varoventtiilistä Jervois Finland -yrityksen sisäisessä intra järjestelmässä sijaitsevaan Excel-taulukkoon. Kuvaan tutkimuksen tulososiossa tutkimusprosessin etenemistä. Pidin päiväkirjaa varoventtiilisuunnitelmien kartoitusvaiheista sekä otin kuvia prosessi vaiheista. Päiväkirjamerkintöjen kautta kuvaan prosessin etenemistä, varoventtiilien kartoitusta ja ennakkohuoltokäytäntöjen kehittymistä. Tutkimustulokset kuvaan kolmen vaiheen kautta: ennakkohuoltokäytäntöjen palaverit, Excel-taulukkojen päivitys ja PI-kaavioiden päivitys. Kuvaan nämä vaiheet

ja prosessia selkeyttämään olen liittänyt kuvia. Tässä päiväkirjamuotoisessa tutkimuksessa kuvataan, miten käytännön toiminnan kautta ennakkohuoltokäytäntöjä kehitettiin. Pidin päiväkirjaa 9.1.-13.3.23 välisellä ajanjaksolla ja kirjasin ylös kartoituksen vaiheita aina käytyäni tehtaalla toteuttamassa tutkimuskartoitusta. Tutkimuksen tuloksena tuotin Jervois Finland -yritykselle päivitetyn Excel-taulukon (LIITE 2) heidän varoventtiileistään sekä ennakkohuoltosuunnitelman suuntaviivat.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (2012, 6) korostaa tutkimuksen eettisyyteen liittyviä tekijöitä, kuten huolellisuutta, tieteellisten kriteerien noudattamista omassa työssä, tarkan raportoinnin merkitystä ja muiden tutkijoiden tulosten kunnioittamista. Lisäksi tutkijan on tärkeää ymmärtää selkeästi tutkimuksen tavoitteet ja pyrkimykset (Tuomi & Sarajärvi 2018, 101). Tässä tutkimuksessa päämäärä oli alusta pitäen selkeä ja tutkimus toteutettiin järjestelmällisesti ja huolellisesti. Opinnäytetyössä tutkimuksen luotettavuutta käsitellessä tavallisesti viitataan validiteettiin, reliabiliteettiin ja vahvistuvuuteen. Validiteetti ja reliabiliteetti ovat peräisin kvantitatiivisesta tutkimuksesta, mutta niiden käyttöä on arvosteltu laadullisen tutkimuksen piireissä, koska ne vastaavat paremmin kvantitatiivisen tutkimuksen tarpeita (Tuomi & Sarajärvi 2018, 160). Vahvistuvuudella tarkoitetaan sitä, että tehdyt tulkinnat ovat verrattavissa muista tutkimuksista saatuihin ja samankaltaisiin ilmiötä tarkasteleviin tutkimuksiin (Eskola & Suoranta 1998, 216). Varoventtiilien ennakkohuoltosuunnittelusta ja kartoituksista löytyy tutkimuksia. Tässä tutkimuksessa on ollut tarpeen nojautua aiheesta aiemmin kirjoitettuihin julkaisuihin.

3.1 Varoventtiilien kartoitus

9.1.2023

Varoventtiilien kartoituksessa lähdin liikkeelle tutkimalla tehtaan tietokannasta löytyvää vanhaa Excel-taulukkoa. Taulukko on sekava, koska sinne on jäänyt niin paljon venttiileitä vanhan tehtaan ajalta. Excel-taulukkoon on merkitty mille linjalle jokainen venttiili kuuluu ja mihin PI-kaavioon jokainen venttiili on merkitty. Lähdin käymään varoventtiileitä läpi osastokohtaisesti ja linjoittain. Tulostin jokaiselta linjalta kaikki sille kuuluvat PI-kaaviot, joille oli merkattu varoventtiileitä. Tarkistan vielä muutkin kaaviot läpi varmistaakseni, ettei niille ole merkattu varoventtiileitä.

Kierrän myös kentällä läpi putkistot linja kohtaisesti varmistaakseni, ettei varoventtiileitä ole jäänyt kaavioiden tai taulukon ulkopuolelle. Kartoituksen tarkoituksena on selvittää kaikkien varojen olemassaolo, tiedot ja sijainti. Monen kymmenen vuoden aikana on varmasti kertynyt monia varoventtiileitä, eikä niitä välttämättä ole tarkastettu tai huollettu ollenkaan.

Kartoituksen jälkeen jokainen venttiili tullaan säännöllisesti käymään läpi ja kaikille tullaan tekemään tarvittavat huollot. Varmistutaan näin ollen niiden toimintavarmuudesta ja ajantasaisella seurannalla varmistetaan, ettei pääse tapahtumaan varoventtiileistä johtuvia häiriötilanteita. Tilanteet voidaan estää varoventtiilien tarkoituksenmukaisella toiminnalla, josta voidaan varmistua pitämällä niistä huolta. On tietysti siltikin mahdollista tapahtua jotain odottamatonta seurannasta riippumattomista syistä johtuvaa toimintakomplikaatioita, mutta ainakin riskit on minimoitu.

10.1.2023

Kävin kartoittamassa kemikaali osaston varoventtiileitä jälleen. Venttiileitä kartoitin 3 ja 6 linjalta. Haasteelliseksi osoittautui löytää varoventtiilit v-623 ja v-754. Toinen on saostuslinja 6:lla HOM8 läheisyydessä ja toinen saostuslinja 3:lla HOM9 läheisyydessä. Muut venttiilit linjoilta, jotka ovat merkitty kaikki piirustuksiin 300252–0 ja 300273–1 ovat löytyneet. Kartoitusta jatketaan huomenna 17.1 kun olen taas paikan päällä tehtaalla. Tarkoituksena saada tarvittavia tietoja lisää jo löytyneistä venttiileistä sekä uusien kartoitus.

18.1.2023

Aloitan kirjoittamalla ylös eilisiä huomioita kartoituksesta ja sen jälkeen lähdän kartoittamaan lisää venttiileitä.

Kartoittaessani venttiileitä 17.1 huomasin taas muutaman venttiilin, jotka ovat jääneet Umicoren prosessiin. Ennen kuin poistan venttiilit Excel-taulukosta, käyn vielä kerran tarkistamassa, että väitteeni pitää paikkansa, koska muuten venttiilit jäävät kartoituksen ulkopuolelle ja todennäköisesti unohtuisivat kokonaan. Uskon kuitenkin, että kyseiset venttiilit ovat Umicoren puolella, koska niihin liitettyistä PI-kaavioistakaan ei löytynyt venttiileitä enää ja kaavioita on päivitetty viime aikoina, joten uskallan sanoa, että venttiilit on poistettu kaavioistakin juuri tämän takia.

Lisäksi huomattavan monesta venttiilistä puuttuu tärkeitä tietoja, kuten avautuspaine, sarjanumero, merkki ja malli, koko sekä venttiilinumero. Toki venttiilinumerot löytyvät lähes kaikkien venttiileiden osalta kaavioista, mutta muutamasta ei sitäkään. Lisätään nekin jälkeinpäin, kun päivittelemme yhdessä työsuunnittelijan kanssa kaavioita.

18.1.2023

Löysin muutaman hukassa olleen venttiilin ja sain niistä melkein kaiken tiedon Excel-taulukkoa varten. Kemikaaliosastolla melkein kaikki varoventtiilit on kartoitettu. Päivittelen Excel-taulukon kemikaaliosaston osalta loppuun ja sitten siirryn kartoittamaan venttiileitä pulveri osastolta. Työ jatkuu huomenna 19.1.

Muutaman hankalan venttiilin löytämisessä helpotti paljon tehtaan omat aksonometriset kaaviot. Aksonometriset kaaviot ovat 3D-kaavioita putkistolinjoista. Ne mukailevat todellisia tuotantolinjoja, jonka takia aksonometrisien kaavioiden avulla on helppoa havainnollistaa miten tuotantolinjat kulkevat oikeasti, sekä ymmärtää mitä kaikkea tuotantolinjoissa on. Sieltä näki kokonaan kyseisen linjan ja sillä sijaitsevat laitteet ja venttiilit. Pystyin tämän avulla paikantamaan kaksi varoventtiiliä.

19.1.2023

Venttiilien kartoitus jatkuu. Tarkoituksena on saada kartoitettua kaikki kemikaali osaston venttiilit. Tämän jälkeen tarkoituksena on selvittää mistä ja miten venttiileille saadaan tehtyä metalliset informaatiolaput, joihin stanssataan v-numero ja jokainen lappu kiinnitetään varoventtiilin viereen näkyvälle ja pysyvälle paikalle. Informaatio lapussa olevalla v-numerolla saadaan selville varoventtiilin tiedot Excel-taulukosta. Kartoitusta jatketaan niin kauan, kunnes varmistutaan kaikkien venttiilien löytymisestä. Keskustelin aikaisemmin tänään varoventtiileistä yhdessä Jervois Finland -yrityksen mekaanisen kunnossapidon työnjohtajan kanssa. Keskustelussa kävi ilmi, että jokaisen laitteen manuaaleissa pitäisi olla kerrottuna tarkasti kuinka suuri on sallittu käyttöpaine ja tähän paineeseen myös pitää varoventtiili olla asetettu. Asia on kerrottu hyvin selkeästi manuaaleissa.

23.1.2023

Melkein kaikki venttiilit ovat kemikaaliosastolla kartoitettu. Venttiilien tiedotkin on aika hyvin kirjattu ylös. Tarkoituksena kartoittaa kaikki loput venttiilit ja tämän

jälkeen käymme tämänhetkisen opinnäytetyön tilanteen läpi palaverissa, jossa olisi hyvä sopia tarkempi käytäntö, kuinka merkitsemme venttiilit kentällä. Yhdelle venttiilille täytyy lisäksi rakennuttaa telineet, koska venttiili sijaitsee niin korkealla, ettei sinne muuten ylety, eikä tikkailta ole turvallista työskennellä niin korkealta.

27.1.2023

Alan kartoittamaan pulveriosaston venttiileitä käymällä ensiksi venttiileiden sijain-
teja PI-kaavioiden avulla läpi. Kemikaalilla on yhdessä hallissa nyt telineet val-
miina, joten pääsen tarkistamaan kyseisen varoventtiilin tänään.

21.2.2023

Tänään kirjattu paljon venttiileitä Excel-taulukkoon. Venttiileitä olen käynyt aikai-
sempien viikkojen aikana paljon läpi, joten nyt on hyvä aika kirjata ne ylös. Kierrel-
lessä venttiileitä huomasin useamman venttiilin olevan jo aika iäkäs. Venttiileistä
on hankala saada tietoja kirjattua, koska venttiileihin on pinttynyt niin paljon pölyä
ja likaa. Aikani venttiileitä putsattuani sain kuitenkin tarvittavia tietoja niistä sel-
ville. Suurin osa kompurahuoneessa olevista venttiileistä ei ole merkattuna ollen-
kaan Excel-taulukkoon, eikä muutamia löydy ollenkaan PI- kaavioista. Pyrin kirjaa-
maan ne mahdollisimman tarkasti ylös, jotta minun on jatkossa helppoa saada
niistä kaikki tarvittava informaatio PI- kaavioihin lisäämistä varten. Näille venttii-
leille täytyy myös lisätä venttiilinumeroita, jolloin ne jatkossa löytää helposti kysei-
sen numeron avulla kaavoista sekä Excelistä. Muutama venttiili on todella korke-
alla jälleen ja tätä varten täytyy sopia työnjohtajan kanssa mahdollisesti rakennet-
tavista telineistä. Venttiilit, jotka sijaitsevat kompressori huoneessa ja U11/12-
propaniilinjoissa ovat mielestäni kriittisiä venttiileitä ja ainakin näille täytyy jat-
kossa miettiä hyvät huolto suunnitelmat.

13.3.2023

Varoventtiilejä kartoitettu todella hyvin ja kartoituksessa lähestytään loppua. Seuraavaksi täytyy listata ja tarkistaa kaikki kartoitetut venttiilit ja käydä niiden puutteet läpi, jolloin varmistutaan tietojen tarkkuudesta ja pitävyydestä. Puutteita tiedoista löytyy. Tietoja pystyn hakemaan vielä dokumenteista, joista löytyy todennäköisesti tietoa esimerkiksi paineistettujen järjestelmien suurimmasta sallitusta paineesta eli paineluokasta, jonka perusteella voidaan kirjata paineluokka tieto varoventtiilille. Dokumenttien perusteella löytyvä valmistajan kertoma suurin sallittu paine on tarpeeksi tarkka ja varma tieto, johon voimme luottaa. Tietysti myös varoventtiilien valmistajien sivuilta löytyy tieto suurimmasta sallitusta paineesta, johon voimme myös luottaa. Kartoitin venttiileitä pulveriosastolta tänään hiilidioksidilinjoista, typpi linjoista, paineilma linjoista ja järjestelmistä sekä propaani/nestekaasu linjoista. Linjoissa on paljon venttiileitä, mutta se on tärkeää, koska paineet ovat suuria ja paineistettuja järjestelmiä on useita.

3.2 Palaverit ja suunnitelmat

24.1.2023

Pidimme toisen opinnäytetyö palaverin Hietalan ja Taivassalon kanssa. Palaverissa kävimme läpi työn edistymistä ja esiin nousseita kysymyksiä. Ennakkohuoltokäytäntöjen osalta esiin nousi uusi idea. Ideana olisi luoda tehtaan omaan intraan Sharepoint:iin varoventtiilirekisteri, johon kirjattaisiin samat tiedot kuin mitä Excelissä on. Varoventtiilirekisteriä päivitetäisiin sitä mukaan, kun varoventtiileitä jatkossa tarkistettaisiin säännöllisesti. Jokaisen tarkastuksen yhteydessä voitaisiin rekisteriin lisätä liitteeksi tarkastuspöytäkirja, jos näin nähdään tarpeelliseksi. Näin voitaisiin toimia, jos tarkastuksen yhteydessä huomataan jotain poikkeavaa tai tehdään jotain toimenpiteitä, jotka poikkeavat normaalista toiminnasta. Esimerkiksi huomataan venttiilin olevan viallinen, jolloin se vaatii huoltotoimenpiteitä. Näin pysyttäisiin ajan tasalla jatkuvasti venttiilien tilanteesta ja tarkastuspäivämääristä. Rekisterin ylläpito ja vastuu olisi mekaanisen kunnossapidon työnjohtajilla.

Kävimme palaverissa taulukkoa läpi ja totesimme, että taulukkoon lisätään jokaisen varoventtiilin kohdalle virtaava aine tieto sekä varaosa luettelo. Varaosaluettelo kertoo, onko tehtaan omassa varastossa varaosia olemassa. Lisäksi otamme raportissa kantaa Legatest-tarkastus käytäntöön. Legatest on L-Plan yrityksen tarkastus menetelmä, jossa varoventtiilit testataan järjestelmän ollessa päällä. Menetelmän takia ei tarvitse erikseen toteuttaa ajokatkoa tuotannossa, koska testaus toteutetaan ajon aikana.

21.2.2023

Huomenna on toinen palaveri. Palaverissa katsotaan työn edistymistä ja keskustellaan esiin nousseista kysymyksistä. Itse haluan kysyä seuraavia kysymyksiä.

- Onko kaikkien kompressorien venttiilit olleet huollon piirissä?
- Monet venttiilit kompressoreissa eivät ole PI-kaavioihin merkattuna. Miksi ei?
- Kompuroiden venttiileistä en löytänyt paineluokitus tietoa PN?
- Onko muutamille PTS-säiliöille mahdollista saada telineet, jotta pääsen tarkistamaan varoventtiilit?

22.2.2023

Palaverissa otin puheeksi ennakkohuoltokäytäntöjä miettiessäni esiin nousseita kysymyksiä. Puhuttuamme tulimme siihen lopputulokseen, ettei minun tarvitse ottaa työssäni kantaa mille venttiileille tarvitsee olla varaosia tehtaan omassa varastossa. Näimme riittäväksi selvitykseksi tarkastaa kaikki olemassa olevat varaosat ja katsoa mille laitteelle kukin varoventtiili on kiinnitetty. Näin voidaan suunnitelman käyttöönoton jälkeen pohtia, tuleeko lisävaraosille tarvetta tai voidaanko olemassa olevia varaosia käyttää myös muissa kohteissa, joihin niitä ei ole alustavasti kiinnitetty. Palaverissa otin esille venttiilien tarkastukseen liittyviä kysymyksiä ja esiin nousi kysymys venttiilien oikeaoppisista tarkastusväleistä. Tarkoituksenani onkin nyt selvittää, onko mitään lakipohjaista tekstiä olemassa, jossa

määriteltäisiin varoventtiileihin liittyviä tarkastuksia. Tietoa aion myös etsiä laitteiden manuaaleista tehtaalta. Lisäksi tutkin turvallisuus- ja kemikaaliviraston sivuja, jos siellä olisi jotain määräyksiä. Mahdollisesti aion olla myös yhteydessä eri valmistajiin tai muihin mahdollisiin yrityksiin tai virastoihin, jotka asiaan voisivat antaa todenperäistä tietoa. Aiomme kartoituksen jälkeen edetä suunnitelman mukaan, joka on käyty jo edellisessä palaverissa läpi. Tarkoituksena on siis luoda täysin valmis ja toimiva pohja varoventtiilien selkeälle seurannalle. Antaa valmis pohja, jonka perusteella huolto on mahdollista käynnistää helposti, eikä epäselvyyksiä venttiilien osalta esiintyisi.

22.2.2023

Pidimme palaverin ja siinä kävimme läpi opinnäytetyön edistymistä ja kartoitimme tehtyä työtä ja seuraavia vaiheita. Työ on edistynyt hyvin, mutta nyt työtä täytyy alkaa viemään eteenpäin hieman reippaammin.

3.3 Excel-taulukon päivitys

Taulukon päivityksen aloitin luomalla vanhan Excel-taulukon perusteella uuden. Päivityksen aikana poistan listalta kaikki käytöstä pois jääneet venttiilit. Lisäksi jokaiselle venttiilille täytyy saada tarvittavat tiedot täytettyä. Tiedot on kirjattu ylös kartoituksessa kentältä. Päivityksen seurauksena venttiilien seuranta helpottuu todella paljon ja listan päivittäminen lisää tietoisuutta venttiilien toimintavarmuudesta. Microsoft Excel -taulukkoa (Kuva 1) on päivitetty säännöllisesti aina jokaisen kartoituskierron jälkeen.

1398	300155-1	10	Uuniliinja U5	U5 typpiiliinjen varo	Niezgodka	SS	1.1 C, DN25/26	4917	
1431	300271-1	2	Uuniliinja U10	Typpiilinja 311U10 kiertoon	Goetze	1.4408	4189, DN25		117480810
1439	300271-1	0.25	Uuniliinja U10	H0M15 varo	Goetze	1.4408	4189, DN25		117470810
1477	300272-1	5	Uuniliinja U10	PT514 varo	AZ		TUV-SV-10.882.8.D/G.0.65 0036	R1706	
1614	300296-1	13	Uuniliinja U11	KOM15 varo	IMI Bailey	SS	5245B-1142B DN25		506956
1615	300296-1	10	Uuniliinja U11	31PTS21 pääliä	Bailey	SS	716, DN32/50		306316
1635	300296-1	0.3	Uuniliinja U11	31PTS22 pääliä	SPIRAX/SARCO		SV607, DN80/135		SV312194
1668	300292-1	0.13	Uuniliinja U11	Propaniiliinjan varo ennen 31U11 syöttöpään liekkiä / apupoltin	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36762	
1669	300292-1	0.13	Uuniliinja U11	Propaniiliinjan varo ennen 31U11 poistopään liekkiä / apupoltin	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36765	
1670	300292-1	0.13	Uuniliinja U11	Propaniiliinjan varo ennen 31U11 liekkiä / apupoltinta	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36766	
1682	300292-1	7	Uuniliinja U11	Typpiilinan varo	Niezgodka	SS	10.1, DN25/16		Z19911
1689	300295-1	0.13	Uuniliinja U12	Propaniiliinjan varo ennen 31U12 poistopään liekkiä / apupoltin	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36764	
1690	300295-1	0.13	Uuniliinja U12	Propaniiliinjan varo ennen 31U12 liekkiä / apupoltinta	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36763	
1706	300295-1	0.13	Uuniliinja U12	Propaniiliinjan varo ennen 31U12 syöttöpään liekkiä / apupoltin	Krom schroder	SS	V5BV 25R40-42 DN25, Painealuokka 4bar	84583011A-1211-36767	
1718	300295-1	7	Uuniliinja U12	Typpiilinan varo	Niezgodka	SS	10.1, DN25/16		Z19912
1738	300293-1	2	Uuniliinja U11	Typpiilinja 31U11 kiertoon	Niezgodka	SS	30.1, TUV-SV-11-733, DN25		30011

Kuva 1. Excel-taulukko listatuista varoventtiileistä.

Tarkastuksen aikana huomasin, että moni venttiili on kentällä ilman mitään merkintöjä, joten näistä on hankala saada tarvittavat tiedot ylös. Lisäksi moni venttiili puuttui vanhasta Excelistä. PI-kaavioon varoventtiilit oli merkattu, mutta sielläkään ei ollut venttiileille numeroa, joten ne pitää päivittää kaavioihin, kun sen aika tulee. Syyt puutteille johtuvat yksinkertaisesti siitä, ettei tietoja ole säännöllisesti päivitetty esim. listaamalla samaan paikkaan. Vuosien saatossa on tuotantolinjat muuttuneet ja lisääntyneet paljon ja jokaisen muutoksen yhteydessä on muutettu tai lisätty linjoja, jolloin tarvittaessa myös varoventtiileitä. Kuitenkaan kirjaamalla niitä selkeästi ylös ajatellen suunnitelmallisesti ja pitkäkestoisesti sen olevan tärkeää. Asiaa tarkemmin ajatellen ei tähän koskaan tarkasti ole annettu tarkempia linjauksia. Valmistajat eivät asiaan ota kantaa, muuten kuin todetakseen, että varoventtiilit on tarkastettava sopivin väliajoin niiden toimintakunnon ylläpitämiseksi.

18.1.2023

Tarkoituksena on saada Excel-taulukkoa päivitettyä. Moni venttiili on vailla tietoja vielä. Tarkoituksena selvittää kyseiset tiedot ja keskustella muutamien vanhempien venttiileiden osalta olisiko syytä vaihtaa näitä uusiin. Tiedon päivittämisenkin kannalta olisi paljon helpompaa saada tiedot ajankohtaisiksi, jos toimittaisiin näin, koska monesta venttiilistä ei saa senkään vertaa tietoa, että voisi selvittää loput esimerkiksi valmistajan sivuilta. Suurimmasta osasta löysin malli merkinnän ja sen perusteella löysin valmistajan tai jälleenmyyjän sivuilta tarpeeksi tietoja Excel-taulukkoa varten. Selvityksen alla on, saanko kaikista venttiileistä tiedot vai onko tarpeen miettiä muita toimenpiteitä.

18.1.2023

Excel-taulukkoa päivitetty kartoitettujen venttiilien osalta ja tietoja alkaa olemaan aika hyvin kaikkien käytössä olevien venttiilien osalta. Olen merkinnyt jokaisen rivin tietyllä värillä, jotta pysyn tilanteen tasalla hyvin. Vihreällä värillä merkkaan venttiilit, joissa on kaikki tiedot. Keltaisella, jos tietoja puuttuu vielä. Sinisellä, jos venttiili on jäänyt Umicoren prosessiin ja se on poistettava taulukosta. Näin päästään epäselvyyksistä eroon. Harmaalla värillä merkkaan kaikki venttiilit, jotka eivät ole enää käytössä tai jos koko linjasto on poistettu käytöstä. Taulukko näyttää jo nyt paljon selkeämmältä, mutta vielä poistettuani kaikki ylimääräiset tiedot, taulukkoa on helppo lukea sekä käyttää jatkossa tarkistusten yhteydessä ja päivittämisessä.

19.1.2023

Päivitin taulukkoa lisää, kun olen käynyt kartoittamassa venttiileitä. Tarkoituksena saada lisää tietoja venttiileistä ja varmistua jokaisen tiedon oikeudellisuudesta. Listalle kertyvien venttiilien määrä on ollut kasvussa, mutta sitä osasinkin odottaa. Huomasin etsiessäni tietoja varoventtiileistä, että monen valmistajan sivuilta löytyy paljon hyödyllistä informaatiota ja pystyn täydentämään omaa Excel-taulukkoa valmistajien sivuilta löytyvien tietojen perusteella. Lisäksi koko ajan tietämykseni venttiileistä ja niiden rakenteellisista ratkaisuista kasvaa ja se auttaa

saamaan käsityksen kuinka monipuolisia ja moniulotteisia laitteita tutkin. Prosesseissa voi olla niin paljon erilaisia lämpötiloja ja monia eri kemikaaliyhdisteitä käytössä, että on todella tarkkaan määritelty, minkälaisia paineita voidaan käyttää. Lisäksi tärkeää on tiedostaa, minkälaisia venttiileitä voidaan missäkin prosessin vaiheessa käyttää.

23.1.2023

Sain selvitettyä homogenisaattori 8 ja 9:llä olevien varoventtiilit. Lopputuloksena totesimme, että PI-kaaviossa on merkattuna yksi varoventtiili liikaa lämmityskierrossa. Varoventtiilit on todennäköisesti poistettu linjoista jossain vaiheessa. Kierroissa on silti varoventtiilit tällä hetkellä, aikaisemmin siellä on ollut vain kaksi. Tarkoituksena selvittää onko riittävä, että kummassakin kierrossa on yksi venttiili. Lisäksi löysin molempien homogenisaattorien luota yhden varoventtiilin, joita ei ollut merkattu PI-kaavioihin. Venttiilit olivat molemmat samassa kohtaa kummallakin laitteella, eli sekoittajan vaihteen boksivesi kierrossa. Boksivesi ajetaan paineistettuna, joten varoventtiilit ovat paineilma linjassa, joka tulee boksivesisäiliöön.

27.1.2023

Käytyämme palaverin 24.1 sovimme, että jätän taulukkoon ne Umicoren prosessiin jääneet venttiilit, jotka ovat Jervois Finland -yrityksen tuotantotiloissa. Näin on useamman varoventtiilin kohdalla, koska tehtaiden linjat saattavat kiertää toisen hallin läpi ja jotkut laitteet sijaitsevat toisen tehtaan tiloissa.

21.2.2023

Excel-taulukkoa päivitetty hyvin. Monen venttiilin osalta ei löytynyt PN-luokitus tietoa. Osa venttiileistä täytyy käydä vielä tarkastamassa, koska venttiileitä ei ollut merkattu PI-kaavioihin. Kaikista venttiileistä saatava avauspaine tieto ylös. Lisäksi flokkusäiliön ja sorbitolilinjoissa sijaitsevien varojen tiedot hankala selvittää koska tietoa löytyi varoista niin vähän. Täytyy nämäkin käydä vielä tarkistamassa olisiko

utta tietoa löydettävissä, myös netistä pitää yrittää kyseiset varot löytää jotenkin, jolloin voisin saada sieltä infoa tarpeeksi.

3.4 PI-kaavioiden päivitys

Tässä luvussa käyn läpi PI-kaavioiden päivitykseen liittyviä ongelmia ja ratkaisuja. Kartoittaessani venttiileitä löysin monia puutteita PI-kaavioista. Moni venttiili oli merkattu oikeaan kohtaan kaaviossa, mutta venttiilille ei ollut merkattu mitään tietoja. Tarkoituksena onkin päivityksessä merkata venttiilille tarvittavat tiedot, joita tässä tapauksessa ovat v-numero ja DN-koko. Esimerkiksi V623-15. Merkinässä v tarkoittaa venttiiliä, ensimmäiset numerot ovat juoksevasti kulkeva positionumero ja viimeiset kaksi kertovat venttiilin koon. DN mitat eli nimellismitta järjestelmä on luotu amerikkalaisen tuumajärjestelmän rinnalle. Nimellismitta järjestelmä ilmoittaa putken ulkohalkaisijan- tai liitäntäosien ulkohalkaisijan koon. (Muuntotaulukkoa DN- ja NPS-mitoille). Kaaviot ovat hyvin selkeitä ja niistä on helppo katsoa mitä kaikkea sijaitsee linjastossa ja missä kohden. Kaavioita käytetään paljon, kun tutkitaan prosesseja ja kohdistetaan laitteita ongelmatilanteiden esiintyessä. Tämän takia onkin erityisen tärkeää, että kaavioista on saatavilla kaikki se tieto mitä siellä halutaan olevan. Niihin kirjataan yhteisesti sovittuja vaatimuksia tai suosituksia, joiden perusteella toimitaan oikeaoppisesti.

Kartoittamisen jälkeen tarkoitukseni on käydä jokainen kaavio ja varoventtiili läpi ja katsoa löytyykö varoventtiiliä kaaviosta ja onko se oikeassa kohdassa. Tietojen uupuessa täydennetään tarvittavat tiedot kaavioihin, jolloin jatkossa varoventtiilit on helppo huomata ja paikantaa järjestelmissä. Usean varoventtiilin kohdalla tiedot ovat kaavioissa oikein, mutta puutteita on löytynyt. On tärkeää kirjata tiedot oikein kaavioihin, jotta jatkossa kaavioita tarkastellessa huomataan varoventtiilien sijainti ja olemassaolo. Näin ei epähuomiossakaan unohdu varoventtiilien olemassaolo.

4 VAROVENTTIILIEN KÄYTTÖKOHTEET JA SOVELLETTAVUUS

Varoventtiileitä käytetään erilaisissa paineellisissa järjestelmissä, missä se on tai nähdään tarpeelliseksi. Paineen synnyttää neste tai kaasu. Varoventtiilin toimii yli-painesuojana järjestelmässä eli sen tarkoituksena on purkaa mahdollisesti syntyvä ylipaine. Paineellisten järjestelmien turvalaitteena täytyy sen olla turvallinen ja tämä tarkoittaa, että venttiilien valmistuksessa, mitoituksessa ja valinnassa täytyy olla todella huolellinen ja tarkkaavainen. Varoventtiilien oikeaoppisella käytöllä vältetään jopa hengenvaarallisilta vaaratilanteilta. Varsinkin teollisuudessa käytetään paljon erilaisia paineen alaisia järjestelmiä, joten on todella tärkeää varmistua niiden turvallisesta toimintatavasta ja tähän erinomainen ratkaisu ovat varoventtiilit. Varoventtiileistä on olemassa monta erilaista mallia. Kuitenkin käytännössä varoventtiilit perustuvat toiminnaltaan lähestulkoon samaan periaatteen. Jousipuristeiseen käytäntöön, jossa varoventtiilin avautuminen on täysin riippuvainen siihen kohdistuvan paineen suuruudesta. Varoventtiilin avautuessa ylipaineen seurauksena varoventtiili vapauttaa painetta, kunnes paine laskee tarpeeksi alas, jolloin se sulkeutuu (Spirax Sarco 2023).

Tässä työssä käsitellään varoventtiilejä, jotka ovat painelaitteita. Laissa painelaitemääritellään seuraavasti: "painelaitteella tarkoitetaan säiliötä, putkistoa ja muuta teknistä kokonaisuutta, jossa on tai johon voi kehittyä ylipainetta, sekä painelaitteen suojaamiseksi tarkoitettuja teknisiä kokonaisuuksia" (Painelaitelaki 1144/2016.).

Suomessa painelaitteiden valvontaviranomainen on Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). "Turvallisuus- ja kemikaalivirasto valvoo painelaiteturvallisuutta käyttövalvonnan, markkinavalvonnan ja painelaiterekisterin avulla." Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes), joka on painelaitesäädösten valvontaviranomainen, valvoo painelaiteturvallisuutta käyttövalvonnan, markkinavalvonnan ja painelaiterekisterin avulla.

4.1 Varoventtiilit

Varoventtiileitä on olemassa monenlaista mallia. Kuitenkin toiminnaltaan varoventtiilit voidaan jakaa jousikuormitteisiin, painokuormitteisiin, apuohjattuihin ja pikasulkuventtiileihin.

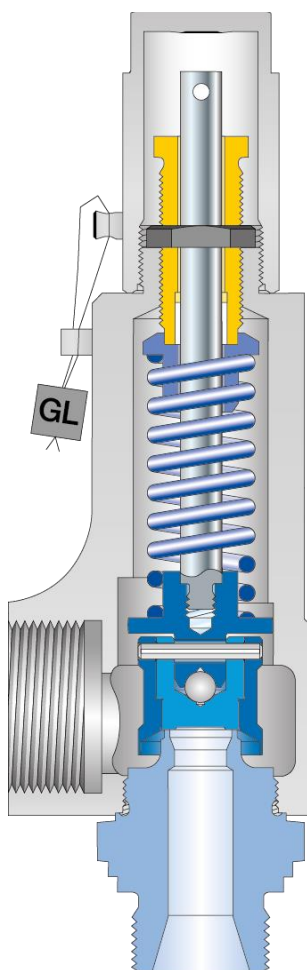
- Jousitoiminen varoventtiili toimii jännitetyn jousen avulla. Jousitoiminen varoventtiilin avautuminen on siis täysin riippuvainen siihen kohdistuvan paineen suuruudesta. Poikkeuksena on varoventtiilit, joissa on kevennysvipu. Kevennysvivulla voidaan varoventtiiliä aukaista jonkin verran. Näin voidaan myös varmistaa, ettei venttiili ole tukkeutunut (Econosto Oy 2016).
- Painokuormitteinen varoventtiili sisältää myös jousen, mutta venttiiliin on lisätty metallinen palje. Tällä saadaan minimoitua vastapaineen vaikutukset varoventtiilin toimintaan (API Standard 520 2014, 2).
- Apuohjatut varoventtiilin etuna on sen toiminta lähellä järjestelmän käyttöpainetta. Apuohjattu varoventtiili purkauskapasiteettikin on suurempi kuin samoin mitoitettun jousitoimisen varoventtiilin. Varoventtiili, jossa pääventtiili on yhdistetty paineenalennuslaitteeseen. Varoventtiili toimii itseohjautuvasti (API Standard 520 2014, 6).
- Pikasulkuventtiili kuuluu myös varoventtiileihin, vaikka onkin käytännössä päinvastoin toimiva. Pikasulkuventtiili suojaa myös ympäristöä ja ennen kaikkea ihmisiä paineelta, mutta toisin kuin varoventtiili. Pikasulkuventtiili estää prosessivirtauksia (Säättö 2023.)

Jervois Finland -yrityksellä käytössä on vain jousikuormitteisia varoventtiileitä. Jousikuormitteisissa varoventtiileissä on eroja keskenäänkin, mutta toiminnaltaan kaikki ovat samanlaisia. Yleisimmät varoventtiilit, joita Jervois Finland -yrityksessä on käytössä, on kuvattu alla.



Kuva 2. Varoventtiili Goetze 418T (Oilybits[®]Ltd 2020).

Kuvassa (Kuva 2) oleva venttiilityyppi on erittäin yleinen Jervois Finland -yrityksessä. Varoventtiili näyttää ulkoisesti samalta kuin miten se on kuvassa esitetty.



Kuva 3. Varoventtiili Leser tyyppi 437. (LESER GmbH & Co. KG 2023).

Havainnollistava kuva, miltä jousitoimisen varoventtiilin rakenne (Kuva 3) näyttää. Rakenteesta huomataan, kuinka jousi painaa lautasta vasten tuloputkea estääkseen paineen pääsyn. Yllä olevassa kuvassa (Kuva 3) on yksi yleisimmistä varoventtiilimalleista. Leser tyyppi 437 (LESER GmbH & Co. KG 2023) on erityisen kestävä venttiili ominaisuuksiltaan. Muutamia ominaisuuksia mainitakseni, venttiilin lämmönkestävyys on erittäin laaja, -270 asteesta aina 280 °C asti. Samoin käyttöpaine voidaan määrittää 0.1–365 bar. (LESER GmbH & Co. KG 2023.). Kyseinen venttiili on rakenteeltaan tyypillinen varoventtiili. Työni kautta opin erittäin tarkasti ymmärtämään varoventtiilin toimintaa. Jousikaraan on määritetty tietty jännitys, kun paine nousee tätä suuremmaksi jousi alkaa painua kasaan, jolloin karan päässä

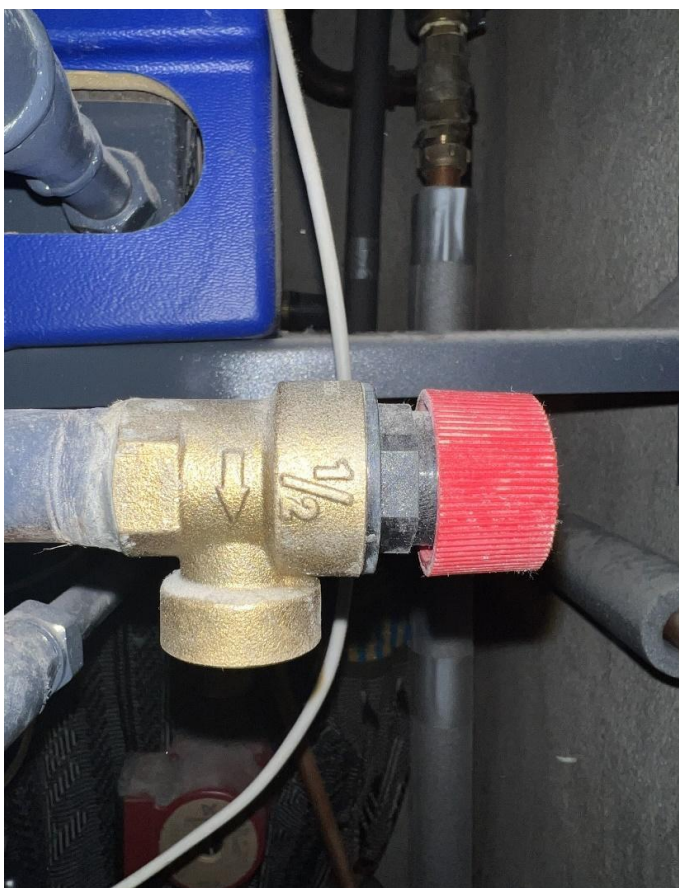
oleva lautanen nousee ja ulospuhallus reitti aukeaa Tämä johtaa siihen, että ylipaine pääsee purkautumaan. Paineen alentuessa tarpeeksi lautanen painaa jousta syntyvän voiman avulla ulospuhallusreitintä kiinni ja näin paine pysyy järjestelmässä sisällä (API Standard 520 2014, 8).



Kuva 4. Varoventtiili Stübbe askorbiinihappolinjassa Jervois Finland -yrityksessä

Yllä olevassa kuvassa (Kuva 4) on Stubbe-merkin varoventtiili. Varoventtiiliä käytetään Jervois Finland -yrityksessä ylivirtausventtiilinä. Varoventtiili aukeaa, jos linjan paine nousee sallittua suuremmaksi, mutta auettuaan aine kiertää takaisin säiliöön.

Myös kotitalouksissa käytetään varoventtiileitä. Esimerkiksi patterikierron paineen suojaamista valvoo varoventtiili.



Kuva 5. Omakotitalon kaukolämpökierron varoventtiili.

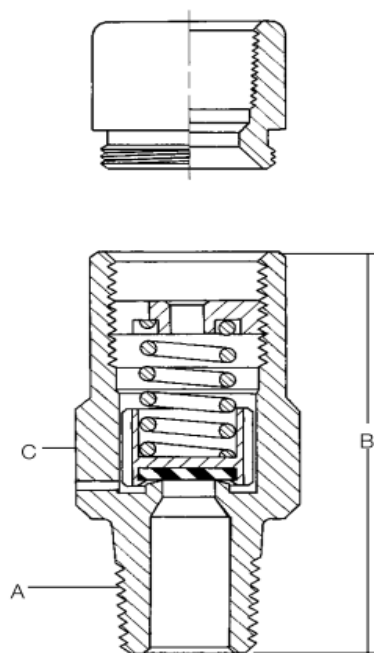
Yllä olevassa kuvassa (Kuva 5) esiintyy omakotitalon kaukolämpöjärjestelmän vesikierrossa oleva varoventtiili. Varoventtiili on erittäin tärkeä laitejärjestelmässä. Varoventtiilin takia paineistettuun järjestelmään ei pääse syntymään liian suurta

painetta, joka voisi vaurioittaa järjestelmää. Laitteiden toimintavarmuuden ja luotettavuuden kannalta on erittäin tärkeää, että ne suojaavat ihmisiä vahingoilta (Biorolini 1999, 9). Kotitalouksissa tämän kaltainen varoventtiili on todella yleinen ja se esiintyy kaikissa samankaltaisissa kohteissa.



Kuva 6. Varoventtiili Rego propaanilinjassa Jervois Finland -yrityksessä.

Varoventtiileitä on monenlaista. Rego 3127 -merkkinen (Kuva 6) varoventtiili on suunniteltu pienille säiliöille käytettäväksi ylimääräiseksi varoventtiiliksi. Venttiilin aukeamistyyllillä ”pop up” pyritään pitämään tuotehävikki mahdollisimman pieninä (Rego 2022). Kuvassa (Kuva 5) huomataan, miten varoventtiili on rakennettu.



Kuva 7. Rego 3127 -venttiilin piirustus (Rego 2022).

Tämäkin venttiili (Kuva 7) toimii jousitoimisesti, vaikka onkin kooltaan todella pieni. Kyseinen venttiili on nimenomaan suunniteltu suojaamaan putkistoja ja sulkuventtiilejä, joissa käytetään nesteytettyä maakaasua, raakaöljyä tai vedetöntä ammoniakkia (Rego 2022).



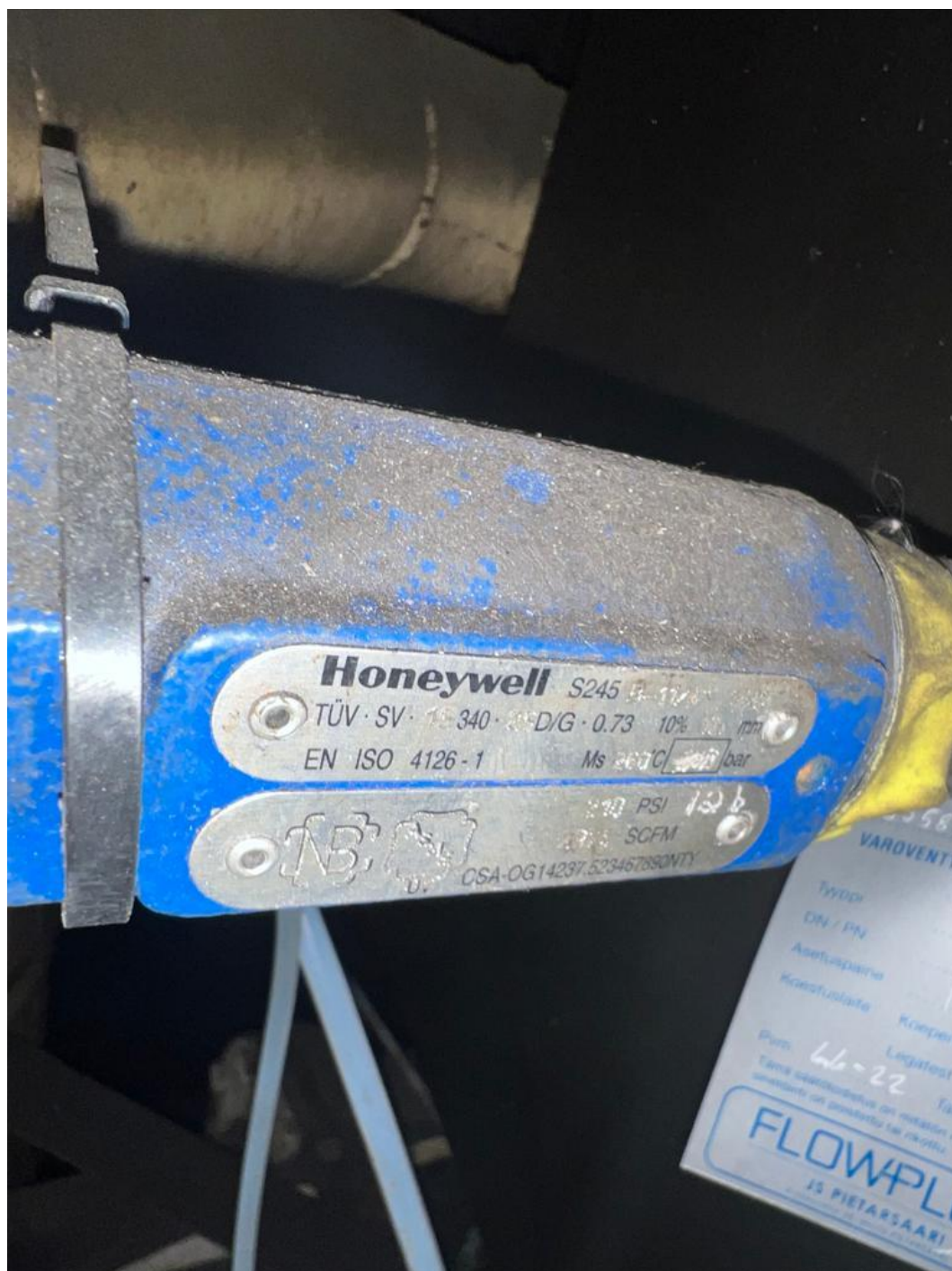
Kuva 8. Varoventtiili Goetze.

Yleisesti Jervois Finland -yrityksessä esiintyvä varoventtiili on Goetze (Kuva 8), joka valvoo tässä kyseisessä kohdassa typpilinjan painetta ja samalla laitetta, jossa typpeä käytetään. Kyseessä ei ole typpilinjan päävaroventtiili.



Kuva 9. Varoventtiili Bailey Jervois Finland -yrityksessä.

Varoventtiilit ovat osassa linjoista olleet varolaitteena pitkään, kuten kuvasta (Kuva 9) nähdään, tyyppikilpi on todella kulunut ajan kuluessa. Varoventtiilistä on hankala saada tietoa tässä tilanteessa. Kyseisen varoventtiilin kohdalla kuitenkin sain ehytettyä tyyppikilven, jolloin sain selvää siinä olevista tiedoista.



Kuva 10. Ilmakompressoreissa Jervois Finland -yrityksessä oleva varoventtiili. Jokaisessa kompressorissa on Jervois Finland -yrityksessä kaksi varoventtiiliä, jotka valvovat tuotetun paineen suuruutta. Jokaisessa ilmakompressorissa on Honeywell-merkkiset varoventtiilit (Kuva 10).



Kuva 11. Hiilidioksidilinjan varoventtiili Jervois Finland -yrityksessä.

Varoventtiili hiilidioksidi linjassa (Kuva 11) on kärsinyt ulkoisesti korroosion aiheuttamista vaikutuksista. Näissä tilanteissa olisi hyvä varmistua, ettei varoventtiili ole toiminnan kannalta kärsinyt mitenkään.

4.1.1 Varoventtiileiden sovellettavuus

Varoventtiileitä voidaan käyttää yhdessä murtokalvojen kanssa. Nämä yhdistämällä voidaan saavuttaa huomattavia etuja. Järjestelmästä tulee tiiviimpi, mikä vähentää päästöjä. Ylipaineen vapautumisen jälkeen varoventtiili sulkeutuu ja pro-

sessi pääsee jatkumaan. Tällöin murtokalvo voidaan vaihtaa huoletta ilman tuotantokatkoja. Lisäksi tällä pidennetään varoventtiilin ikää, koska se ei joudu niin suurelle rasitukselle. Varoventtiili saattaa kärsiä altistuessaan väliaineelle. Varoventtiilit saattavat olla hieman vuotavia laitteita, jolloin varoventtiilin toiminnan kannalta kriittiset osat joutuvat kulutuksen kohteeksi. Murtokalvon ja varoventtiilin yhdistelmällä voidaan saada aikaan kustannussäästöjä pitkällä sekä myös lyhyellä aikavälillä (Mancini 2018.).

Käyttökohteissa ja olosuhteissa, joissa tarve varoventtiilin ja murtokalvon yhdistelmälle on tarpeellinen, on syytä vielä miettiä tapauskohtaisesti missä järjestyksessä varolaitteet asennetaan virtaussuuntaan nähden. Asetelma yleensä asennetaan niin, että murtokalvo sijaitsee ennen varoventtiiliä virtaussuuntaan nähden. Varolaitteiden välille tulee asentaa paineenilmaisim, näin pystytään valvomaan murtokalvon kuntoa ja varolaitteiden välisen tilan oikeaoppista tuuletusta. Välitilan vastapainetta täytyy seurata, sillä sen kasvaessa murtokalvon asetuspainetta saattaa muuttua (ASME 2015).

4.1.2 Varoventtiileiden testaus

Varoventtiilit testataan aina valmistusvaiheessa, jolloin asetetaan myös avautumispiste. Lisäksi varoventtiiliä huollettaessa se testataan, tällöin voidaan myös asettaa uusi avautumispiste, jos näin halutaan.



Kuva 12. Painepenkki (L-Plan Group, s.3).

Varoventtiileille on olemassa erilaisia testausmenetelmiä. Näistä tunnetuin ja perinteellinen menetelmä on penkkitestaus. Kuvassa (Kuva 6) esitetään, minkälainen on perinteinen penkki, jossa varoventtiileitä testataan. Varoventtiilien testipenkissä/pöydässä voidaan varoventtiilin avauspaine tarkistaa sekä säätää se haluttuun suuruuteen. Testauksen aikana myös tarkastetaan venttiilien toimintakunto. Penkissä voidaan testata monenlaisia varoventtiileitä. Varoventtiileitä pystytään myös testaamaan ajon aikana. Tällaisia menetelmiä tarjoaa esimerkiksi ulkomaa-lainen L-Plan. Heidän menetelmänsä tunnetaan nimellä Legatest (L-Plan Group.). Suomessa Askalon-yritys tarjoaa samanlaista palvelua. Heidän palvelunsa kulkee nimellä Sesitest. (Askalon process 2023)



Kuva 13. Legatest-menetelmällä tarkastelua (L Plan 2022).

Testauksessa varoventtiin karaan (Kuva 13) kiinnitetään pneumaattinen laite, joka tunnistaa milloin venttiin lautanen alkaa keventyä ja kara nousta. Tunnistamalla ja tietämällä linjaston paineen ja karaan kohdistuva voima voidaan venttiin avautumispaine laskea. Testausmenetelmä on todella kustannustehokas (L-Plan Group 2022; Askalon process 2023). Prosessia ei tarvitse pysäyttää, joten tuotannon menetyksiä ei aiheudu, eikä myöskään kustannuksia uudelleen käynnistämisen seurauksena. Laitoksen käyttöikä pidentyy, kun varmistutaan turvalaitteiden toiminnasta. Alasajosta johtuvia tukkeutumisia ja halkeamisia ei tapahdu. Nämä saattaisivat aiheuttaa vaurioita putkistoissa, pumpuissa, säiliöissä tai venttiileissä. Venttiili olisi parasta aina testata sellaisissa olosuhteissa, joissa se joutuu toimimaan. Ajon aikainen testaus antaa siihen mahdollisuuden. Tällöin venttiili testataan järjestelmän paineessa, oikeassa aineessa, lämpötilassa ja virtaus nopeudessa. Luonnollisesti säästetään aikaa ja rahaa, kun järjestelmää ei tarvitse pysäyttää varoventtiin irrottamiseksi prosessista. Toki, jos huomataan varoventtiin

olevan viallinen, tilanteessa toimitaan eri tavalla. Oletuksena kuitenkin on, että varoventtiilit ovat ehjiä.

Huomionarvoista on tietysti pohtia, onko tässä menetelmässä enemmän riskitekijöitä mukana, kun linjoissa on paine ja virtaus. Riskit tuovat mukanaan myös kustannuksia, joten on tapauskohtaisesti hyvä pohtia kustannuksien ja todellisten tarpeiden näkökulmasta mikä on järkevin vaihtoehto. Menetelmä sopii sellaisille varoventtiileille, jotka eivät ole kertakäyttöisiä. Venttiilissä täytyy olla kara, johon laite voidaan kiinnittää. Ajonaikainen testaus voi olla riski, jos tapahtumaa ei suunnitella huolella. On tärkeää huomioida, onko ajonaikainen testaus kohteessa järkevin ja ainoa vaihtoehto. Riskejä on enemmän, mutta menetelmät kehittyvät koko ajan ja nykyään ammattilaisten huolellisuudella on tämä potentiaalinen vaihtoehto.

4.1.3 Varoventtiileiden standardisointi

Teollisuudessa käytetään paljon standardeja, jotka lisäävät turvallisuutta ja ottavat huomioon turvallisuuden prosesseissa, järjestelmissä, työnteossa ja kaikissa laitteissa, joita teollisuudessa käytetään. Nämä standardit ovat tärkeitä ja kaikille yhteisiä. Painelaitteiden on täytettävä lainsäädännölliset vaatimukset, jotta niistä ei aiheudu vaaraa ympäristöön (PSK Standardisointi 2023). Standardit eivät siis ole pakollisia, mutta ne antavat oivan polun oikeaa päämäärää kohti. Toisaalta on myös vaikea toimia ilman niiden noudattamista (Nurmi 2020, 20; Tukes 2023). Standardien avulla saavutetaan vaativa taso turvallisuudessa ja huolellisuudessa. Standardien noudattaminen luo laadukkaan kuvan yhtiöstä.

PSK eli pohjoismainen standardisointikomitea on yhtiö, joka luo standardeja eri teollisuuden aloille Pohjoismaissa, kuten Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Islannissa ja Tanskassa. Varoventtiilejä koskevaan standardisointiin on kirjattu kaikki vaatimukset, jotka kannattaa ottaa huomioon venttiilien valinnassa (PSK Standardisointi 2023). Nämä perusteet pätevät, olipa sitten kyseessä mikä tahansa teolli-

suusventtiili. Standardeissa otetaan huomioon venttiilin tyyppi, materiaalit, ympäristöolosuhteet, käyttölämpötila, käyttökohde ja venttiilin keskeiset ominaisuudet. Niihin kirjataan yhteisesti sovittuja vaatimuksia tai suosituksia, joiden perusteella toimitaan oikeaoppisesti. Varoventtiileille käytetään Suomessa teollisuudessa PSK-standardeja (PSK Standardisointi 2023). PSK-standardeja noudattamalla päästään varoventtiilin valinnassa parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen käyttökohteesta riippumatta. (PSK Standardisointi 2023). Standardeja seuraamalla jokainen kriittinen ja tärkeä kohta otetaan valinnassa huomioon ja tämän jälkeen täytetty lomake lähetetään halutulle toimittajalle, jonka perusteella he katsovat sopivan varoventtiilin. Alla olevat kuvaukset on poimittu PKS Standardisointi -sivustolta, mutta kyseisiin tietoihin ei pääse ilman yritysoikeuksia.

- ”Painelaitelaki (1144/2016) sisältää painelaitteiden suunnittelun, valmistuksen ja käytön lakitason säädökset” (PSK standardisointi 2020).
- PSK 4914-3.3 ” Varolaitteella tarkoitetaan laitetta, jonka tarkoituksena on suojata painelaitteita sallittujen raja-arvojen ylittymiseltä; varolaitteita ovat: a) painetta suoraan rajoittavat laitteet kuten - varoventtiilit, murto-
kalvot, yms. - ohjatut varolaitteet” (PSK standardisointi 2018).

Yllä mainitut standardit on lisätty tähän työhän vain yleisesti kuvaamaan varoventtiileille olemassa olevaa standardisointia.

5 VAIHTOEHTOISIA MENETELMIÄ

Varoventtiilit ovat todella tärkeitä turvalaitteita paineistetuissa järjestelmissä. Varoventtiileille on olemassa myös vaihtoehtoisia menetelmiä. Näillä menetelmillä ei kuitenkaan kannata korvata varoventtiileitä.

5.1 Murtokalvot



Kuva 14. Murtokalvot ja räjähdyssuojaus (Klinger Finland 2023).

Murtokalvoja käytetään suojaamaan liiallisen paineen syntymistä putkistoissa (Sintrol 2022). Yläpuolella olevassa kuvassa esiintyy yleisiä murtokalvoa (Kuva 8). Murtokalvon pitää olla toimintaperiaatteeltaan soveltuva käyttökohteeseen. Soveltuvuus katsotaan aina tapauskohtaisesti. Murtokalvot eivät palaudu ennalleen auettuaan, joten ne on vaihdettava. Murtokalvo palauttaa järjestelmän paineen alhaiseksi todella nopeasti, jolloin voidaan välttyä suurilta onnettomuuksilta. Murtokalvot valvovat paineistettuja järjestelmiä ylipaineelta (Armateck 2023) ja pitävät paineen järjestelmän sallitun paineen rajoissa. Murtolevy on todella tärkeä komponentti paineistetuissa järjestelmissä (Construction placement 2020)

Murtokalvo on siis vaihdettava, joka kerta kun se laukeaa. Toisaalta taas tässä varmistutaan siitä, että se on aina toimiva. Onhan se kuitenkin niinkin, että myös varoventtiilin aukeamisen jälkeen se on hyvä aina tarkistaa. Varmistaakseen että avauspaineet ja järjestelmä on kunnossa. Murtokalvot voivat olla sähköisesti tai hydraulisesti toimivia, mutta yleensä ne ovat kuitenkin mekaanisia laitteita.

Varoventtiilit taas on tehty hallitsemaan painetta ja pyrkivät pitämään sen ennalta asetetun rajan alapuolella. Paine pääsee varoventtiilin kautta purkautumaan turvallisesti ulos linjasta tai säiliöstä. Tämä estää mahdollisten vaaratilanteiden syntymisen ylikuormituksen takia.

Murtokalvot ovat siis reaktiivisia laitteita, joita käytetään vuotojen estämisessä, kun taas varoventtiilit ovat ennaltaehkäiseviä laitteita, joilla hallitaan painetta. Molemmilla toisaalta halutaan hallita painetta, mutta toisaalta erilaisin ominaisuuksin. Pohdittuani asiaa voisin sanoa käytännössä olevan helpompi ja parempi käyttää murtokalvoa, kun kyseessä on suuret tuotantolinjat. Varoventtiilit ovat suurissa DN-luokissa niin painavia, että järkevämpää olisi käyttää murtokalvoja. Lisäksi suurissa linjoissa voisi olettaa massan ja paineen olevan suurempia, jolloin haluttaisiin reagoimisen olevan nopeaa ja tehokasta. Tällöin murtokalvo on vaihtoehtoisista tehokkaampi ja tarkempi.

5.2 Räjähdysskalvot

Räjähdysskalvoja voidaan käyttää tietyissä kohteissa. Sellaisissa prosesseissa, joissa riski räjähdykselle on suuri, käytetään räjähdysskalvoja.



Kuva 15. Räjähdyspaneeli (Säätö 2023).

Yläpuolella olevassa kuvassa (Kuva 9) on räjähdysskalvo. Kalvossa on hieman kupera pinta. Räjähdykseen voi aiheuttaa pölyn ja ilman kohtaaminen korkeissa lämpötiloissa. Korkeissa lämpötiloissa syttyminen voi tapahtua todella herkästi, koska materiaalit ovat herkästi syttyviä. Prosesseissa on monta vaihetta, joissa pölyräjähdys voi tapahtua. Vaiheissa, joissa materiaalia kuumennetaan, suodatetaan, jauhetaan, ruiskutetaan jauheena tai ylipäätään kuljetetaan, on riski pölyräjähdykselle. Kun suuri määrä pölyä syttyy tuleen suljetussa tilassa yhdessä ilman kanssa,

tapahuu niin kutsuttu deflegraatio. Tällöin syntyy suuri liekkipallo ja ylipaine, jolloin räjähdyskalvon avulla räjähdys saadaan ohjattua turvallisesti ulos (BS&B systems 2023.).

Kuvassa (Kuva 10) on pyöreän muotoinen räjähdyspaneeli. Molemmissa kuvissa (Kuva 9; Kuva 10) olevia räjähdyspaneeleita käytetään teollisuudessa. Tämänkaltaisia räjähdyspaneeleita käytetään erilaisissa siloissa, kuljettimissa, jauhimissa kuivureissa ja suodattimissa, joissa on räjähdysherkkää jauhemaista- tai kiintoainetta (Säätö 2023).



Kuva 16. Räjähdyspaneeli (Säätö 2023).

Painemittari on merkittävä laite monilla teollisuudenaloilla, joissa on tarpeen mitata painetta prosessien hallinnan kannalta. Sen päätehtävänä on seurata ja valvoa paineen muutoksia. Tämä on erityisen tärkeää, koska paineen oikea mittaus on välttämätöntä prosessien tehokkaalle toiminnalle ja turvallisuudelle (Hyd-

rauliikkakauppa.fi 2023). Painemittareita voidaan käyttää yhdessä varoventtiilien kanssa. Painemittari kertoo käyttäjälle paineen määrän, kun taas varoventtiili vapauttaa ylipaineen sen syntyessä.



Kuva 17. Kalvollinen painemittari Jervois Finland -yrityksessä.

Kuvassa (Kuva 17) näkyvä painemittari on omasta yleinen näky teollisuudessa. Jervois Finland -yrityksessä on myös käytössä paljon painemittareita.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Jervois Finland -yrityksen tavoitteena oli tutkimukseni kautta päivittää Excel-taulukko, PI-kaaviot ja saada varoventtiilirekisteri. Vanhan Excel-taulukon perusteella on luotu uusi Excel-taulukko, johon on kaikki Jervois Finland -yrityksessä käytössä olevat venttiilit pyritty listaamaan haluttujen tietojen kanssa. Näiden tulosten perusteella on yritys saanut hyvät suuntaviivat ennakkohuoltosuunnitelman luomiseksi.

Varoventtiilejä kartoitettiin yhteensä 120 kappaletta. Varoventtiilit kartoitettiin kentällä kiertämällä ja/tai PI-kaavioista. Kartoitus on toteutettu kiertämällä jalan tehtaan tiloissa ja kirjoittamalla jokaisesta venttiilistä tiedot paperille. Valokuvia otettiin myös helpottaakseen työtä.

PI-kaavioiden päivityksen tekeminen jää Jervois Finland -yrityksen henkilökunnalle. Tehtävänäni oli ilmoittaa kaikki ne PI-kaaviot, joissa oli täydennettävää ja osoittaa mikä varoventtiili mihinkin kohtaan pitää lisätä. Yhteensä PI -kaavioita tutkittiin työn aikana 111 kappaletta. Päivitettäviä PI-kaavioita löytyi 40 kappaletta.

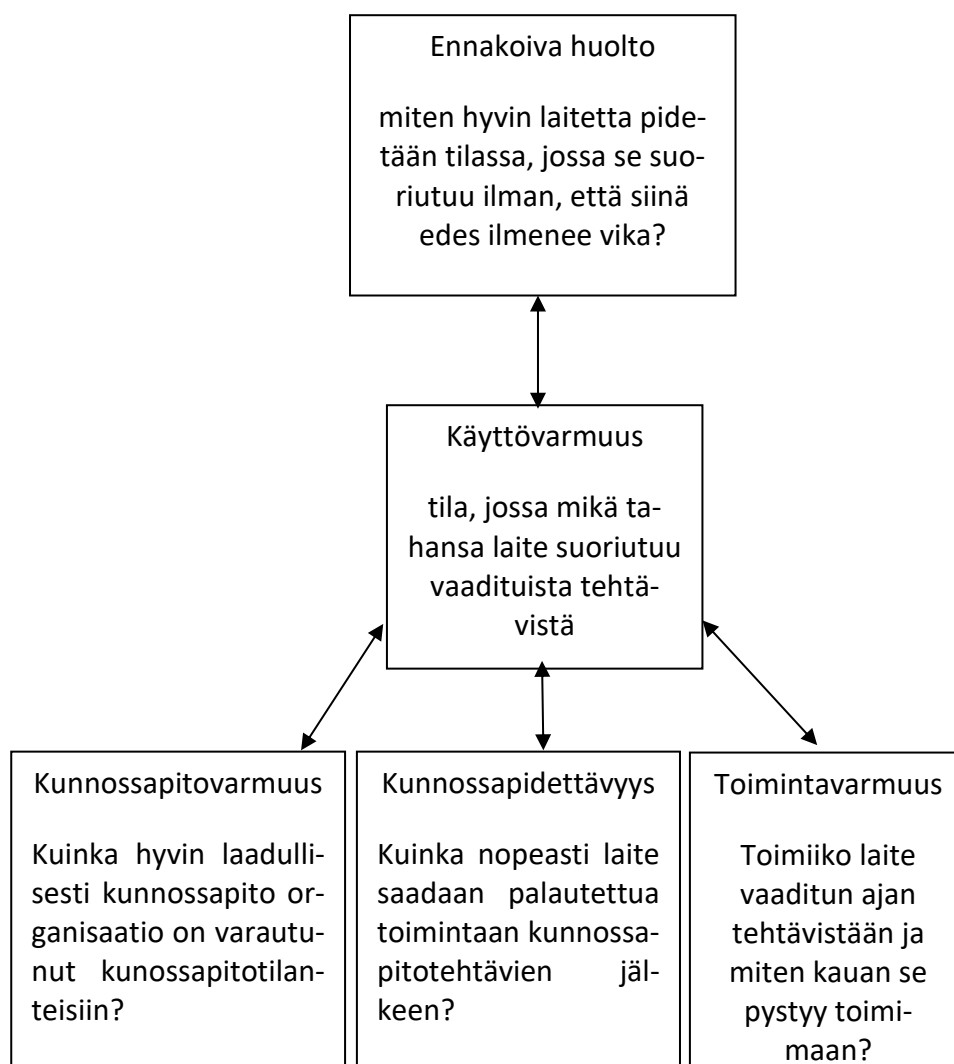
Varoventtiilit kartoitettiin, jonka jälkeen ne on lisätty työn aikana luotuun varoventtiilirekisteriin. Rekisteristä varoventtiilit ovat helposti löydettävissä. Niiden tietoja on helppoa muokata, mikäli jotain muutoksia tai lisäyksiä ilmenee. Varoventtiilien seuranta varten rekisteriin lisättiin erilliset ruudut, joihin merkataan varoventtiilin tarkastuksien ajankohdat. Edellinen ja seuraava. Jervois Finland -yrityksessä vastuu varoventtiilirekisterin ylläpitämiseen jää painelaite vastaavalle, sekä mekaanisen kunnossapidon työnjohtajille. Kunnossapidon päällikkö tarkastelee varoventtiilirekisteriä myös ja huolehtii, että sitä ylläpidetään suunnitelmien mukaan.

Kaikki löydetyt ja päivitettyt tiedot ilmoitettiin kunnossapitopäällikölle. Näin he voivat päivittää PI-kaaviot ja jatkaa työtä varoventtiilien seurannan kanssa.

Kriittisesti katsottuna huonona puolena opinnäytetyössäni esiintyi, se että kaikista varoventtiileistä ei löytynyt haluttuja tietoja. Kaikkien mahdollisten materiaalien käyttämisestä huolimatta. On myös mahdollista, että vielä jostain tehtaan tuotantolinjoista löytyy varoventtiili, jota ei huomattu tämän opinnäytetyön aikana.

6.1 Oivallukset

Omana oivalluksena opinnäytetyöni aikana esittelen alla olevan kuvan. Tutkiessani tarkemmin varoventtiilien kunnossapitoa ja huoltoa tuli kyseinen kuva vastaan. Varsinkin ennakoivan huollon merkitys on kunnossapidossa suuressa roolissa. Näin minulle syntyi ajatus, että käyttövarmuuden parantamiseksi voitaisiin ajatella ennakoivan huollon merkitystä suurena tekijänä.



Kuvio 3. Tavoitteena käyttövarmuus

Tutkimuksen sivulla 15 esittelin Franssila ym. (2012) mallin käyttövarmuudesta (Kuvio 1). Tutkimusprosessin kautta esitän kuvaan lisäyksenä ennakoivan huollon näkökulman (Kuvio 3). Tutkimukseni yhtenä tuloksena on ideani lisätä ennakoiva huolto käyttövarmuuden tukemiseksi. Jotta käyttövarmuutta voitaisiin entisestään lisätä, tutkimusprosessin kautta vahvistui, että on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää ennakoivan huollon merkitys. Ennakoivan huollon kautta käyttövarmuus voidaan kaikin tavoin pitää yllä mahdollisimman tehokkaasti, myös tuotannon näkökulmasta. Laitteita tulee huoltaa niin, että mahdollisesti esiintyvät viat ennaltaehkäistään ennakoimalla, jolloin ne eivät vaikuta laitteen toimintaan.

6.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuden osalta luotettavuutta lisää se, että työ on tehty tiiviissä yhteistyössä Jervois Finland -yrityksen mekaanisen kunnossapidon henkilöstön kanssa. Työtä on seurannut tiiviisti kunnossapidon päällikkö sekä mekaanisen kunnossapidon työnjohtaja. Työssä olen pyrkinyt avoimesti kuvaamaan työn eri vaiheita ja lisäksi perehdyin huolella varoventtiilien ja paineellisten järjestelmien toimintaan. Tutkimuskartoitus toteutettiin toimeksiantajan viralliseen Excel-taulukkoon, joka varmistaa sen, että tutkimuksessa tuotettu varoventtiilirekisteri on tarkoituksenmukainen ja sisältää kaikki oleelliset ja ennakkohuoltoa ajatellen tärkeät ajantasaiset ja merkitykselliset tiedot. Kuten olen aiemmin todennut, varoventtiilirekisterien päivitys oli viivästynyt ja jatkoa ajatellen ongelman ratkaisu olisi, että järjestelmän päivitys tehdään säännöllisesti (Kang & Hwang 2021).

Perehdyin työn aikana huolellisesti ennakoivan kunnossapidon vaatimuksiin ja kaikkiin siihen liittyviin asioihin. Käytännössä minulla oli ennen opinnäytetyön aloittamista paljon kokemusta kunnossapidosta ja tehtaan järjestelmistä ja laitteista, joten oli helppoa lähteä selvittämään varoventtiileihin liittyviä ja vaikuttavia tekijöitä. Tiedostin esiyymmärrykseni aiheeseen liittyen. Tutkimusprosessin aikana minulle kuitenkin karttui paljon tietoa käytännössä paineellisten järjestelmien toiminnasta ja niiden vaatimuksista. Olen pyrkinyt opinnäytetyössäni tuomaan päiväkirjamerkinnoilla mahdollisimman realistisesti esiin sen, miten työn eri vaiheet

etenivät, mitä ongelmia esiintyi ja miten asiat ratkaistiin työn edetessä. Hankkimalla tietoa erilaisista kunnossapidon menetelmistä, sain tuotua paljon tietoa siitä, miksi on tärkeää saada pidettyä käyttövarmuus korkealla.

7 TULOSTEN POHDINTA JA ANALYSOINTI

Prosessin aikana tarkastelin varoventtiilien kunnossapitoa ja ennakoivaa huolto. Varoventtiilit tarvitsevat jatkuvaa kunnossapitoa niiden toiminnan säilyttämiseksi, mutta niiden osalta ei kuitenkaan suoriteta kovinkaan paljon ennakoivaa kunnossapitoa ajatellen, ettei se ole kustannustehokasta. Tutkimusprosessin perusteella esitän, että asiaa on hyvä pohtia ja löytää tasapaino sille, kuinka paljon on järkevää toteuttaa ennaltaehkäisevää huoltoa sekä miten paljon yritetään pidentää niiden elinkaarta. Vaihtoehtona on usein taloudellista näkökulmaa. Varoventtiilit ovat kuitenkin erittäin kestäviä (LESER GmbH & Co. KG 2023) ja sellaisenaan niillä on pitkä elinkaari, joten näkisin järkevänä toteuttaa vain säännöllisiä tarkastuksia ja tarkastaa niiden aikana varoventtiilien toimintakyky. Tähän suosittelen selkeää järjestelmää. Tutkimuksen tuloksena tuotettu varoventtiilirekisterin luominen mahdollistaa jatkossa varoventtiilien systemaattisen ja määräajoin tapahtuvan tarkastelun. Rekisteriä on helppo päivittää ja sen avulla seurata varoventtiilejä, varoventtiilien tarkastuksia ja tulevia tarkastusajankohtia.

Opinnäytetyössä oli aluksi tarkoituksena luoda enakkohuoltosuunnitelma, joka olisi luotu tehtaan toiminnanohjauksjärjestelmään (SAP). Työn aikana kuitenkin päätettiin, että ei lähdetä luomaan liian monimutkaista suunnitelmaa. Jälkeenpäin ajateltuna kyseinen suunnanmuutos oli erittäin hyvä päätös. Tämän toteutetun varoventtiilirekisterin ja kartoituksen perusteella pystytään helposti lähteä kehittämään suunnitelmaa entistä laajemmaksi ja paremmaksi. Ajattellessani varoventtiilien tarkastamista käytännössä luotu varoventtiilirekisteri on todella hyvä työkalu tämän toteuttamiseen.

Jervois Finland -yrityksellä oli ennen työtäni puutteita varoventtiilirekisterissä, joka aikaisemmin oli vain Excel -taulukko. PI-kaavioista löytyi myös paljon päivitettäviä tietoja. Työni tuloksien takia yritys sai paljon tietoa varoventtiileistään, jota

heillä ei ollut näin helposti ja kattavasti saatavilla. Turvallisuuden kannalta on erittäin tärkeää, että heillä on nyt kaikki tämä tieto ja he pystyvät näiden tietojen perusteella kehittämään ennakkohuoltosuunnitelman.

Nykyisen teknologian mahdollisuudet ovat myös erittäin laajat, joten tekoälyä voisi hyödyntää tässäkin asiassa siten, että tekoäly valvoisi tarkastuspäivämäärien perusteella varoventtiilein tarkastusta ja ilmoittaisi, kun tarkastus on ajankohtainen (Mahlamäki ym. 2016). Työnjohtajat ottaisivat asian hoitaakseen, mutta itse tarkastusvälien muistaminen ei olisi vain ihmisten varassa.

7.1 Pohdinta

Itse ajattelen, että varoventtiilien seurannassa ja kunnossapidossa olisi erittäin tärkeää löytää tasapaino näiden asioiden välille. Varoventtiilit ovat itsessään jo pitkäikäisiä ja toimintavarmoja laitteita. Koen tärkeäksi, toteuttaa varoventtiileille ennalta ehkäisevää kunnossapitoa (Mahlangu & Kruger 2015), jonka seurauksena pystytään seurata niiden kuntoa ja ajoittamaan hyvin vaaditut huoltotoimenpiteet. Ennalta ehkäisevä huolto tarkoittaisi tässä työssä sitä, että varoventtiileitä seurataan, jolloin ollaan tilanteen tasalla ja tietoisia koko ajan niiden toimintakyvystä. Näin ollen pystytään ennakoimaan hyvin tulevat huoltoajankohdat, eikä näin ollen pääse tapahtumaan häiriötilanteita. Käytännössähän varoventtiileille tullaan tätä tekemään, kun ne tulevat työnjohtajille seurantaan. Näin työnjohtajien ja toimeksi annettujen henkilöiden on tarkastuksien kautta mahdollista ennakoita erilaiset huolto tarpeet venttiileille. Myös tämän kautta on hyvä alkaa tarkastelemaan olisiko järkevää löytää ratkaisuja ja tehdä suunnitelmaa venttiilien samankaltaistamiselle, jolloin niiden huoltaminen ja hallinta olisi käytännössä ja kokonaisuudessa helpommin hallittavissa.

Pohtiessani työni eri vaiheita, olisi ollut tärkeää toteuttaa asiat johdonmukaisemmin työn alkuvaiheessa, koska sitä kautta seuraavien vaiheiden toteuttaminen ja hahmottaminen olisi ollut helpompaa. Toteutuksessa olisi voinut olla täsmällisempi ja tarkempi, mutta toisaalta opin todella paljon työni aikana suurempien

kokonaisuuksien ja projektien hallinnasta. Osaan jatkossa hahmottaa kokonaisuuden paremmin ja tiedän laajemmin mitä sen saavuttaminen vaatii. Työn kartoitusvaiheen toteuttaisin tarkemmin ja sujuvammin. PI-kaavioiden tarkastelulle ajoittaisin kokonaan oman ajanjakson, jolloin saisin kirjattua tiedot jäsennellymmiin ja selkeämmin ylös. Ajanhallinnan kanssa minulla on myös kehitettävää, toisaalta siinäkin kehityin työni aikana. Palavereita ja yhteydenpitoa olisi pitänyt olla enemmän toimeksiantajani kanssa. Työn loppuvaiheessa yhteydenpito kuitenkin tiivistyi ja se antoi paljon merkityksellisiä asioita ja neuvoja työni kannalta.

Työssäni tuon teorian kautta asioita vakuuttavasti esiin. Uusien näkökulmien ja ideoiden esittäminen luo työhön ja aiheeseen paljon mielenkiintoa.

Opinnäytetyön jälkeen jatkuu varoventtiilien kanssa työskentely Jervois Finland -yrityksessä. Mikäli jatkossa löytyy tietoja tai varoventtiilejä, jotka halutaan varoventtiilirekisteriin ja Excel-taulukkoon lisätä. On se helpompaa ja varmasti selkeämpää nyt, kun on luotu selkeä varoventtiilirekisteri ja helpommin luettava Excel-taulukko, johon ne voidaan täydentää. Lisäksi he voivat nyt kerättyjen tietojen ja luotujen tiedostoiden perusteella aloittaa tarkemman tutkimisen minkälaisia uusia varaosanimikkeitä mahdollisesti luotaisiin.

LÄHTEET

API Standard 520. 2014. Sizing, Selection, and Installation of Pressure-relieving Devices. Part 1-Sizing and election. American Petroleum Institute. Viitattu 11.5.2023 <https://dl.irandcc.ir/wp-media/standards/API/API%20520-1%202014.pdf>

Armateck. Murtokalvot. Viitattu 1.5.2023. <https://www.armatec.com/fi/tuotteet/paineenhallinta-303ad2f6/murtokalvot/>

Askalon process. 2023. Askalon AB. Viitattu 4.5.2023. <https://www.askalon.com/fi>

ASME. 2015. ASME Boiler and Pressure Vessel Code. (90). <https://archive.org/details/ASME2015BPVCVIII Div1/ASME%202015%20BPVC%20VIII%20Div%201/page/n149/mode/2up?view=theater>

Asp, R., Tuominen, T. & Hyppönen, H. Sivuston 2. versio. Kunnossapito-menestystekijä. Opetushallitus. Perusteet. Viitattu 19.4.2023. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html>

Birolini, A. 1999. Reliability Engineering Theory and Practice. 3. Painos. New York: Springer. Viitattu 11.5.2023 <https://kolegite.com/EE library/books and lectures/Качество%20и%20надеждност%20на%20электронната%20апаратура/Birolini%20Reliability%20Engineering.pdf>

BS&B Safety systems. Viitattu 4.5.2023. <https://www.bsbsystems.com/Explosion vents/index.html>.

Construction placement. 2020. Viitattu 4.5.2023. <https://www.constructionplacements.com/how-burst-discs-work/#:~:text=Burst%20Disc%2C%20also%20widely%20known%20as%20a%20ruptured,function%3B%20to%20prevent%20catastrophic%20accidents%20in%20pressurized%20systems>.

Econosto Oy. 2016. Full-lift flanged Safety valve with spring loading. Type 14 14496. Viitattu 18.5.2023. <https://www.econosto.fi/wp-content/uploads/2016/06/1-Safety-valve-type-14496-flanged.pdf>

Eskola, J. 2015. Laadullisen tutkimuksen juhannustaiat. Laadullisen aineistonanalyysi vaihe vaiheelta. Teoksessa R. Valli & J. Aaltola (toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin 2* (s. 185–206). Jyväskylä: PS-kustannus.

Franssila, H., Kunttu, S., Saarinen, H. & Valkokari, P. 2012. Käyttövarmuustiedon hallinta ja hyödyntäminen suunnittelussa. VTT Technology 48. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 20.4.2023. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2012/T48.pdf>.

Grieves, M. 2011. Virtually perfect: driving innovative and lean products through product lifecycle management. Space Coast Press. https://www.researchgate.net/publication/274835788_Virtually_Perfect_Driving_Innovative_and_Lean_Products_through_Product_Lifecycle_Management

Mancini, J. 2018. Bursting disc (Rupture disc)? Or safety relief valve? – Why not both??. Viitattu 4.5.2023. <http://bursting-discs.co.uk/bursting-disc-rupture-disc-or-safety-relief-valve-why-not-both/>

Holma, J. 2017. Tuotteen elinkaaren hallinta. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto. Viitattu 4.5.2023. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25391/holma.pdf?sequence=4&is>

Hydrauliikkakauppa.fi. Viitattu 4.5.2023. <https://www.hydrauliikkakauppa.fi/tuotteet/pneumatiikka/painemittarit-pneumatiikka/>

Jervois Finland. 2023. <https://jervoisfinland.com/>. Viitattu 19.4.2023

Kang, E. & Hwang, H-J. 2021. Ethical Conducts in Qualitative Research Methodology: Participant Observation and Interview Process. *Journal of research and Publications* 2(2). 5-10. Viitattu 11.5.2023. doi: <http://dx.doi.org/10.15722/jrpe.2.2.202109.5>

Klinger Finland. Murtokalvot ja räjähdysuojus. Viitattu 5.5.2023. <https://www.klinger.fi/fi/tuote/murtokalvot-ja-rajahdyssuojus/>

LESER GmbH & Co. KG. 2023. Viitattu 28.1.2023. <https://www.leser.com/en/products/compact-performance/type-437/>

L-Plan Group. 2022. On line safety valve testing - Legatest. L-Plan Technologies GmbH. Viitattu 13.3.2023. <https://www.wochuh.com/ckfinder/userfiles/images/product/L-Plan%20Group%20Legatest%20Brochure.pdf>

Mahlangu, B.P., & Kruger, L.P. 2015. The impact of the maintenance management system: A case study of the PetroSA GTL refinery. *South African Journal of Industrial Engineering*, 26(3), 167-182. <https://dx.doi.org/10.7166/26-3-1197>

Mahlamäki, K., Borgman, J., Rämänen, J., Tuovinen, J., Finne, M., Perminova-Harikoski, O., Tiihonen, J. & Öhman, M. 2016. Elements of installed base information value. *IEEE International Technology Management Conference*, Trondheim, Norway, 13/06/2016 - 15/06/2016. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/22751>

Muuntotaulukkoa DN ja NPS mitoille. [Muuntotaulukko DN ja NPS mitoille - Rakentajan tietopankki | Taloon.com](#) Viitattu 12.1.2023

Nurmi, T. 2020. Standardit ja sähköturvallisuus. SESKO ry, 20. Viitattu 22.5.2023. https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1187075/mod_resource/content/1/Standardit_2020.pdf

Oilybits ®Ltd. 2020. Goetze 418T, Pressure Relief Valve, Adjustable 0.5-30 Bar, Stainless Steel Bodied, 3/8" to 1,1/4" BSP - Welcome to Oilybits U.K. Viitattu 12.1.2023. Viitattu 26.4.2023. <https://www.oilybits.com/goetze-418t-pressure-relief-valve-adjustable-0-5-30-bar-stainless-steel-bodied-3/8-1-1/4-bsp.html>

Painelaitelaki. (2016). 16.12.2016/1144. Viitattu 4.5.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161144?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=painelaitelaki>.

PSK standardisointi. 2016. PSK 4911. Teollisuuden kone- ja laitehankinnat. Painelaitteet. Käsitteet ja määritelmät. 2. painos, 4. Viitattu 3.3.2023. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK standardisointi. 2018. PSK 4914. Teollisuuden kone- ja laitehankinnat. Painelaitteet. Paineenalaiset lisälaitteet ja varolaitteet. 2. painos, 4. Viitattu 3.3.2023. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK standardisointi. 2022. PSK 6201. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät, 9. Viitattu 22.5.2023. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

Rego. 2022. LPG & NH3 Products. Viitattu 4.5.2023. <https://www.regoproducts.com/product-category/lpg/>

Sintrol. 2022. Murtokalvot. Viitattu 1.5.2023. <https://sintrol.fi/product/murtokalvot/>

Spirax Sarco. 2023. Learn About Steam | Safety Valves | Spirax SarcoSpotilla. 2023. Blogi-sivusto. Viitattu 20.4.2023. <https://blog.spotilla.com/fi>

Säätö. Viitattu 5.5.2023 <https://saato.fi/tuotteet/rajahdyspaneelit/>

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi (Uudistettu laitos.). Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). 2023. Painelaitteiden suunnittelu, valmistus ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Viitattu 22.5.2023. <https://tukes.fi/tieto-tukesista/materiaalit/painelaitteet/painelaitteiden-suunnittelu-valmistus-ja-vaatimustenmukaisuuden-arviointi>

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). 2022. Painelaitteet. Viitattu 7.5.2023. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet#dfbc4731>

Turvatekniikan keskus. 2004. Painelaitteiden kunnossapito. Tukes opas. Viitattu 5.5.2023. <https://tukes.fi/documents/10197/8647605/painelaite-kunnossapito-opas.pdf>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 12.5.2023. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf.

Valves only. 2023. Viitattu 1.5.2023. <https://valvesonly.com/product-category/pressure-safety-valve/>

Wika. Viitattu 5.5.2023. https://www.wika.fi/432_50_433_50_fi.fi.WIKA?ProductGroup=73095