

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma / merenkulkualan insinöörin suuntautumisvaihtoehto

Timo Ekholm

KUORIKATTILAN PUTKISTOKARTOITUS

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Merenkulun koulutusohjelma

EKHOLM, TIMO

Kuorikattilan putkistokartoitus

Opinnäytetyö

48 sivua

Työn ohjaaja

Lehtori Kari Ronkainen

Toimeksiantaja

UPM-Kaukas sellutehdas, DI Juha Keltanen

Marraskuu 2010

Avainsanat

putkistot, höyry, kuorikattila, lauhde, kattilalaitteistot

Tämän insinöörityön tarkoituksena oli tutkia UPM:n Kaukaan sellutehtaan käytöstä poistuvan kuorikattilalaitoksen putkiyhteyksiä laitoksen mahdollista purkua silmällä pitäen. Tarkoitus oli selvittää, millaisia muutoksia putkistoihin on tehtävä, jotta kattilalaitoksen rakennukset voidaan purkaa tehtaan muun toiminnan häiriintymättä.

Teoriaosuudessa tutkitaan lähinnä höyry- ja lauhdeputkistojen suunnittelussa huomiioon otettavia seikkoja. Siinä pohditaan myös, millaisissa olosuhteissa putkistojen muutostyöt voidaan ylipäänsä suorittaa ja millaisia tuotantokatkoksia putkistojen muutostyöt tehtaalla aiheuttavat.

Kuorikattilalaitoksen putkiyhteyksiä tutkittiin kentältä käsin putkilinjoja seuraamalla, saatavilla olleita PI-kaavioita apuna käyttäen. Tarkoitus oli selvittää, mitä putkissa virtaa, mistä ja mihin sekä miten putkilinjoja tulisi muuttaa laitoksen purkamisen mahdollistamiseksi. Muutostöiden helpottamiseksi on pyritty selvittämään myös putkikoot ja –materiaalit mahdollisimman tarkasti. Muutostöiden kohteet on valokuvattu ja kuviin on hahmoteltu tarvittavat toimenpiteet.

Työn tuloksena voidaan todeta, että putkistoihin on tehtävä huomattavia muutoksia kuorikattilalaitoksen purkamisen mahdollistamiseksi tehtaan muun toiminnan häiriintymättä.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Degree Programme in Marine Technology

EKHOLM, TIMO

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

November 2010

Keywords

Survey of the Bark Boiler Pipeline Connections

49 pages

Kari Ronkainen, Senior Lecturer

UPM-Kymmene Kaukas Pulp Mill,

Juha Keltanen, Master of Science in Engineering

pipeline, steam, bark boiler, condensate, boiler equipment

The objective of the thesis was to study pipeline connections of the bark boiler plant, which is going out of use and possibly to be demolished, at the UPM-Kymmene Oyj Kaukas pulp mill. The objective was to find out what kinds of pipeline modifications are needed to allow demolition of the boiler buildings without harming other operations at the mill.

In the theory section, the issues worth to know while engineering steam and condensate pipelines are explained. The circumstances and production breaks in the mill causing by the pipe modification work are also discussed.

The pipeline connections of the bark boiler plant were examined by following the pipelines in the field assistance by pipeline drawings. The aim was to find out what was flowing in the pipes, where from and where to, and how to modify the pipeline connections to allow demolition of the boiler buildings. The aim was also to find out the pipe sizes and the pipe materials as accurately as possible. Photographs of pipe work objects were also taken to ease the operations needed.

The conclusion of this study is that remarkable modifications to pipeline connections are needed to allow demolition of the boiler buildings without harming other operations at the mill.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin vuosien 2009 - 2010 aikana UPM-Kymmene Oyj:n Kaukaan sellutehtaan toimeksiannosta. Ohjaavana opettajana toimi lehtori Kari Ronkainen ja yrityksen ohjaavana henkilönä DI Juha Keltanen.

Haluan kiittää sekä ohjaavaa opettajaani että UPM:n ohjaajaa avusta ja hyvistä neuvoista insinöörityön tekemiseen. Lämpimät kiitokset avusta kuuluvat myös koko Kaukaan sellutehtaan väelle.

Lappeenrannassa 19.11.2010

Timo Ekholm

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT 4

LYHENTEET 7

1 JOHDANTO 8

1.1 Työn taustaa 9

1.2 UPM-Kaukas 10

1.3 Kauvo-projekti 11

2 TEORIAA PUTKISTOISTA 12

2.1 Höyry- ja lauhdejärjestelmät 13

2.2 Höyryn jakelu 13

2.2.1 Höyryn paineen valinta 14

2.2.2 Höyryputken mitoitus 15

2.2.3 Höyryputkiston suunnittelu 16

2.2.4 Höyryputkiston lämpölaajeneminen 19

2.2.5 Höyryputkiston lämpöhäviöt 20

2.3 Lauhteen palautus 20

2.3.1 Lauhdeputken mitoitus 21

2.3.2 Lauhteen nosto 22

2.3.3 Linjavesitykset 22

3 PUTKISTOKARTOITUS 23

3.1 Höyryputket 23

3.2 Vesiputket 24

3.3 Kaasuputket 24

3.4 Paineilmaputket 24

3.5 Jätevesi- ja lieteputket 25

4 TOIMENPIDESUOSITUS 25

4.1 Tulppauskohdat	25
4.1.1 Tulppauskohta 1	26
4.1.2 Tulppauskohta 2	27
4.1.3 Tulppauskohta 3	28
4.1.4 Tulppauskohta 4	29
4.1.5 Tulppauskohta 5	30
4.1.6 Tulppauskohta 6	31
4.1.7 Tulppauskohta 7	32
4.1.8 Tulppauskohta 8	33
4.1.9 Tulppauskohta 9	34
4.1.10 Tulppauskohta 10	35
4.1.11 Tulppauskohta 11	36
4.1.12 Tulppauskohta 12	37
4.1.13 Tulppauskohta 13	38
4.1.14 Tulppauskohta 14	39
4.1.15 Tulppauskohta 15	40
4.1.16 Tulppauskohta 16	41
4.1.17 Tulppauskohta 17	42
4.1.18 Tulppauskohta 18	43
4.1.19 Tulppauskohta 19	44
4.2 Uusi putkisilta	45
5 YHTEENVETO	47
LÄHTEET	48

LYHENTEET

dB(A)	desibeliä A-suodatusta käyttäen mitattuna
GWh/a	gigawattituntia vuodessa
CO	hiilimonoksidi eli häkä
mg/Nm ³	milligrammaa normaalikuutiometriä kohden
DN	putken nimelliskoko
SO ₂	rikkidioksidi
MW _{TH}	tuorehöyryteho megawattia
NO _x	typen oksidit

1 JOHDANTO

Tämän insinööri työn tarkoituksena on tutkia UPM:n Kaukaan sellutehtaan käytöstä poistuvan kuorikattilalaitoksen putkiyhteyksiä laitoksen mahdollista purkua silmällä pitäen. Tarkoitus on selvittää, millaisia muutoksia putkistoihin on tehtävä, jotta kattilalaitoksen rakennukset voidaan purkaa tehtaan muun toiminnan häiriintymättä. Edellä mainittuja asioita on tarkoitus tutkia kentältä käsin PI-kaavioita apuna käyttäen.

Työn tärkein osa on selvittää, mitä putkilinjoja on kuorikattilalaitoksen rakennusten ja tehtaan muiden osastojen välillä sekä mitä muutoksia näihin linjoihin olisi hyvä tehdä ennen rakennusten purkua. Työssä on huomioitava myös putkilinjat, jotka kulkevat purettavien rakennusten kautta tai vaikka vain niiden ulkoseiniin tuettuina. Laitoksen sähköyhteyksiin ei oteta kantaa tässä työssä.

1.1 Työn taustaa

Käytöstä poistettavat kuorikattilalaitoksen rakennukset pitävät sisällään kaksi kuorikattilaa: KK1 ja KK2. Kattiloista vanhempi (KK2) on arinakattila, joka on otettu käyttöön vuonna 1961 ja poistettu käytöstä 2000-luvun alussa. Uudempi kattila (KK1) on valmistunut vuonna 1979 arinakattilaksi ja modernisoitu vuonna 1996 leijukerroskattilaksi Foster Wheeler Oy:n toimesta. Uudempi kuorikattila on edelleen käytössä, mutta sekin on jäämässä tarpeettomaksi Kaukaan tehdasalueelle rakenteilla olevan biovoimalaitoksen (Kauvo-projekti) valmistuttua keväällä 2010. Vaikka vanhempi kuorikattila on ollut jo useita vuosia poissa käytöstä, ei sen aikasempaa purkamista ole nähty järkeväksi, sillä molemmilla kattiloilla on yhteisiä komponentteja ja kattilat ovatkin ikään kuin symbioosissa. Esimerkiksi molempien kattiloiden turbiinigeneraattorit ja lisävesisäiliöt ovat vanhemmassa kattilarakennuksessa. Samoin siellä ovat työntekijöiden sosiaalitilat. Kuvassa 1 on näkymä UPM-Kaukaan kuorikattiloille.



Kuva 1. UPM-Kaukaan kuorikattilat

1.2 UPM-Kaukas

Toiminta nykyisellä Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa alkoi vuonna 1892, kun Mäntsälässä Kaukaankosken rannalla vuodesta 1873 lähtien toimineen rullatehtaan tuotanto siirrettiin Parkkarilan tilan alueelle Saimaan rannalle. Syy tehtaan siirrolle oli raaka-aineen saannin turvaaminen: lankarullat valmistettiin koivusta. Puisia lankarullia Kaukaalla valmistettiin vuoteen 1972 saakka. Nykyisin Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa valmistetaan paperia, sellua, mäntyöljyä, sahatavaraa, sahatavarajalosteita ja vaneria. Alueen laitokset muodostavat tehokkaan integraatin, jossa sekä puuraaka-aine että tuotettu energia käytetään tehokkaasti ja monipuolisesti hyväksi. Tehdasalueen koko on noin 300 hehtaaria, kun mukaan lasketaan myös vesivarastoalueet. Alueen tuotantolaitokset käyttävät puuta vuosittain noin viisi miljoonaa kuutiometriä. Alueella työskentelee UPM:n eri yksiköiden palveluksessa noin 1600 henkilöä (+ KauVo-projektin henkilöstö). (KaukasNet, yleisesittely)

Tehtaiden ympäristövaikutuksia minimoidaan huomioimalla toiminnan vaikutukset ympäristöön niin jokapäiväisessä toiminnassa kuin myös investointeja suunniteltaessa. Tehtaiden jätevedet puhdistetaan uudenaikaisessa, vuonna 1992 valmistuneessa biologisessa jätevedenpuhdistamossa. Vuonna 1996 valmistuneelle, uudistetulle sellutehtaalte hankittu laitteisto on myös uusinta teknologiaa sekä tuotannollisesti että ympäristönsuojelullisesti. (KaukasNet, yleisesittely)

Energiantuotanto Kaukaan tehdasintegraatissa hoidetaan yhteensä seitsemällä höyrykattilalla ja yhdellä kaasuturbiinilla. Suurin kattiloista on soodakattila ($384 \text{ MW}_{\text{TH}}$), jolla ajetaan suhteellisen tasaista kuormaa. Matalapainehöyryverkon paineensäätäjänä toimii kuorikattila ($107 \text{ MW}_{\text{TH}}$). Lisäksi on kolme apukattilaa ja hajukaasukattila. Tilapäiskäyttöä varten varalla on kaasuturbiini ja jätelämpökattila.

Integraatti on omavarainen lämmön suhteen. Kulutetusta sähköstä sen sijaan noin puolet joudutaan ostamaan integraatin ulkopuolelta. Energiantuotannon kattilateho on 631 MW ja sähköteho 131 MW .

1.3 Kauvo-projekti

Kauvo-projekti on Pohjolan Voima Oy:n (54%) ja Lappeenrannan Energia Oy:n (46%) yhteinen biovoimalaitoshanke (244 M€) UPM-Kaukaan tehdasalueella Lappeenrannassa. Valmistuttuaan laitos tuottaa 152 MW lämpöä Kaukaan tehtaille, 110 MW kaukolämpöä Lappeenrannan Energialle ja 125 MW sähköä. Kuvassa 2 on näkymä Kaukaan Voima Oy:n biovoimalaitoksen rakennustyömaalle. (Kauvon esittelyaineiston diat 12.1.2010)



Kuva 2. Kaukaan Voima Oy:n biovoimalaitos rakenteilla

Projekti sisältää kiertopetikattilalaitoksen ($385 \text{ MW}_{\text{TH}}$), vastapaineturbiinin lauhde- ja kaukolämpöosilla, biopolttoaineen ja turpeen vastaanotto-, varastointi- ja annostelulaitteistot sekä tarvittavat apulaitteet ja liittynät. Kattilalaitoksen toimitti Foster Wheeler Oy. Uuden laitoksen polttoaineina käytetään Kaukaan tehdasalueella syntyvää biopolttoainetta (900 GWh/a), ulkoa tuotavaa biopolttoainetta (800 GWh/a) ja turvetta (700 GWh/a). Lisäksi varapolttaineina käytetään maakaasua ja kevyttä polttoöljyä. Tehdasalueella syntyvä biopolttoaine on lähinnä puun kuorta, mutta ulkoa hankitta-

vassa on myös hakkuujätteitä. Polttoaineiden käsittelystä ja varastoinnista ei saa aiheuttaa haittaa ympäristölle. Laitoksen ympäristövaikutuksia ovat melu ympäristöön (55 dB(A) päiväsaikaan ja 50 dB(A) yöllä) ja päästöt ilmaan saavukaasuissa (NO_x 150 mg/Nm³, SO₂ 200 mg/Nm³, CO 250 mg/Nm³ ja pölypäästöt 20 mg/Nm³). (Kauvon esittelyaineiston diat 12.1.2010)

Investointipäätös laitoksesta tehtiin 7. toukokuuta 2007, kaasutulet kattilaan syttyivät syyskuussa 2009 ja kuoritulet lokakuussa. Talvella 2009 - 2010 laitoksella oli tuotannollinen koekäyttö. Laitos vihittiin käyttöön keväällä 2010 ja on nyt kaupallisessa käytössä. Valmistuttuaan laitos korvasi Kaukaan vanhan kuorikattilan ja Lappeenrannan Energian Mertaniemen maakaasuvoimalaitoksen, joka jäi kuitenkin varavoimalaitokseksi käyttövalmiuteen turvaamaan Lappeenrannan kaupungin kaukolämmönsaantia Kauvon häiriötilanteissa.

2 TEORIAA PUTKISTOISTA

Tarpeettomiksi jäävät putkistojen osat on syytä erottaa käyttöön jäävistä osista jo pelkästään korroosioteknisistä syistä. Esimerkiksi höyryputket ovat erityisen alttiita korroosiolle, jos aine ei virtaa niissä. Kun höyry ei virtaa, se lauhtuu ja aiheuttaa paineiskuja. Höyryn lauhtuessa sen tilavuus pienenee ja syntyy alipaine, joka imee putkeen ilmaa. Lauhdevesi ja ilma aiheuttavat höyryputkissa merkittävää korroosiota, mikä johtaa lauhteen likaantumiseen, putken rakenteen heikkenemiseen ja vuotoihin.

Toinen merkittävä tekijä on turhista putkistonosista aiheutuvat ylimääräiset lämpöhäviöt ja putkissa seisovien vesien jäätyminen. Putket tulisi linjata suorinta mahdollista reittiä paikasta toiseen lämpöhäviöiden vähentämiseksi ja pumpattavuuden helpottamiseksi.

Putkistojen tulisi olla käyttötarkoitukseen sopivia niin kokonsa, seinämävahvuutensa kuin materiaalinsa puolesta. Lisäksi lähes kaikki putket tulee Suomen oloissa eristää tarkoitukseen sopivalla eristeellä jäätyminen ja höyryn lauhtumisen välttämiseksi. Höyry-, lauhde- ja kuumavesiputkien eristäminen on järkevää jo energiataloudellisista syistä, vaikkei jäätymisvaaraa olisikaan.

2.1 Höyry- ja lauhdejärjestelmät

Höyryä käytetään monenlaisessa teollisuudessa. Aluksi höyryllä tuotettiin vain mekaanista voimaa, mutta nykyään höyryllä siirretään lämpöenergiaa. Höyryä voidaan helposti siirtää höyryputkistoa pitkin. Höyryä käytetään tuottamaan sähköenergiaa syöttämällä höyryä generaattoreita pyörittäviin turbiineihin. Höyry soveltuu erinomaisesti ilmankostuttamiseen. Höyryä saadaan höyrykattiloista höyrystämällä vettä erilaisia polttoaineita polttamalla. Höyryä voidaan tuottaa myös kuumilla prosessikaasuilla tai ottaa väliottohöyryä voimalaitoksen höyryturbiineista. Tulipa höyry mistä hyvänsä, tulee sitä johtaa kulutuskohteeseen oikeanlaatuiseena riittävä määrä mahdollisimman taloudellisesti. (Spirax, 1)

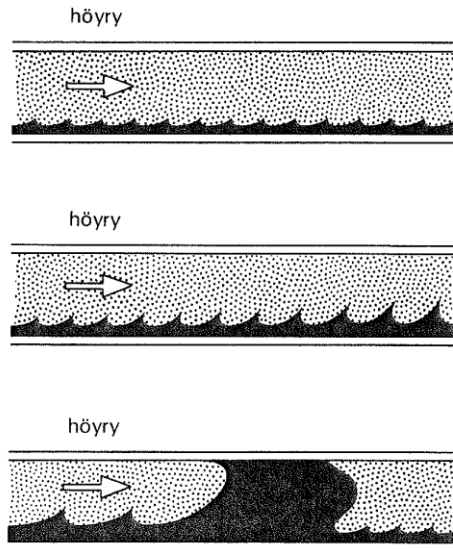
Kulutuskohteissa höyry luovuttaa höyrystyslämpönsä, eli lauhuu. Valitettavasti merkittävä osa höyryn kokonaislämpösisällöstä on nestelämpöä, jonka syntynyt lauhde sisältää. Lämpösisältönsä lisäksi lauhde on myös tislattua vettä, mikä kannattaa kerätä talteen ja syöttää uudelleen höyrykattilaan. Lauhteenkeräilyn ongelmana on hönkähöyry, jota muodostuu noin 10 % käytetyn höyryn määrästä. Hönkähöyryä syntyy lauhteen siirtyessä höyryputkistosta lauhdeputkistoon paine-eron vuoksi. Muodostunut hönkähöyry kannattaa käyttää hyödyksi. (Spirax, 1)

2.2 Höyryn jakelu

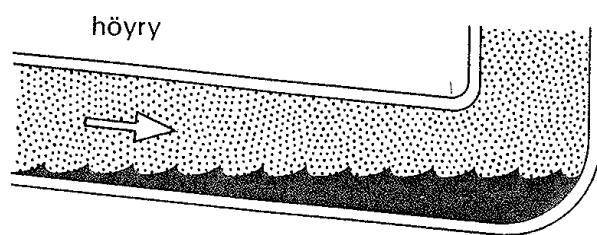
Höyry tulisi siirtää voimalaitokselta kulutuskohteeseen mahdollisimman taloudellisesti. Jakeluputkiston tulee johtaa hyvälaatuista höyryä riittävä määrä, oikean paineisena ja mahdollisimman pienellä lämpöhäviöllä kulutuskohteeseen. Teollisuudessa käytetään yleisimmin kylläistä höyryä. Tulistettua höyryä käytetään pääasiassa voimalaitoksissa höyryturbiinien pyörittämiseen sähköntuotannossa.

Höyryputket aiheuttavat yleensä enemmän ongelmia kuin muut putket. Suuri ongelmien aiheuttaja on riittämättömästä vesityksestä johtuen höyryputkiin muodostuva lauhde. Höyry alkaa lauhua välittömästi kattilasta höyryputkeen päästyään. Laitoksen käynnistysvaiheessa, kun putket ovat kylmiä, on lauhteenmuodostus suurinta. Putkien lämmitessä lauhteenmuodostus pienenee. Kunnollinen höyryputkien eristys vähentää lauhteenmuodostumista. Kuvasta 3 nähdään, kuinka vesi-isku muodostuu höyryputkessa. Lauhde virtaa putken pohjalla hitaammin kuin höyry. Lauhdemäärän lisäänty-

essä höyryn virtausnopeus kasvaa höyrymäärän pysyessä samana. Kulutuksen vaihdella höyryn virtausnopeus vaihtelee, mikä kasvattaa vesi-iskuvaaraa. Venttiilit ja mutkat kasvattavat vesi-iskuvaaraa, jos lauhteenpoisto ei ole riittävän tehokasta. Kuvasta 4 nähdään, kuinka ylöspäin kääntyvä putki on puoliksi lauhdeveden täyttämä. Höyryn virtausnopeus kaksinkertaistuu ja painehäviö kasvaa. Putken nousukohtiin on järjestettävä vesitys, ettei lauhde aiheuta kuristusta ja vesi-iskuja. (Spirax, 4)



Kuva 3. Vesi-iskun muodostuminen höyryputkessa (Spirax, 4)



Kuva 4. Lauhdevedellä puoliksi täyttynyt höyryputki (Spirax, 4)

2.2.1 Höyryn paineen valinta

Yksi putkiston suunnittelun tärkeimmistä päätöksistä on, millä paineella höyryä siirretään. Valittavan usein höyryä otetaan sieltä mistä sitä helpoiten saadaan, paineesta ja putkiston kapasiteetista välittämättä. Matalapaineinen höyry sisältää enemmän höy-

rystysenergiaa painoyksikköä kohden kuin korkeapaineinen höyry, ja on siksi parempaa lämmitykseen. Matalapaineinen höyry muodostaa vähemmän hönkähöyryä kuin korkeapaineinen, ja siten lauhde on helpompi hallita. Paineen valinnassa tulee huomioida kyseisen käyttökohteen tarvitsema lämpötila ja paine. Lämmönsiirtopintojen ja putkistojen lämpöhäviöt on huomioitava, jotta riittävä lämpöteho saadaan perille asti. Höyryn painetta tarvitaan myös lauhteenpoistoon, erityisesti jos lauhdetta joudutaan nostamaan ilman lauhteen pumppausta. Valitettavasti matalapaineinen höyry tarvitsee enemmän tilaa kuin korkeapaineinen. Höyryn jakelu matalalla paineella vaatii siis suurempia putkia kuin jakelu korkealla paineella. Usein höyry kannattaa siirtää korkeapaineisena ja laskea painetta ennen käyttökohdetta. Korkea paine tosin nostaa putken pintalämpötilaa ja näin ollen myös lämpöhäviöitä pinta-ala-yksikköä kohti. Jos höyryputkisto on jo olemassa, on valittava pienin mahdollinen paine. Tärkeä paineen valintaan vaikuttava seikka on putkikoon valinta ja päinvastoin. (Spirax, 3)

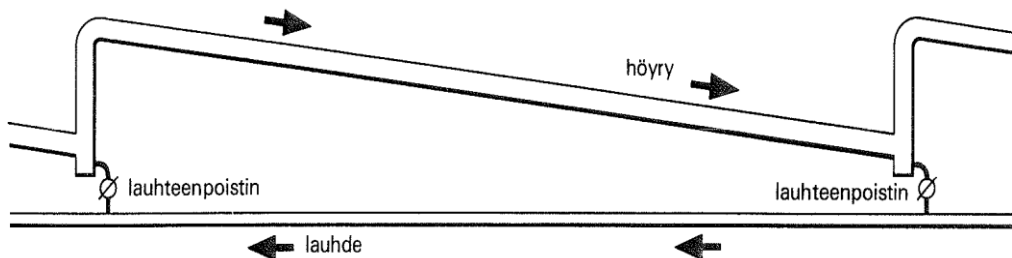
2.2.2 Höyryputken mitoitus

Paineen valinnan jälkeen valitaan sopivan kokoiset höyryputket. Olemassa olevia putkistoja pyritään jälleen hyödyntämään. Usein putkikoko valitaan höyrykattilan tai höyryä kuluttavan laitteen yhteen koon mukaan. Putkien ylimitoittaminen ei ole järkevää, sillä ylimitoitettut putket maksavat paljon enemmän kuin oikein mitoitettut. Eristys, putkien ankkurointi ja venttiilit kallistuvat myös huomattavasti putkikoon kasvaessa. Ylimitoitettujen putkien käyttökustannukset ovat myös suuremmat. Esimerkiksi DN 80 -putkessa on noin 50 % suurempi lämpöä luovuttava pinta-ala kuin DN 50 -putkessa. Lämpöhäviöt ovat siis noin 50 % suuremmat ja putkistoon muodostuu lauhdetta myös noin 50 % enemmän. Jos lauhdetta ei poisteta putkistoista kunnollisilla vesityksillä, laskee höyryn laatu ja laitoksen teho. Höyryputkien alimitoitus aiheuttaa myös ongelmia. Putki ei pysty siirtämään tarpeeksi höyryä kuluttajille ja putket aiheuttavat suuria painehäviöitä, minkä seurauksena laitoksen teho laskee. Alimitoitetuissa putkissa suuri höyryn virtausnopeus aiheuttaa kulumista ja mahdollisesti vesi-iskuja. (Spirax, 3)

2.2.3 Höyryputkiston suunnittelu

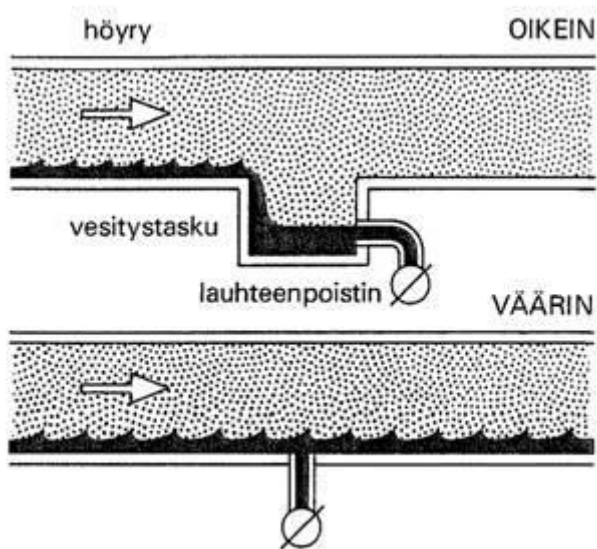
Seuraavassa esitetään kahdeksan huomioitavaa seikkaa höyryputkien ja vesitysten suunnittelussa (Spirax 4-6):

1. Höyryputken tulee olla virtaussuuntaan laskeva. Laskun tulee olla 3 – 5 mm/m (= n. 40 mm/10m). Putken kallistuksella varmistetaan lauhteen esteetön poistuminen putkesta sekä laitoksen käydessä että seisokeissa.
2. Kylläisen höyryn höyryputket vesitetään säännöllisin välein. Vesitys tulee järjestää noin 30 – 50 m välein. Linja vesitetään aina myös matalimmilta kohdiltaan.
3. Vesityskohdat toimivat tehokkaasti, kun höyryputki laskee suoraviivaisesti virtaussuuntaan. Kuvassa 5 nähdään kuinka vesitetään pitkä höyryputki. Höyryputki nostetaan vesitysvälein välin laskun verran ylös pystysuoraan. Vesityskohdassa höyry kääntyy ylös ja lauhde valuu alas lauhteenpoistimelle.



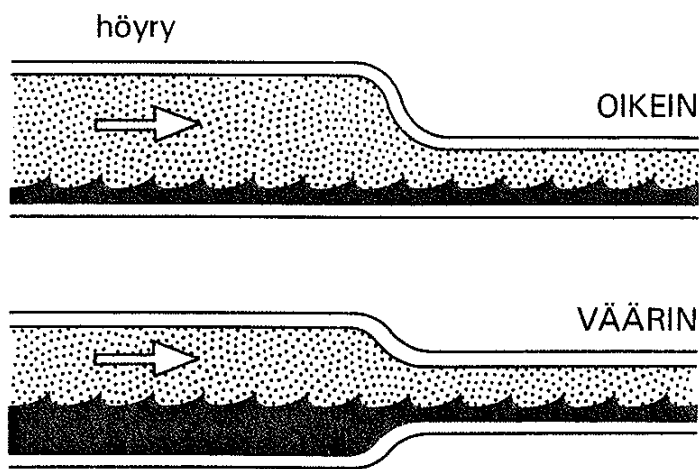
Kuva 5. Pitkän höyryputken vesitys (Spirax, 5)

4. Vesitystaskut tulee rakentaa riittävän suuriksi putken kokoon nähden, kuten kuvassa 6 ylhäällä. Jos vesitystasku on liian pieni kuten kuvassa 6 alhaalla, ei lauhde ehdi kääntyä taskuun, vaan jatkaa matkaansa höyryputkessa. Putken nimelliskoon kokoinen tasku on paras ratkaisu alle 100 mm putkilla. Suuremmilla putkilla voi vesitystasku olla 2 – 3 nimelliskokoa pienempi kuin putki.

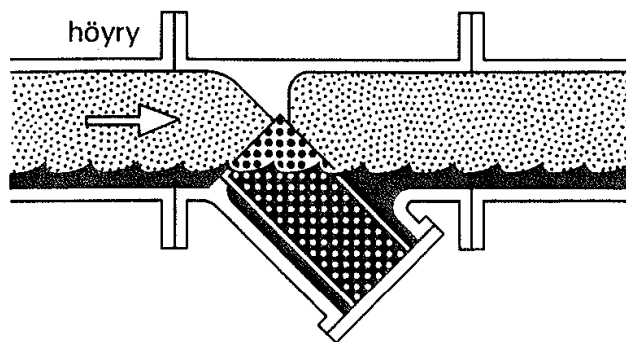


Kuva 6. Vesitystasku (Spirax, 5)

5. Höyryputkissa tulee välttää paikkoja, joihin lauhde voi kerääntyä. Kuvassa 7 nähdään höyryputken supistus oikein ja väärin toteutettuna. Höyryputkeen tulee supistus tehdä epäkeskeisesti, jolloin lauhde pääsee vapaasti virtaamaan seuraavaan vesityskohtaan. Suodattimet kasvattavat vesi-iskuvaaraa, jos ne on asennettu suodattimen pesä alapäin, kuten kuvassa 8. Suodatin kerää lauhdetta ja aiheuttaa virtausvastusta. Suodattimet asennetaan höyryputkiin vaakatasoon ongelmien välttämiseksi eli sihtilieriön pesä sivulle.

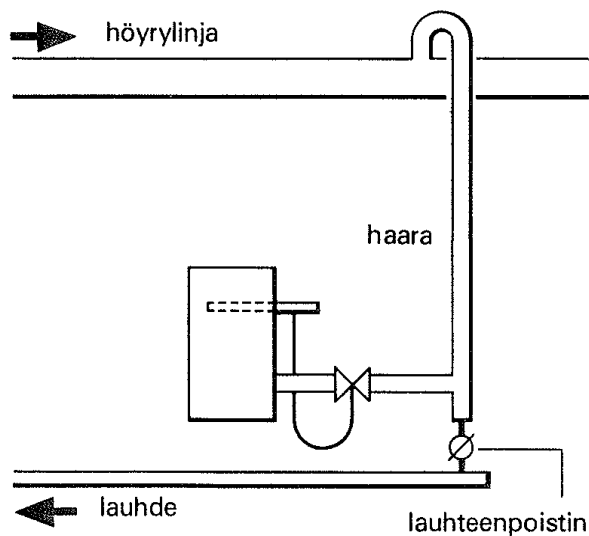


Kuva 7 Höyryputken supistus (Spirax, 5)



Kuva 8 Väärin asennettu höyryputken suodatin (Spirax, 5)

6. Höyryputkeen liitettävät haarat otetaan aina putken yläpinnalta. Näin putken pohjalla mahdollisesti oleva lauhde ei pääse haaraan, vaan sinne saadaan kuivinta mahdollista höyryä. Kun höyrylinja kulkee korkeammalla kuin höyryä kuluttava laite, otetaan haara putken päältä ja vesitetään alas tuleva höyryputki, kuten kuvassa 9. Vesitys on järjestettävä erityisesti, jos alhaalla ennen kojetta on säätö- tai paineenalennusventtiili. Laitoksen pysähtyessä venttiili täyttyy lauhdevedellä, jos vesitystä ei ole järjestetty.



Kuva 9 Höyrylinjan haaroitus (Spirax, 5)

7. Vedenerottimien käyttö höyrylinjoissa on suositeltavaa. Vedenerottimia käyttämällä saadaan lauhteetonta ja kuivempaa höyryä, joka pidentää höyryllä toimivien laitteiden käyttöikää ja parantaa niiden tehoa.
8. Koska aina ei voida välttää vesi-iskuhen riskiä höyrylinjoissa, on tällöin käytettävä lauhteenpoistimia, jotka kestävät vesi-iskuja. Termodynaamiset – ja avouimurilauhteenpoistimet ovat tällöin hyviä vaihtoehtoja.

2.2.4 Höyryputkiston lämpölaajeneminen

Höyryputkien lämpötilaerot ovat suhteellisen suuria kun verrataan käyvän ja seisovan laitoksen putkia. Höyryputket pitenevät merkittävästi höyryn lämmittäessä niitä. Mi-

käli höyryputkelle ei ole järjestetty kunnollisia laajentumismahdollisuuksia, aiheuttaa putkien piteneminen helposti putkien roikkumista ja mahdollisesti mekaanisia putkistovaurioita. Suorat pitkät putkilinjat tulee varustaa lämpöliikkeet mahdollistavilla putkenosilla. Höyryputkien haarat tulee tehdä kiinteisiin ankkurointikohtiin. Putkiston lämpöliikkeet sallivia putkiston osia ovat muun muassa paisuntalenkki, -lyyra ja paljetasain. (Spirax, 7)

2.2.5 Höyryputkiston lämpöhäviöt

Kaikki höyryputket kannattaa eristää lämpöhäviöiden minimoimiseksi. Tavallisella eristyksellä voidaan vähentää höyryputken lämpöhäviöitä helposti viidesosaan verrattuna eristämättömään putkeen. Eristeen tehokkuus riippuu eristemateriaalista ja asennustavasta. Useimpien eristeiden eristyskyky perustuu ilmaan eristeen sisällä, siksi on tärkeää, ettei eristettä murskata tai kastella. Riittävä suojaus mekaanista rasitusta ja kosteutta vastaan on tarpeellinen etenkin putkien ulkoasennuksissa. Höyryputken lämpöhäviöt veteen tai märkään eristeeseen voivat olla jopa 50 kertaa suuremmat kuin ilmaan. Tämä tulee muistaa kun putkia kulkee maan lähellä tai kostealla alueella, tai esimerkiksi putken läpivientikohdassa seinän läpi. Lämpöhäviöitä kasvattavat myös eristämättömät laipat ja venttiilit. Putken eristys lopetetaan usein jonkin verran ennen laippaliitosta. Tämä kasvattaa lämpöhäviöitä. Nyrkkisääntönä voidaan sanoa laippaliitoksen vastaavan noin 0,3 metrin eristämättömää putkea. Laippoja ja venttiileitä varten on saatavana teollisesti valmistettuja avattavia eristeitä, jotta venttiilien tarvitsema huolto voidaan suorittaa tai laipat avata/kiristää. (Spirax, 9)

2.3 Lauhteen palautus

Höyryn lauhtuessa se luovuttaa höyrystyslämpönsä ja syntyy kuumaa lauhdetta. Tämä paineinen lauhde sisältää huomattavan osan höyryn kokonaislämpösisällöstä. Lauhde on tislattua vettä, joka kannattaa palauttaa voimalaitokselle käytettäväksi kattilan syöttövetenä. Näin säästetään raakavettä, vedenkäsittelykemikaaleja ja polttoainetta. Jos lauhteenkeräily takaisin voimalaitokselle on epätaloudellista, voidaan sitä käyttää esimerkiksi kuumana prosessivetenä. Lauhteenkeräilyyn lauhteenpoistimilta tarvitaan lauhdeputkisto. (Spirax, 10)

Lauhdeputkistot tulee suunnitella ja mitoittaa oikein, jotta lauhteenpalautus toimii ongelmitta. Lauhdeputkiston vastapaine ei saa nousta liikaa, jotta lauhteenpoistimet toimisivat. Ideaalitulanteessa lauhdeputkessa oleva putouskorkeus voittaa putkessa vaikuttavan virtausvastuksen maksimikuormalla. Käynnistystilanteessa höyrynpaine on usein matala, johtuen suuresta lauhteenmuodostuksesta höyryputkissa. Maksimi paine-erolla lauhteenpoistimen yli saadaan sen maksimi läpäisykyky. Useimmat lauhteenpoistimet toimivat suurestikin vaihtelevilla vastapaineilla, mutta vastapaine vaikuttaa poistimen läpäisymäärään. Lauhteenpoistimet poistavat myös höyryputkistoon tulleen ilman lauhdeputkeen ilmanpoistokykynsä mukaan. Lauhdeputkessa jossa lauhde virtaa painovoimaisesti tulee olla tilaa myös ilmalle. Usein lauhteenpalautus painovoimaisesti ei onnistu vaan joudutaan käyttämään lauhteenkeräilyssäiliöitä, joista se pumpataan takaisin voimalaitokselle. Tässä tapauksessa vastapainetta ei muodostu liikaa ja se pysyy suhteellisen vakiona. Säiliöt tasaavat kuormituksen vaihteluita. (Spirax, 10)

Lauhdejärjestelmä voi olla joko avoin tai suljettu. Avoimessa järjestelmässä lauhteenkeräilyssäiliö on varustettu hönkäukolla, josta muodostunut hönkähöyry pääsee poistumaan lauhdejärjestelmästä. Tässä tapauksessa lauhdeputkiston paine ei pääse nousemaan kovin suureksi. Avointa järjestelmää käytetään yleensä vain pienillä höyrynpaineilla. Suljetuissa järjestelmissä käytetään syntynyt hönkähöyry hyödyksi. (Spirax, 10)

2.3.1 Lauhdeputken mitoitus

Lauhdeputken mitoittaminen täsmälleen oikean kokoiseksi on vaikeaa, sillä siinä pitää olla tilaa sekä lauhteelle että hönkähöyrylle, jota muodostuu kuumen lauhteen paineen laskiessa lauhteenpoistimessa. Hönkähöyry vaatii lauhdeveteen verrattuna suuremman tilan painoyksikköä kohti, koska se on lauhdetta kevyempää. Toisaalta hönkähöyry virtaa lauhdeputkessa nopeammin kuin lauhde. Laskennallisessa mitoituksessa tulisi huomioida myös paineet ja lämpötilat, sekä niiden erotukset. Pienillä alle 10 baarin höyrynpaineilla lauhdeputki voidaan mitoittaa yksinkertaisesti kylmän laitoksen käynnistyskuorman lauhdemäärän mukaan. Laitoksen käynnistyksessä höyry lauhtuu nopeasti ja sen johdosta lauhdetta muodostuu kaksi- tai kolminkertainen määrä normaaliin käyntitulanteeseen verrattuna. Samanaikaisesti käyntiinajovaiheessa ei muo-

dostu niin paljon hönkähöyryä kuin käyntivaiheessa, koska höyryputkista poistuva lauhde on kylmempää. Kun laitos on ajettu ylös, on muodostuvan lauhteen määrä laskenut ja lämpötila noussut. Käynnistyskuormana tulee pitää vähintään kaksinkertaista käyttökuormaa. Korkeammilla paineilla hönkähöyry vaatii vielä enemmän tilaa. (Spirax, 10)

2.3.2 Lauhteen nosto

Aina ei lauhdeputkea voida rakentaa virtaussuuntaan laskevaksi, vaan lauhdetta joudutaan nostamaan. Lauhdetta voidaan teoriassa nostaa höyrynpaineella jokaista 0,11 baa-ria kohti yksi metri. Käytännössä varmin tapa on kuitenkin käyttää lauhteen nostoon pumppua. Kun rajatapauksissa nostetaan lauhdetta höyrynpaineella, syntyy lauhdeputkissa usein vesi-iskuja, jotka aiheuttavat melua ja putkistovaurioita. Tällöin lauhteenpoistimen tulee olla mekaanista rasitusta kestävä. Nostokorkeuden ja virtausvas- tuksen aiheuttama vastapaine pienentää paine-eroa lauhteenpoistimen yli, ja siten poistimen kapasiteetti myös pienenee. Tämä on myös otettava huomioon lauhteen- poistinta valittaessa. (Spirax, 11)

2.3.3 Linjavesitykset

Vaikka lauhdeputket olisivat oikein mitoitetut, saattaa silti linjavesityksistä aiheutua ongelmia. Lauhde- ja höyryputket kulkevat usein rinnakkain, mutta lauhde ja höyry virtaavat vastakkaisiin suuntiin. Höyryyn kulutuskohteessa lauhde kerätään ennen pumppua säiliöön, josta se pumpataan lauhdelinjaan ja takaisin voimalaitokselle. Lauhde ehtii jäähtyä lauhteenpoistimen jälkeen, säiliössä ennen pumppua ja lauhdeputkessa pumpun jälkeen. Linjavesityksissä lauhteenpoistimelta tuleva kuuma lauhde hönkähöyryineen johdetaan helposti lähimpään lauhteenpalautuslinjaan, joka saattaa olla jo täynnä pumpulta tulevaa viileämpää lauhdetta. Hönkähöyry ei mahdu virtaamaan lauhdetta täynnä olevassa lauhdeputkessa erillään lauhteesta. Ahtaalla veden seassa virtaava hönkähöyry aiheuttaa vesi-iskuja. Hönkähöyryyn osittainen lauhtuminen, sen joutuessa viileämmän lauhteen joukkoon, aiheuttaa myös vesi-iskuja.

Edellä mainitut ongelmat voidaan välttää keräämällä kaikki lauhteet ensin säiliöön, josta ne pumpataan takaisin voimalaitokselle tai rakentaa putkistolauhteille erilliset lauhteenpalautuslinjat. (Spirax, 11)

3 PUTKISTOKARTOITUS

Työn tärkein osuus eli putkilinjojen kartoitus on teoriassa helppo tehdä PI-kaavioita ja muita dokumentteja tutkimalla. Käytännössä työtä hankaloitti kuitenkin dokumenttien hankala löydettävyys, sillä työssä tarvittavat dokumentit eivät löytyneet yhdestä ja samasta kansioista. Toinen työtä merkittävästi hankaloittanut tekijä oli se, että suuri osa dokumenteista ei ole ajantasalla. Kun putkilinjoihin tehdään muutoksia, tulisi ne muistaa päivittää myös PI-kaavioihin ja kaikkiin yhtiön käytössä oleviin dokumenttienhallintajärjestelmiin. Vuosien varrella näin ei kuitenkaan aina ole toimittu. Ainoa keino kartoittaa putkien todellinen kulku ja saattaa dokumentit ajan tasalle on suorittaa empiirinen tutkimus kulkien kentällä ”käsi putkella”.

Suoritin putkistojen kenttätutkimuksen vuorotyön ohella alkaen vappuaattona 2009. Tutkimus suoritettiin pääasiassa touko- kesäkuun aikana, mutta osittain myös kesän kuluessa.

Kuorikattilan sisäiset putkistot eivät vaadi muutoksia vaan ne voidaan purkaa ilman huolta muun tehtaan toiminnan häiriintymisestä, kunhan kattila on ensin poistettu käytöstä ja ”eristetty” muusta tehtaasta.

3.1 Höyryputket

Höyryputkien tulppaaminen vaatii tulppauskohdan kunnollisen eristämisen höyryverkosta turvallisuusnäkökohtien vuoksi. Kunnollisella eristämällä tarkoitetaan vähintään kahta peräkkäistä venttiiliä tai sokeointia ja venttiiliä. Tulppauskohdat on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman lähelle runkoputkia niin, että "oksat" putkistoissa jäisivät mahdollisimman lyhyiksi. Putkistojen haarat, joissa aine ei virtaa, ovat yleensä ongelmallisia, sillä höyry lauhtuu vedeksi, mikä aiheuttaa paineiskuja. Putkiin kertynyt vesi saattaa lisäksi jäätyä aiheuttaen putkistovaurioita. Lyhyiden "oksien" vuoksi tulppauskohtien eristäminen höyryverkosta on ainakin hankalaa ellei mahdotonta ilman suurempia muutoksia. Käytännössä tulppauustyöt on helpointa tehdä höyryseisokissa, jolloin koko tehtaan höyryverkko on paineettomana. Tässä tapauksessa eristystä ei tarvitse erikseen tehdä. Näin voidaan myös ylimääräiset venttiilit poistaa

käytöstä jättämällä ne höyryverkon ulkopuolelle tekemällä tulppaus mahdollisimman lähelle ”oksan tyveä” eli höyryverkon käyttöön jäävää runkoputkea.

3.2 Vesiputket

Vesiputkilla tarkoitetaan tässä lauhdetta, lisävetä (ionivaihdettu vesi), makrovettä (suodatettu vesi), talousvettä ja palovettä sisältäviä putkia.

Vesiputket voidaan periaatteessa tulpata ilman vesiseisokkia. Tulppauskohdat ovat sulkuventtiilein erotettavissa käyttöön jäävistä putkiston osista. Mitään takeita sulkuventtiilien vedenpitävyydestä ei kuitenkaan ole, joten varmintä olisi tulpata vesiputket vesiseisokissa. Samalla voitaisiin jättää myös yksi ylimääräinen venttiili kunkin putkiston ulkopuolelle ja näin pienentää vuotoriskiä. Sekä turvallisuus että teknisistä syistä ei kaikkia vesiverkkoja voida kuitenkaan tyhjentää samalla kertaa. Vähintäänkin sammutusvettä ja välttämättömimpien pumppujen poksien jäähdytysvettä täytyy joka tilanteessa olla saatavilla. Ainakin palo- ja makrovedellä voidaan väliaikaisesti korvata toisensa, joten näiden hyödykkeiden seisokit tulee järjestää eri ajankohtina.

3.3 Kaasuputket

Maakaasuputkien tulppaus on suoritettava ehdottomasti kaasuseisokissa, jossa vähintäänkin tulpattava kaasulinja, mielellään kuitenkin koko tehtaan kaasuverkko, on kokonaisuudessaan tyhjennettävä, eristettävä käytössä olevista osista ja tyytettävä. Mikäli näin ei toimita tulityötä kaasuputkelle suorittaessa, on tulipalon tai räjähdysvaara suuri.

3.4 Paineilmaputket

Paineilmaputket voidaan tulpata verkon ollessa paineessa, mikäli sulkuventtiilit ovat tiiviitä. Tulppaustyötä voidaan ensin yrittää ilman paineilmaseisokkia, mutta on mahdollista, että seisokki kuitenkin tarvitaan.

3.5 Jätevesi- ja lieteputket

Jätevesi- ja lieteputkien muutostyöt vaativat luonnollisesti kyseisten tuotteiden pumppausten pysäyttämistä töiden ajaksi. Käytännössä lietteiden pumppauksen väliaikainen lopettaminen jätevedenpuhdistamolta on mahdollista tehtaan käydessä normaalisti, kunhan varmistetaan, ettei pumppauskatkoksen aikana puhdistamo kuormiteta erityisen paljoa. Varminta kuitenkin olisi suorittaa muutostyöt koko tehtaan seisokin yhteydessä silloin, kun varmasti tiedetään jätevesikuorman olevan pieni.

4 TOIMENPIDESUOSITUS

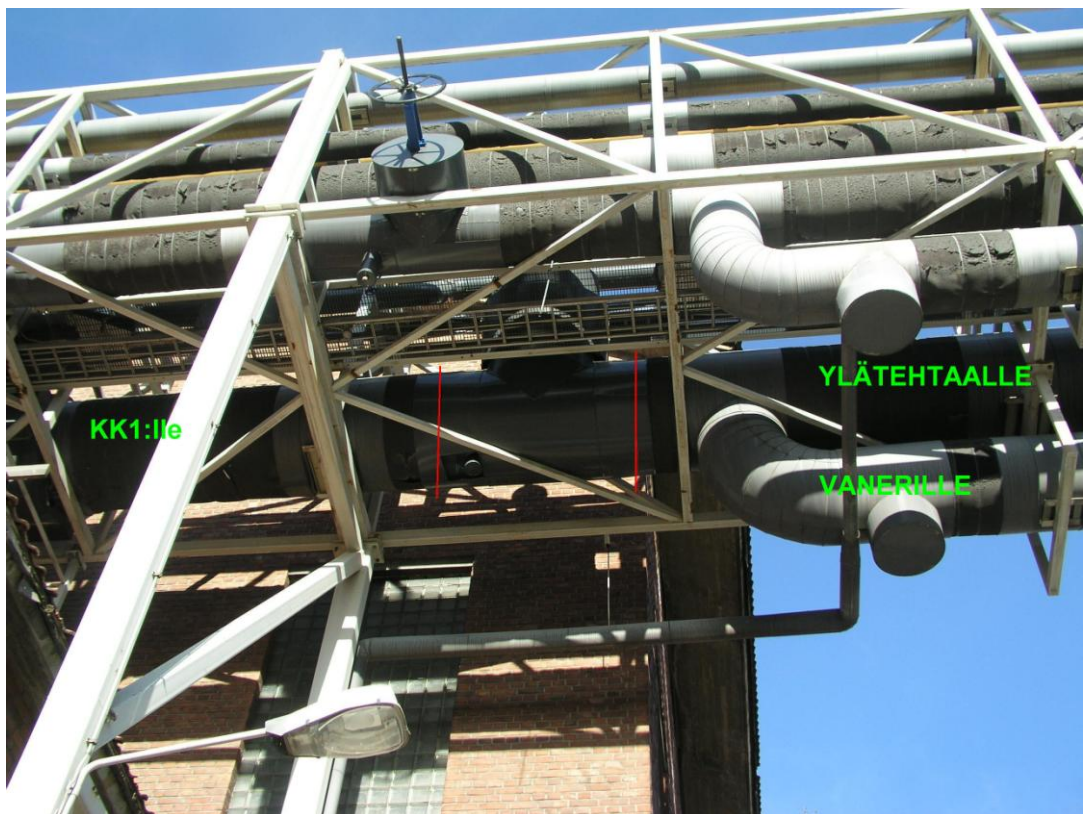
Tässä osassa selvitetään, mitä muutoksia putkistoihin täytyy tehdä, jotta kuorikattilarakennusten purkaminen ei häiritsisi muun tehtaan toimintaa. Ennen rakennusten purkamista on kuitenkin muistettava erottaa rakennukset muusta tehtaasta myös sähköyhteyksien osalta.

4.1 Tulppauskohdat

Seuraavassa on käsitelty putkilinjojen tulppauskohtia yksityiskohtaisesti. Tulppauskohdat on merkitty kentällä punaisilla kylteillä, joissa lukee ”HVL PURKU, TULPPAUSKOHTA” ja tulppauskohdan numero. Tulppauksia suunniteltaessa ei ole huomioitu vaneritehtaan sulkemisesta mahdollisesti aiheutuvia muutoksia. Oletuksena siis on, että vaneritehtaalle on mahdollista syöttää höyryä ja muita hyödykkeitä kuten aiemminkin.

4.1.1 Tulppauskohta 1

Tulppauskohta numero yksi on kuorikattila 1:lta ylätehtaalle menevässä DN 900:ssa, 3 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs, paineluokaltaan 16 baaria (SFS 5585 putkiluokka 16C1B). Linja tulpataan putkisillalta kuorikattiloiden sosiaalitulojen yläpuolelta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuoto mahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäät putken päähän. Kuvassa 10 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 10. Tulppauskohta 1

4.1.2 Tulppauskohta 2

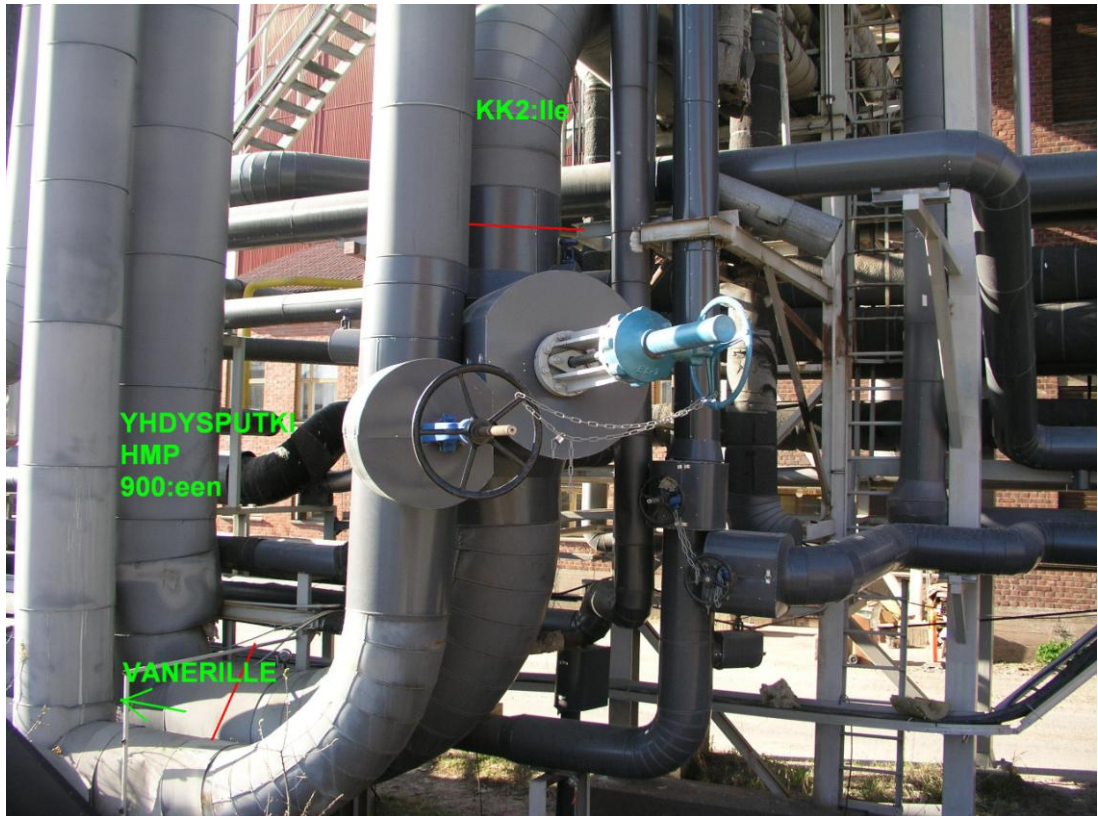
Tulppauskohta numero kaksi on kuorikattila 2:lta ylätehtaalle menevässä DN 600:ssa, 3 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluo-
kaltaan 16 baaria (SFS 5585 putkiluokka 16C1B). Linja tulpataan putkisillalta tur-
biinisalin kaakkoiskulmalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin
käyttöön jäävän höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdolli-
suus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 11 on vaih-
toehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 11. Tulppauskohta 2

4.1.3 Tulppauskohta 3

Tulppauskohta numero kolme on kuorikattila 2:lta vaneritehtaalle, tutkimuskeskukselle ja paloasemalle menevässä DN 600:ssa, 3 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluokaltaan 16 baaria (SFS 5585 putkiluokka 16C1B). Linja tulpataan kuorikattiloiden sosiaalitulojen edestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän (vaneritehtaan) höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 12 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 12. Tulppauskohta 3

4.1.4 Tulppauskohta 4

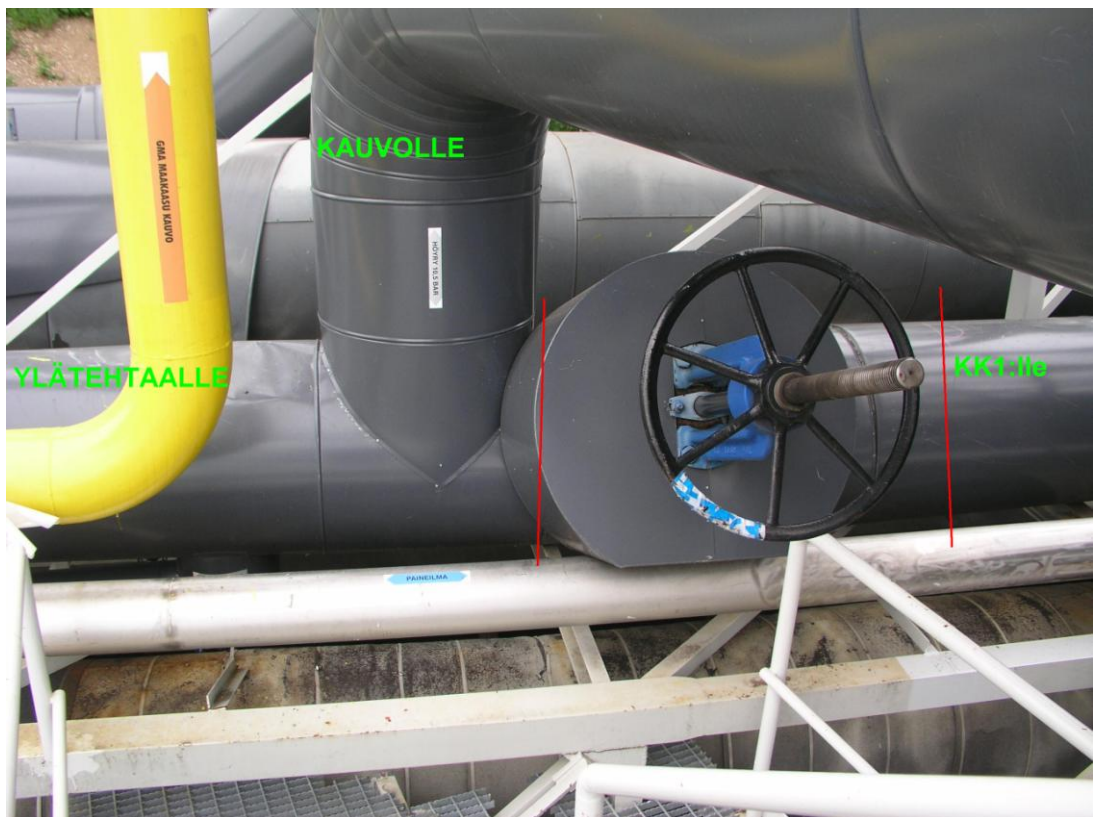
Tulppauskohta numero neljä on kuorikattila 2:lta lietepuristamolle menevässä DN 350:ssa, 3 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluokaltaan 16 baaria (SFS 5585 putkiluokka 16C1B). Linja tulpataan putkisillalta lietepuristamon vierestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän höyryverkon puolelta (lietepuristamon puolelta), jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Kuvassa 13 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 13. Tulppauskohta 4

4.1.5 Tulppauskohta 5

Tulppauskohta numero viisi on kuorikattila 1:lta ylätehtaalle menevässä DN 500:ssa, 10 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluo-
kaltaan 25 baaria (SFS 5586 Putkiluokka 25C1B). Linja tulpataan putkisillalta Kau-
von haaran kohdalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyt-
töön jäävän höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus.
Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 14 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 14. Tulppauskohta 5

4.1.6 Tulppauskohta 6

Tulppauskohta numero kuusi on kuorikattila 1:lta ylätehtaalle menevässä DN 250:ssa, 10 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluo-
kaltaan 25 baaria (SFS 5586 Putkiluokka 25C1B). Linja tulpataan putkisillalta kuori-
kattiloiden sosiaalitulojen yläpuolelta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mie-
luummin käyttöön jäävän höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuoto-
mahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 15
on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 15. Tulppauskohta 6

4.1.7 Tulppauskohta 7

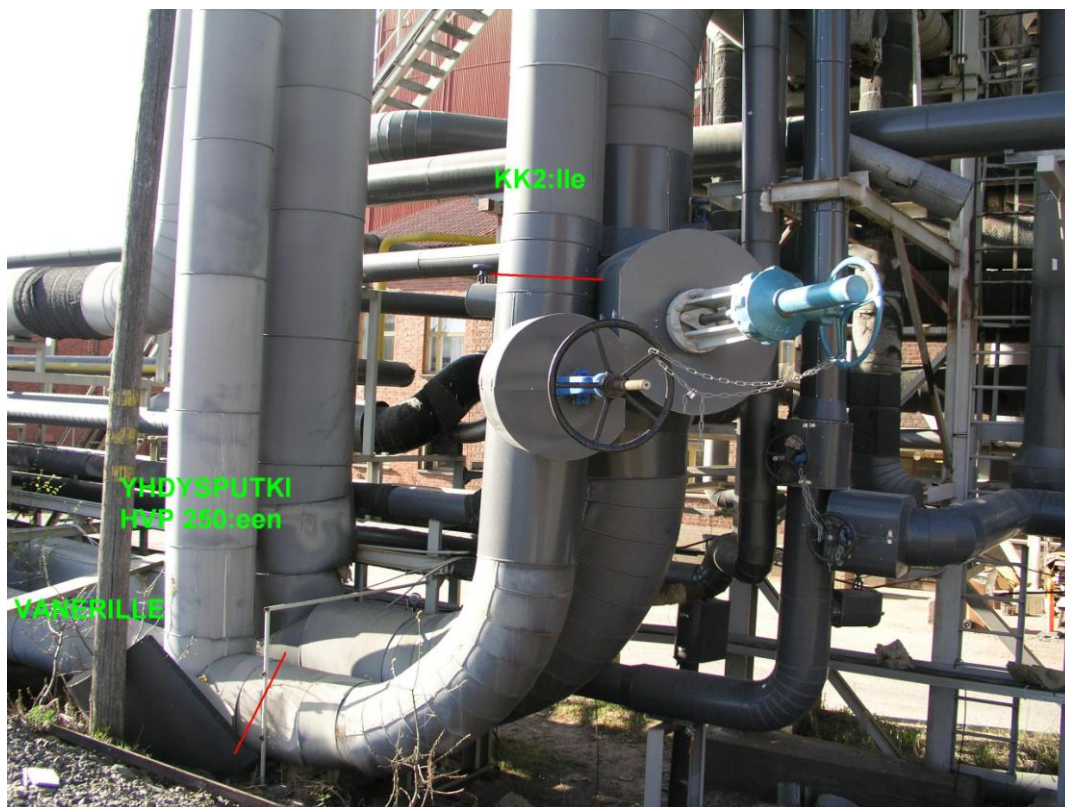
Tulppauskohta numero seitsemän on kuorikattila 1:lta ylätehtaalle menevässä DN 250:ssa, 10 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumaluja seostamaton teräs paineluokaltaan 25 baaria (SFS 5586 Putkiluokka 25C1B). Linja tulpataan putkisillalta turbiinisalin kaakkoiskulmalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mie-
luummin käyttöön jäävän höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuoto-
mahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 16 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 16. Tulppauskohta 7

4.1.8 Tulppauskohta 8

Tulppauskohta numero kahdeksan on kuorikattila 2:lta vaneritehtaalle ja tutkimuskeskukselle menevässä DN 350:ssa, 10 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina on kuumalujaa seostamaton teräs paineluokaltaan 25 baaria (SFS 5586 Putkiluokka 25C1B). Linja tulpataan kuorikattiloiden sosiaalitulojen edestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän (vaneritehtaan) höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Kuvassa 17 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 17. Tulppauskohta 8

4.1.9 Tulppauskohta 9

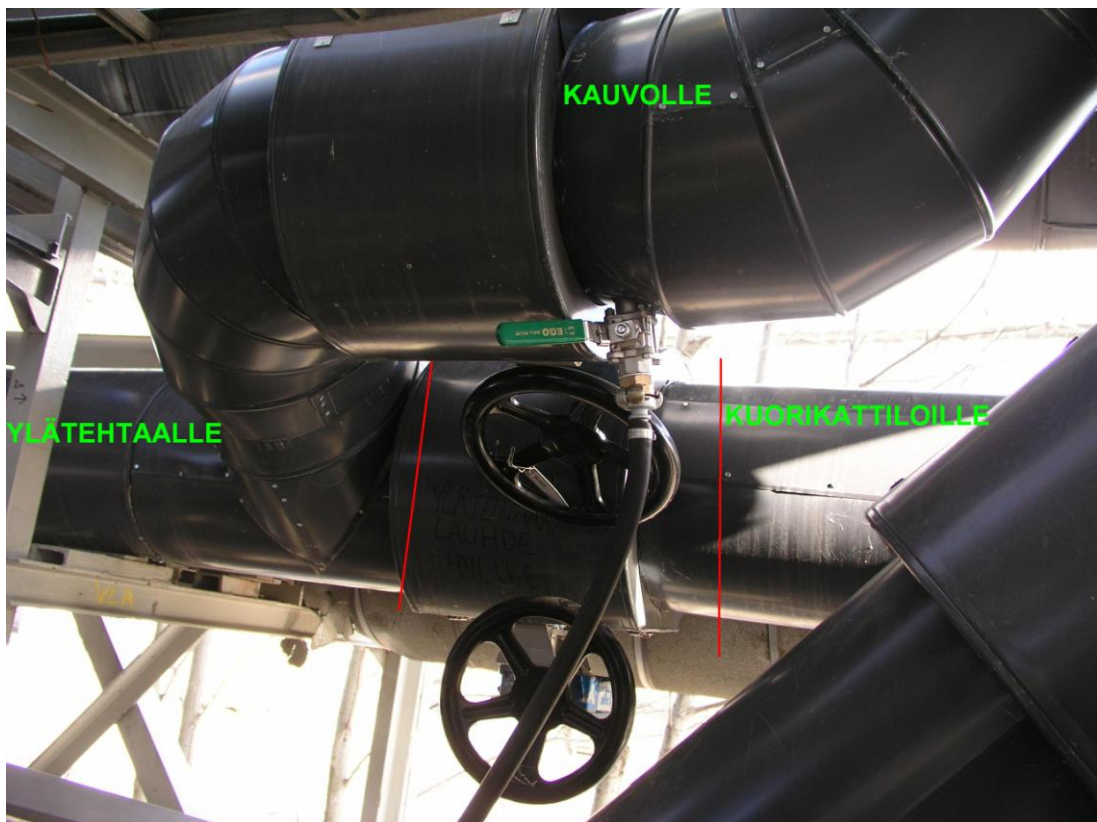
Tulppauskohta numero yhdeksän on kuorikattila 2:lta vaneritehtaalle menevässä 15 baarin höyryputkessa. Putkimateriaalina lienee kuumaluja seostamaton teräs, tarkkaa tietoa ei löytynyt. Linja tulpataan turbiinisalin kaakkoiskulmalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän (vaneritehtaan) höyryverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Kuvassa 18 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 18. Tulppauskohta 9

4.1.10 Tulppauskohta 10

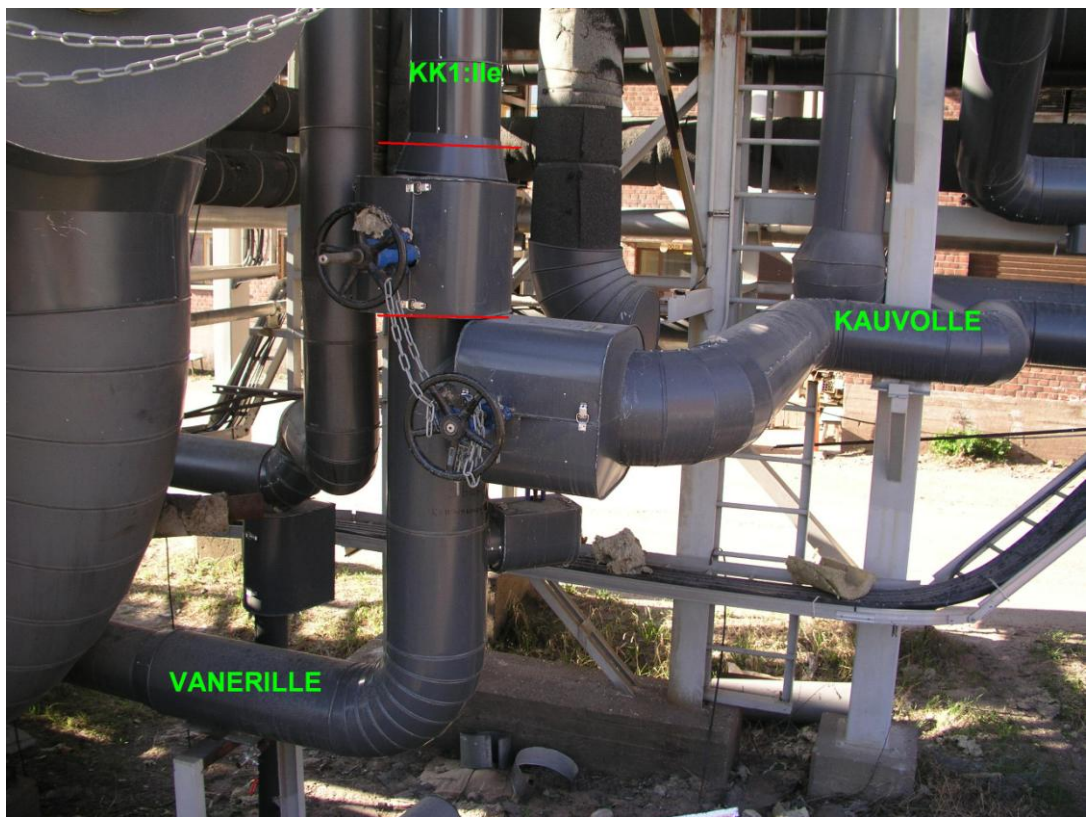
Tulppauskohta numero 10 on ylätehtaalta kuorikattiloille menevässä DN 250:ssa, lauhdeputkessa. Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs paineluo-
kaltaan 16 baaria (SFS 5566 putkiluokka 16H1A). Linja tulpataan putkisillalta Kau-
von haaran jälkeen jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön
jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus
suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 19 on vaihtoehtoiset tulp-
pauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 19. Tulppauskohta 10

4.1.11 Tulppauskohta 11

Tulppauskohta numero 11 on vaneritehtaalta kuorikattiloille menevässä lauhdeputkessa. Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs paineluokaltaan 16 baaria (SFS 5566 putkiluokka 16H1A). Linja tulpataan putkisillalta kuorikattiloiden sosiaalitilojen edestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 20 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 20. Tulppauskohta 11

4.1.12 Tulppauskohta 12

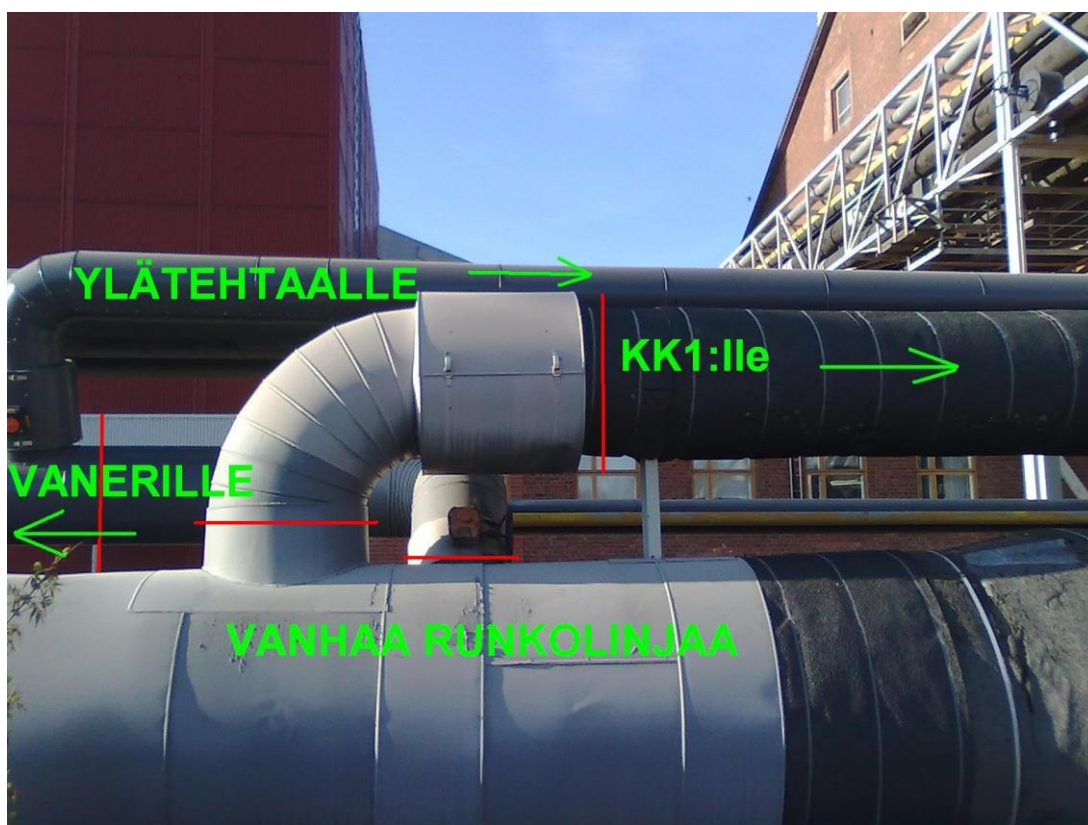
Tulppauskohta numero 12 on ylätehtaalta kuorikattiloille menevässä DN 200:ssa, lisävesiputkessa (ionivaihdettu vesi). Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs paineluokaltaan 10 baaria (SFS 5565 putkiluokka 10H1A). Linja tulpataan putkisillalta Kauvon haaran jälkeen jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Kuvassa 21 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 21. Tulppauskohta 12

4.1.13 Tulppauskohta 13

Tulppauskohta numero 13 on kuorikattila 1:lle menevässä makrovesiputkessa (VSU = suodatettu vesi). Putkimateriaalina lienee ruostumaton teräs, tarkkaa tietoa ei löytynyt. Linja tulpataan putkisillalta kuorikattiloiden sosiaali-tilojen edestä. Mikäli uusi Kouvon makrovesiputkea ja vanhaa lisävesiputkea hyödyntävä makrovesiputki saadaan samalla kertaa käyttöön, ei kuorikattila 1:lle menevää haaraa tarvitse erikseen tulpata. Tässä tapauksessa riittää, että vanha runkolinja erotetaan käyttöön jäävästä putkistosta eli tulppaus tehdään vanhasta runkolinjasta vaneritehtaalle lähtevään putkeen mahdollisimman lähelle uuden ylätehtaalta tulevan putken haaraa. Tähän tulppaukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä kentällä oleva tulppauskohta 13-kyltti on ainoastaan kuorikattila 1:lle menevässä putkessa, vaikka vaihtoehtoisia tulppauskohtia on useita, kuten kuvasta 22 näkyy. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 22 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 22. Tulppauskohta 13

4.1.14 Tulppauskohta 14

Tulppauskohta numero 14 on kuorikattila 2:lle menevässä makrovesiputkessa (VSU = suodatettu vesi). Putkimateriaalina lienee seostamaton teräs, tarkkaa tietoa ei löytynyt. Linja tulpataan sokeoimalla kaivosta turbiinisalin ja kyllästämön välistä. Mikäli uusi Kauvon makrovesiputkea ja vanhaa lisävesiputkea hyödyntävä makrovesiputki saadaan samalla kertaa käyttöön, ei kuorikattila 2:lle menevää haaraa tarvitse lainkaan tulpata. Tässä tapauksessa riittää, että vanha runkolinja erotetaan käyttöön jäävästä putkistosta tulppauskohdan 13 mukaan. Kuvassa 23 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 23. Tulppauskohta 14

4.1.15 Tulppauskohta 15

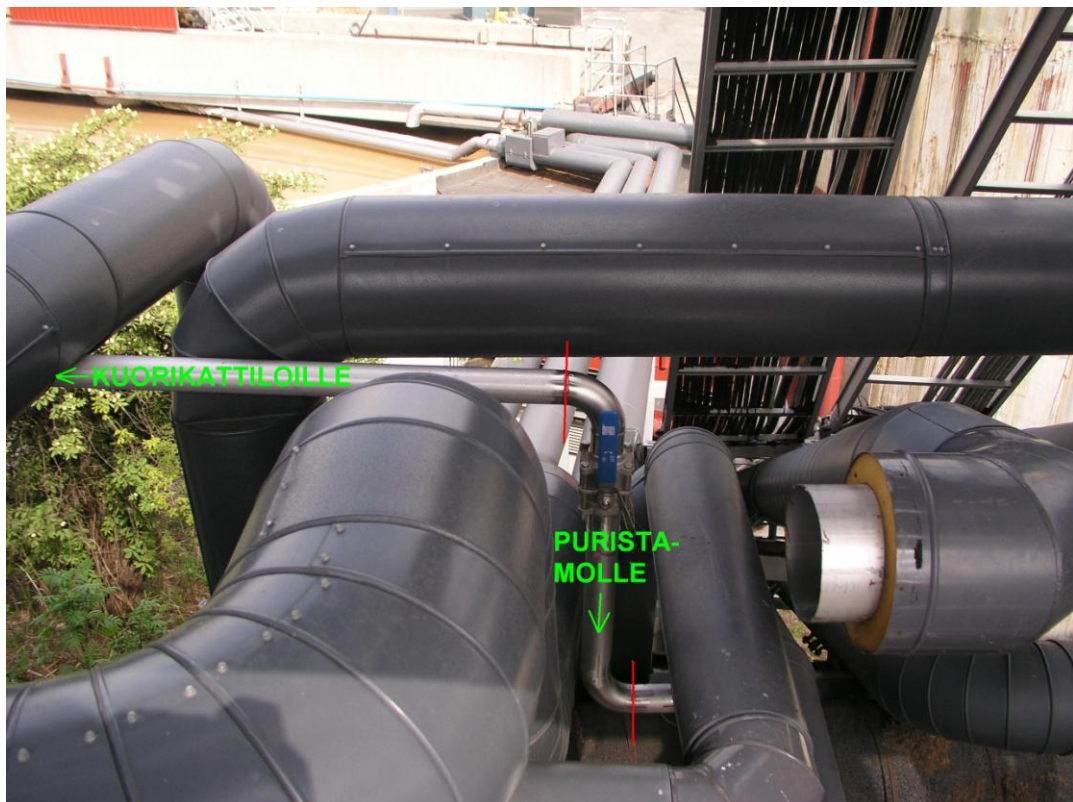
Tulppauskohta numero 15 on kuorikattiloille menevässä DN 150:ssa, paineilmaputkessa. Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs paineluokaltaan 10 baaria (SFS 5565 putkiluokka 10H1A). Linja tulpataan putkisillalta kuorikattiloiden sosiaalitilojen edestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan sokeoimalla tai hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 24 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 24. Tulppauskohta 15

4.1.16 Tulppauskohta 16

Tulppauskohta numero 16 on kuorikattila 2:lta lietteenkäsittelyyn ja lietepuristamolle menevässä DN 50:ssa, paineilmaputkessa. Uusi tämän korvaava paineilmaputki on jo asennettu Kauvon toimesta (tulee puristamolle kuorimoiden konttorin suunnasta). Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNi-teräs paineluokaltaan 10 baaria (SFS 5565 putkiluokka 10H1A). Linja tulpataan putkisillalta primäärilietetiivistimen vierestä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Tulppaus voidaan suorittaa ilman tehtaan laajuista paineilmaeisokkia sulkemalla lietepuristamon vierestä uudessa linjassa oleva palloventtiili ja varmistamalla, että kuorikattiloilta (vanhaa reittiä) ei myöskään syötetä paineilmaa lietteenkäsittelyyn. Näin työstä aiheutuva paineilmakatkos estää paineilman käytön ainoastaan lietepuristamolla ja lietteenkäsittelyssä. Kuvassa 25 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 25. Tulppauskohta 16

4.1.17 Tulppauskohta 17

Tulppauskohta numero 17 on maakaasuasemalta Kuorikattiloille menevässä DN 250:ssa, maakaasuputkessa. Putkimateriaalina on seostamaton teräs paineluokaltaan 16 baaria (putkiluokka 16C5B). Linja tulpataan putkisillalta turbiinisalin kaakkoskulmalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän kaasuverkon puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan sokeoimalla tai hitsaamalla putkipääty putken päähän. Ennen työn aloittamista maakaasulinja on ehdottomasti oltava kunnolla eristetty käytössä olevasta maakaasuverkosta ja tyytetty räjähdysvaaran välttämiseksi. Varminta olisi suorittaa tulppaus koko tehtaan kattavassa maakaasuseisokissa. Kuvassa 26 on vaihtoehdotiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 26. Tulppauskohta 17

4.1.18 Tulppauskohta 18

Tulppauskohta numero 18 on palovesiverkosta kuorikattiloille menevässä DN 150:ssa, palovesiputkessa. Putkimateriaalina lienee ruostumaton teräs, tarkempaa tietoa ei löytynyt. Linja tulpataan kaivosta kuorikattiloiden ja kyllästämön välistä jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan sokeoimalla tai hitsaamalla putkipääty putken päähän. Kuvassa 27 on vaihtoehtoiset tulppauskohdat merkitty punaisilla viivoilla.



Kuva 27. Tulppauskohta 18

4.1.19 Tulppauskohta 19

Tulppauskohta numero 19 on talousvesiverkosta kuorikattiloille menevässä DN 100:ssa, talousvesiputkessa. Putkimateriaalina on austeniittinen ruostumaton CrNiMoteräs paineluokaltaan 10 baaria (SFS 5573 putkiluokka 10H2A). Linja tulpataan maan alta turbiinisalin kaakkoiskulmalta jommaltakummalta puolelta sulkuventtiiliä, mieluummin käyttöön jäävän putkiston puolelta, jotta vältetään ylimääräinen vuotomahdollisuus. Tulppaus suoritetaan hitsaamalla putkipäätty putken päähän. Kuvasta 28 näkyy, miten talousvesiputki nousee maan alta turbiinisalin kaakkoiskulmalla.



Kuva 28. Tulppauskohta 19

4.2 Uusi putkisilta

Kuorikattila 2:n itäseinää pitkin kulkee kuusi putkea (makrovesi, primääriliete, bioliete, rejektivesi lietteenkäsittelystä, jätevesi kuorimoilta ja jätevesi Tuosan kaatopaikalta), jotka eivät ole varsinaisesti kuorikattilan yhteyksiä, mutta ne ovat jäämässä jatkossakin käyttöön. Nämä putket on siirrettävä uuteen paikkaan ennen kuorikattila 2:n purkua. Pienimmällä muutostyöllä selvitetään, jos putkille rakennetaan uusi putkisilta kuorikattila 2:n itäpuolelle yhdistämään lietteenkäsittelyn vieressä kulkeva putkisilta ja ylätehtaalta kuorikattiloille tuleva putkisilta. Tässä vaihtoehdossa tehtäisiin siis seinän viereen uusi putkisilta korvaamaan purettavaa seinää. Kuvassa 29 näkyy seinää pitkin kulkevat putket ja punaisella hahmoteltuna uusi seinää korvaava putkisilta.



Kuva 29. Uusi putkisilta

Toinen vaihtoehto on rakentaa lietteenkäsittelystä putkisilta vaneritehtaan eteläpuolella olevalle putkisillalle suorinta tietä kuorikattiloiden pohjoispuolitse. Tämän vaihtoehdon etuna olisi lieteputkien huomattava lyheneminen nykytilanteeseen nähden. Putkiston lyheneminen helpottaisi vaikeasti pumpattavien lietteiden pumppaamista. Tämä vaihtoehto vaatisi huomattavan pitkän putkisillan rakentamisen, minkä lisäksi liet-

teenkäsittelyn makrovesiputki olisi rakennettava vielä erikseen muuta kautta. Suositte-
len kuitenkin ensimmäistä (kuvan 29) vaihtoehtoa pienempien kustannusten ja hel-
pomman toteutuksen vuoksi.

Erityisesti jos muutostyötä ei tehdä koko tehtaan ollessa pysäytettynä, on hyvä muis-
taa, että primäärilietteen pumppaus etuselkeyttimiltä lietteenkäsittelyyn joudutaan
keskeyttämään. Sama koskee biolietteen pumppaamista biotiivistimiltä lietteenkäsitte-
lyyn. Lietteenkäsittelyn, sellukuorimon ja Tuosan kaatopaikan jätevesipumppauksien
pysäyttäminen on myös välttämätöntä (lietteenkäsittely ja sellukuorimo pysäytettävä
kokonaisuudessaan). Myöskään makrovesi ei ole muutostyön aikana lietteenkäsitte-
lyssä käytettävissä.

5 YHTEENVETO

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tutkia UPM:n Kaukaan sellutehtaan käytöstä poistuvan kuorikattilalaitoksen putkiyhteyksiä laitoksen mahdollista purkua silmällä pitäen. Tarkoitus oli selvittää, millaisia muutoksia putkistoihin on tehtävä, jotta kattilalaitoksen rakennukset voidaan purkaa tehtaan muun toiminnan häiriintymättä. Edellä mainittuja asioita oli tarkoitus tutkia kentältä käsin PI-kaavioita apuna käyttäen.

Työn teoriaosassa käsitellään höyry- ja lauhdeputkistojen suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja. Lisäksi siinä pohditaan lyhyesti erilaisten putkistojen muutostöiden edellytyksiä työturvallisuus- ja tekniset näkökohdat huomioiden.

Käytännössä työ suoritettiin tutkimalla kentältä käsin, mitä putkiyhteyksiä kuorikattiloiden ja muun tehtaan välillä on. Hyvänä apuna yhteyksien selvittämisessä oli yhtiön sähköisestä dokumenttienhallintajärjestelmästä löytyvät PI-kaaviot. Oikeiden dokumenttien löytäminen tosin osoittautui hieman haasteelliseksi. Putkiyhteyksien selvittyä mietittiin, minkälaisia muutoksia niihin tulee tehdä laitoksen purkamisen mahdollistamiseksi. Toimenpidesuosituksessa esitellään tarvittavat muutostyöt työkohteittain valokuvien kera.

Suuri osa putkistojen muutostöistä tehtiin kesäkuussa 2010, kun Kaukaan tehtailla oli höyry- ja vesiseisokki. Kaukaan vaneritehtaan sulkemispäätös syksyllä 2009 vaikutti jonkin verran putkistojen muutoksiin käytännössä. Tämä raportti on kuitenkin tehty olettaen, että vaneritehtaalle toimitetaan hyödykkeitä kuten ennen tehtaan sulkemista.

Kenttätutkimukset aloitettiin huhtikuun 2009 lopussa ja suoritettiin suurimmaksi osaksi kesän 2009 aikana. Kenttätutkimusta suorittaessani olin vuorotyössä käytöstä poistettavalla kuorikattila 1:llä, mikä mahdollisti putkiyhteyksien selvitystyön toteuttamisen varsinaisen työn ohella osittain työajalla. Raportin kirjoittaminen alkoi syksyllä 2009 ja kesti yli vuoden muista kiireistä johtuen.

LÄHTEET

KaukasNet. Kaukaan tehdasalueen yleisesittely. Saatavissa:
<http://intranet.kaukas.upm-kymmene.com>, [viitattu 13.9.09].

Kauvo-Projektin esittelyaineiston diat. (Saatu sähköpostilla Kauvon projektisihteeriltä
12.1.2010)

Spirax. s.a. Höyry- ja lauhdejärjestelmien suunnittelu. Helsinki: Spirax

Valokuvat ovat tekijän ottamia kesän 2009 aikana.