

LIITE 1

Sularännisuositus 12.12.2016

1 YLEISTÄ

Suomen Soodakattilayhdistyksen jäsenistö on kaivannut suositusta soodakattilan sularännien suunnitteluun, käyttöön ja kunnossapitoon. Taustalla on huoli turvallisuudesta ja raportoidut sularännivauriot. Sularännien kestävyys on viime vuosina korostunut sellutehtaiden pidentyneiden ajoaikojen seurauksena.

Yhdistys ei vastaa tämän suosituksen virheistä eikä tästä johtuvista mahdollisista ongelmista.

SISÄLLYSLUETTELO

1	YLEISTÄ	1
2	SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT	3
2.1	Rännien tukkeutuminen.....	3
2.2	Sulavuoto.....	3
2.3	Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdys	3
2.4	Liuottajaräjähdykset	3
3	SULARÄNNIEN VAURIOT.....	5
4	SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET.....	7
4.1	Materiaalit	7
4.2	Tarkastukset	7
5	SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ.....	8
5.1	Jäähdytysvesi.....	8
5.2	Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit	9
5.2.1	Lappojärjestelmä	10
5.2.2	Alipainejärjestelmä.....	11
6	ESIMERKKEJÄ TAPAHTUNEISTA VAURIOISTA	12
6.1	Sulavuoto kattilahuoneeseen	12
6.2	Sulavuoto kattilahuoneeseen	13
6.3	Sulavuoto kattilahuoneeseen	14
6.4	Sularännin jäähdytysvesivuoto.....	15
6.5	Sularännin jäähdytysvesivuoto.....	16
6.6	Sulavuoto kattilahuoneeseen	17
6.7	Sularännin jättöreunassa vuoto.....	18
6.8	Sularänni jättöreuna syöpynyt.....	19
7	ESIMERKKEJÄKUVIA VAURIOISTA	21

2 SULARÄNNEIHIN LIITTYVÄT RISKIT

2.1 Rännien tukkeutuminen

Tukkeutuneen rännin avaamiseen liittyy erittäin suuri riski. Tukoksen auettua ja sulamäärän ollessa suuri saattaa liuottajassa tapahtua voimakas sula-vesiräjähdyks.

Työn suorittamisesta tulee olla kirjalliset ohjeet ja työhön osallistuvilla henkilöillä aiempaa kokemusta tukkeutuneen sularännin avaamisesta. Henkilöstön on käytettävä tähän työhön ja tarkoitukseen suunniteltuja välineitä, suojaimia ja vaatteita. Suositeltavaa on, että kattilan käytönvalvoja saa asiasta tiedon ennen työn aloittamista.

2.2 Sulavuoto

Sularännin sulavuoto kourun ohi voi johtua monesta syystä kuten esimerkiksi kiinnityskehyyksen irtoamisesta, massauksen sulamisesta tai asennusvirheestä (massauksen unohtaminen tai sen riittämättömästä tiiveydestä vajavaisen tärytyksen vuoksi).

2.3 Jäähdytysvesivuoto / sulavesiräjähdyks

Sularännien sijainnista johtuen ränneissä kiertävä jäähdytysvesi aiheuttaa sulavesiräjähdyksen vaaran. Vuodon seurauksena vettä voi joutua suoraan tulipesään tai sulavirtaan.

Sularännin jäähdytysvesivuoto voi johtua monesta eri syystä kuten esimerkiksi rännin ennenaikaisesta kulumisesta, jäähdytysvesivirtauksen katkeamisesta, jäähdytysveden liiallisesta höyrystymisestä/tulistumisesta, jäähdytysveden liiallisesta lämpötilavaihtelusta, liiallisista vesipuolen kerrostumista, katkonaisesta sulavirtauksesta, valmistusvirheestä tai virheellisestä asennuksesta/huollosta.

Jäähdytysvesivuodon sattuessa jäähdytysvesi on katkaistava vuotavasta rännistä ja kattila ajettava alas rännin vaihtoa varten.

Vuotava ränni voidaan tulpata hetkellisesti turvallisen alasajon takia jos riskiä veden joutumisesta kosketuksiin sulan kanssa ei ole ja rännin jäähdytyskierto toimii suunnitellusti. Tulppauksen tekemistä suositellaan harjoiteltavan etukäteen. Tulppausta voi harkita jos vesivuoto sijaitsee sularännin alapäässä (liuottajan puoleinen pää) eikä vuoto ole niin suuri, että se häiritse kourun yläpään (tulipesän puoleinen pää) jäähdytystä. Mikäli vesivuoto sijaitsee sularännin yläpäässä, riski veden joutumisesta tulipesään on olemassa ja tulppaus ei todennäköisesti pysy paikallaan jäähdytysveden ja sulan räjähtelyn takia.

Tulppauksen jälkeen ränniin palautetaan vesikierto rännin kattilan sisään työntyvän osuuden suojelemiseksi ns. pakkokierron avulla. Pakkokierron avulla voi myös havaita mikä ränneistä vuotaa, mutta sen käyttöön liittyy riskejä. Alipaineeseen perustuvissa järjestelmissä jäähdytysvesijärjestelmään voi vuodon sattuessa päästä sulaa, joka näkyy kohonneena pH ja johtokykynä.

2.4 Liuottajaräjähdykset

Liuottajassa tapahtuu jatkuvasti pieniä räjähdyksiä 800-1000 °C sulan virratessa 90-100 °C nesteeseen. Sulan hajottaminen pisaroiksi höyryllä vähentää "paukahtelua".

Liuottajaräjähdyks voi olla seurausta useammasta tapahtumaketjusta. Seuraavassa on esitetty syitä, jotka voivat johtaa liuottajaräjähdykseen:

- Sellutehtaan prosessihäiriöiden seurauksena polttoliipeän ja siten sulan laatu voi muuttua niin, ettei sulan liuotus toimi suunnitellusti. Ominaista näille häiriöille on mustaliipeän orgaanisen aineen alhainen osuus ja/tai alhainen valkoliipeän sulfiditeettitaso. Erityisen riskitekijän muodostaa soodakattilan pesuveden johtaminen haihduttamoon. Soodakattilan tulipesän pesuvedet tulisi käyttää mieluummin laiha-valkoliipeäksi ja johtaa matalapitoiset vedet jätevesijärjestelmään tehtaan ympäristöluvan sallissa.
- Sularänniaukon tukkeutuessa tulipesän pohjalle kerääntyy ylimääräistä sulaa. Sularänni avattaessa on sulan virtaus jonkin aikaa erittäin voimakasta ja muodostaa liuottajan räjähdysmahdollisuuden. Mahdollisuus tähän on erityisen suuri kattilan vesipesun jälkeen pohjalle kertyneen suolan takia, joka voi aikaansaada sulan kertymää. Vesipesun jälkeen tulee primääri-ilma-aukkojen edusta tulipesän sisäpuolella puhalttaa vapaaksi irtosuolasta.
- Mikäli suoritetaan tulistimien pikapuhdistus, jolloin tulistimilta putoaa tulipesän pohjalle tavaraa kekosulaa alemmassa lämpötilassa.
- Voimakas sulavirtaus saattaa myös muodostaa liuottajaan pohjalle sulakasauman, koska kaikki sula ei ehdi liueta nesteeseen.
- Sularännien huuvien seinille sekä liuottimen seinille ja kattoon kerääntyy kuumia sulamöykkyjä, jotka riittävästi kasvaessaan putoavat tai niitä pudotetaan hehkuvina nesteeseen ja saattavat aiheuttaa liuottajaräjähdyksen.
- Liuottajan nestepinnan ollessa liian korkea, sulan hajotus ei toimi halutulla tavalla. Tästä saattaa aiheutua liuottimen nesteen ja sulan räjähdysmäinen ryöpsähtäminen liuottimen hoitotasolle.
- Mikäli tulipesän pohjalla on keko, tulee ennen apupolttoaineen polttimen sytytystä varmistaa, että liuottajassa on riittävästi nestettä sekä sularännien jäähdytyskierto on päällä, sillä sulavirtaus saattaa alkaa nopeasti polttimen sytytyksen jälkeen. Liuottajan nestetäytön aloittaminen sen jälkeen, kun sulavirtaus on jo alkanut, johtaa todennäköisesti liuottajaräjähdykseen.
- Liipeän polton aloitus täytyy estää liuottimen pinnan ollessa alle lukitusrajan. Liuottimen pinnan mittauksen oikeellisuus on varmistettava säännöllisesti.

3 SULARÄNNIEN VAURIOT

Tyypillisiä vaurioita ja niiden ehkäisykeinoja ovat.

Vauriokohta:

1. rännin alapään/jättöreunan syöpyminen/eroosio
2. rännin yläpään/sisääntuloreunan säröily/korroosio/syöpyminen
3. rännin termisestä väsymisestä johtuva säröily (sulavirtauksen pohjalla/rajalla)
4. Jäähdytysvesipuolen korroosio
5. Massauksen pettäminen
6. Kourun vaipan eroosio
7. NaOH-korroosio

Syy/Ehkäisy:

- sulanhajotus suunnattu oikein nestepintaa kohti
- liuotinhölkien/huuhteluvesien kondensoituminen sularännin pinnalle
- liian korkea liuottajan pinta
- riittämätön ilmanpoisto liuottajasta esimerkiksi liuotinhölkäputken tukkeutumisen takia
- kourun alapään pitäminen kuivana
- jättöreunan pinnoitus
- liian korkea jäähdytysveden lämpötila
- liian suuri alipaine lisää kavitaatoriskiä
- liian korkea liuottajan pinta
- etureunan pinnoitus
- lämpötilan vaihtelut (sula tai vesi)
- pH mittaus / hälytys
- kemikaalin syöttö
- veden laatu
- hapenpoiston toiminta
- massan riittävä kuivumisaika
- kourualueen huuhtelusuihkujen tarkkailu
- kourualueen huuhteluun käytettävän laihavalkoliipeän roiskuminen kuumille pinnoille



Kuva 3-1. Esimerkki jättöreunan syöpmisestä



Kuva 3-2. Tunkeumanestetarkastuksessa havaittuja säröjä

4 SULARÄNNIEN MATERIAALIT JA TARKASTUKSET

4.1 Materiaalit

Paremmen materiaalin käyttö voi pidentää rännin käyttöikää mutta ei välttämättä ratkaise kaikkia ongelmia. Rännejä voidaan valmistaa eri materiaaleista kuten esimerkiksi:

- runko ja kouru hiiliterästä (P265GH / S235JR)
- runko ja kouru hiiliterästä, kourun alapää (liuottajan puoleinen pää) ja/tai yläpää (tulipesän puoleinen pää) päällehitsattu ruostumattomalla teräksellä (304L) tai nikkelpohjaisella seoksella (625). Myös koko kouru voidaan päällehitsata.
- runko ja kouru hiiliterästä, kouru pinnoitettu (clad plate) ruostumattomalla teräksellä (304L).

4.2 Tarkastukset

Uudet rännit

Sularännit on valmistuksen jälkeen koeponnistettava konepajalla ja niille on suoritettava kattava visuaalinen tarkastus (VT) sekä pintatarkastus (PT). Lisäksi voidaan suorittaa röntgentarkastus (RTG) esimerkiksi rännin yläpäähän (tulipesän puoleinen pää) jossa todetaan että rakenneratkaisut ja hitsimitoitukset ovat sovitun mukaiset. Kaikkia rännejä ei tarvitse kuvata. Valmistajalta on saatava jokaisesta sularännistä yksilöllinen tarkastus-/ testaustodistus.

Rännejä ei suositella maalattavaksi konepajalla, suojaus voidaan tehdä esimerkiksi Tectylillä tai vastaavalla.

Rännit on tarkastettava visuaalisesti ennen käyttöönottoa ja asennettava keskenään samalle korkeudelle.

Sularännin suositeltu käyttöikä on 12 kuukautta, jonka jälkeen ne on korvattava uusilla.

Käytetyt rännit

Sularännit tulee tarkastaa jokaisen määräaikaistarkastuksen yhteydessä ja muissakin seisokeissa vähintään visuaalisesti. Jos ränni ei läpäise tarkastusta, se tulee vaihtaa.

Käytöstä poistetut sularännit on romutettava. Sularännejä ei saa korjata tarkoituksena, että ne voitaisiin ottaa uudelleen käyttöön.

Yksi käytöstä poistettu ränni suositellaan tarkastettavaksi tunkeumanesteellä. Lisäksi suositellaan yhden rännin leikkaamista palasiksi. Tarkista leikatusta rännistä jäähdytysvesivaipan sisällä olevat alueet korroosion/kerrostumien havaitsemiseksi. Lisäksi jäähdytysvesiputkisto ja säiliöt tulisi tarkastaa määräajoin kerrostumien varalta.

5 SULARÄNNIEN JÄÄHDYTYSJÄRJESTELMÄ

5.1 Jäähdytysvesi

Jäähdytysveden tulee täyttää seuraavat kriteerit:

1. **Laatu:** Koska sularännit joutuvat kovalle rasitukselle (suuri lämpötilaero, suuret lämpötilavaihtelut, vesipuolen korroosio, sulapuolen korroosio ja eroosio), jäähdytysveden on oltava laadukasta. Jäähdytysveden tulee olla lauhdetta tai täyssuolanpoistettua lisävetä. Huonon vedenlaadun seurauksena voi esiintyä sisäpuolista kerrostumista, happikorroosiota tai sakan muodostumista, joka heikentää lämmönsiirtoa. Lämmönsiirron heikentyminen johtaa rännin ylikuumenemiseen ja säröilyyn ja mahdollisesti vuotoon.
2. **Lämpötila:** Sularännin jäähdytysvesi on pidettävä valmistajan suositusten mukaisena (alipainejärjestelmissä sisäänmenolämpötila on tyypillisesti 50-55 °C:n ja luokkaa ei-alipainejärjestelmissä 75-80 °C luokkaa). Sekä sisään- että ulostulevan veden lämpötilat tulee olla tasaisia, koska lämpötilapiikit aiheuttavat säröilyä kun kuormituskertoja on riittävästi.

Jos sularännin jäähdytysveden lämpötila on suositusta alhaisempi, rännin sivuille voi kondensoitua vesipisaroita, josta seuraa sulan roiskumista ja pieniä sulavesiräjähdyksiä jotka aiheuttavat eroosiota. Sulan roiskumisesta voi seurata sulan kerrostumista rännin koteloon, kourun huuvaan, rännitasolle ja kaikille ympäröiville pinnoille. Roiskumisesta voi aiheutua myös henkilövahinkoja. Kosteaa ympäristö voi lisäksi edesauttaa happejen muodostumista.

Suosituksista korkeampi jäähdytysveden lämpötila voi taas aiheuttaa jäähdytysveden höyrystymistä voimakkaan sulavirtauksen aikana. Höyrystymisen seurauksena rännin jäähdytysvesivirtaus voi hetkellisesti pysähtyä, mikä taas ylikuumentaa ja vaurioittaa ränniä.

Jokaiseen rännin jäähdytysveden ulostulolinjaan tulee asentaa lämpötilamittaus sekä hälytys valmistajan määrittämälle lämpötila-alueelle (esimerkiksi 60-65 °C). Alipaineperiaatteella toimivissa järjestelmissä on huomattava, että hälytyspiste on asetettava suhteessa veden todelliseen kiehumispisteeseen mitattuna vedenulostulopaineesta.

3. **Virtaus:** Rännin jäähdytysvesijärjestelmä on suunniteltava valmistajan määrittämän jäähdytysveden minimivirtauksen aikaansaamiseksi. Alhaisesta virtauksesta seuraa ajan myötä lämpötilavaihteluita, jotka johtavat vaurioon. Virtausmittaus tulee asentaa jokaisen sularännin ulostulolinjaan. Sen tulee hälyttää valmistajan määrittämästä minimivirtauksesta.
4. **Paine:** Jäähdytysvedenpaineen tulee olla mahdollisimman pieni virtaukseen nähden. Pieni vedenpaine kourun yläpäässä ja kiertojärjestelmän yläosassa vähentää vesimäärää, joka voisi päästä tulipesään mahdollisen vuodon yhteydessä. Lisäksi suuri painehäviön laskee veden kiehumislämpötilaa. Veden höyrystyminen heikentää jäähdytysvesivirtausta ja pahimmassa tapauksessa pysäyttää sen, mikä taas ylikuumentaa ja vaurioittaa ränniä. Pieni vedenpaine saavutetaan pitämällä virtausnopeus suositusten mukaisena ja minimoimalla painehäviö ulostulolinjan puolella.

5.2 Jäähdytysjärjestelmän suunnittelukriteerit

Jäähdytysjärjestelmää suunniteltaessa tulee noudattaa seuraavia suunnittelukriteerejä:

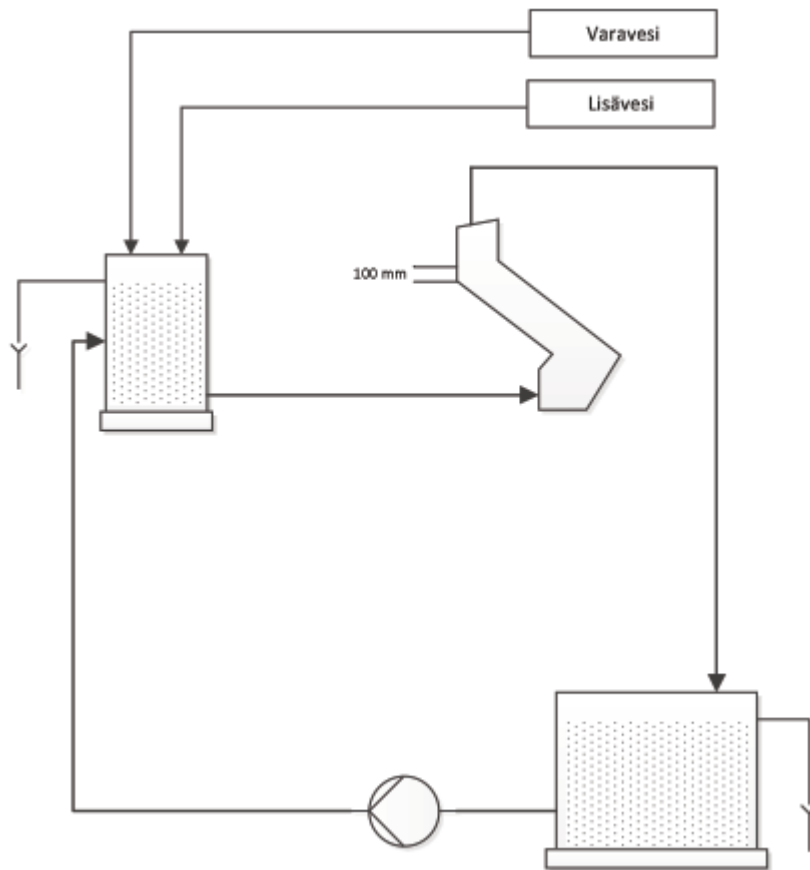
1. Sularännien jäähdytysjärjestelmä on rakennettava lappo- tai alipaineperiaatteella toimivaksi
2. Jäähdytysvesijärjestelmä on varustettava kahdella pumpulla, joista toinen on normaalisti toiminnassa ja toinen varalla. Varapumpun on käynnistytävä automaattisesti.
3. Jäähdytysvesijärjestelmän toiminta on varmistettava automaattisella varavesijärjestelmällä mikäli jäähdytysvesisäiliön pinta tai järjestelmän paine laskee alle minimin. Veden riittävyys varavesijärjestelmästä on varmistettava myös sähkö- ja ilmakatkon varalta.
4. Jäähdytysvesijärjestelmä suositellaan varustettavan virtaus-, lämpötila-, (pH-) ja johtokyky mittauksella. Jokaisen rännin ulostulolinjaan on asennettava lämpötila sekä virtausmittaus ja sisääntulolinjaan lämpötilamittaus.
5. Järjestelmän korkeasta lämpötilasta, pienestä virtauksesta, pienestä paineesta, jäähdytysvesisäiliön matalasta pinnasta ja jäähdytysvesipumpun pysähtymisestä on annettava hälytys.
6. Jäähdytysvesisäiliön tasoa tulee säädellä täyssuolanpoistettua vettä tai lauhdetta lisäämällä ja alhaisesta tasosta on annettava hälytys.
7. Rännin valmistajan suosittelemien jäähdytysveden tulolämpötilojen ylläpitämiseksi tarvitaan jäähdytysveden lämmönvaihdin.
8. Jokaiselle rännille on oltava jäähdytysvesivirtauksen pysäyttävä sulkuventtiili. Sulkuventtiilit on merkittävä SELVÄSTI JOKAISEN rännin yhteydessä, jotta hätätilanteessa jäähdytysvettä ei vahingossa katkaistaisi väärästä rännistä.
9. Uusiin ränneihin tulee merkitä selvästi rännin sisäänmeno- ja ulostuloliitännät.
10. Sularännit täytyy varustaa tehokkailla sulanhajottajilla, ja rännien toimintaa on seurattava kameroiden välityksellä valvomosta.
11. Putkistot suositellaan valmistettavan ruostumattomasta teräksestä ja liitoskohdat tehtävän hitsaamalla. Kierteellisten putkien, kiinnikkeiden ja venttiilien käyttö tulee minimoida tyhjiötä mahdollisesti pienentävien vuotojen vähentämiseksi, jotka voisivat vaikuttaa myös jäähdytysvesivirtaukseen.
12. Jotta sularännin jäähdytysvesijärjestelmä saadaan varmasti pidettyä toiminnassa, mahdolliset muutokset tulee teettää jäähdytysvesijärjestelmän suunnittelijalla tai hänen neuvojensa mukaisesti.

5.2.1 Lappojärjestelmä

Lapposysteemissä jäähdytysveden jättopuolen vesipatsaskorkeus on suurempi kuin tulopuolen, kuva 5-1. Tampellan kehittämässä lappossa ylemmän säiliön vesipinta on 100 mm alempana kuin kourun yläpään alareuna/nurkka, jossa on vettä. Jos vesikiertoon syntyy reikä, josta vesikiertoon pääsee ilmaa, lappovirtaus katkeaa ja yhtyvissä astioissa pinnat tasaantuvat. Näin varmistetaan se, että pesään/kekoon ei mene vettä.

Maailmalla on kuitenkin sattunut vaaratilanteita rännin yläpäähän tulleen vuodon seurauksena. Järjestelmä toimii kuten suunniteltu eli vesipinta laskee mutta samalla vesitilaan pääsee sulaa, joka voi aiheuttaa räjähdyksen kourulevyn ja ulomman vesivaipan sisällä. Räjähdys voimasta ränni voi irrota aiheuttaen vaaraa rännitasolla oleville henkilöille.

Mikäli rännin yläpäässä havaitaan vuoto, kattila tulee ajaa alas ja estää rännitasolle meneminen ilman asiamukaisia suojavarusteita.

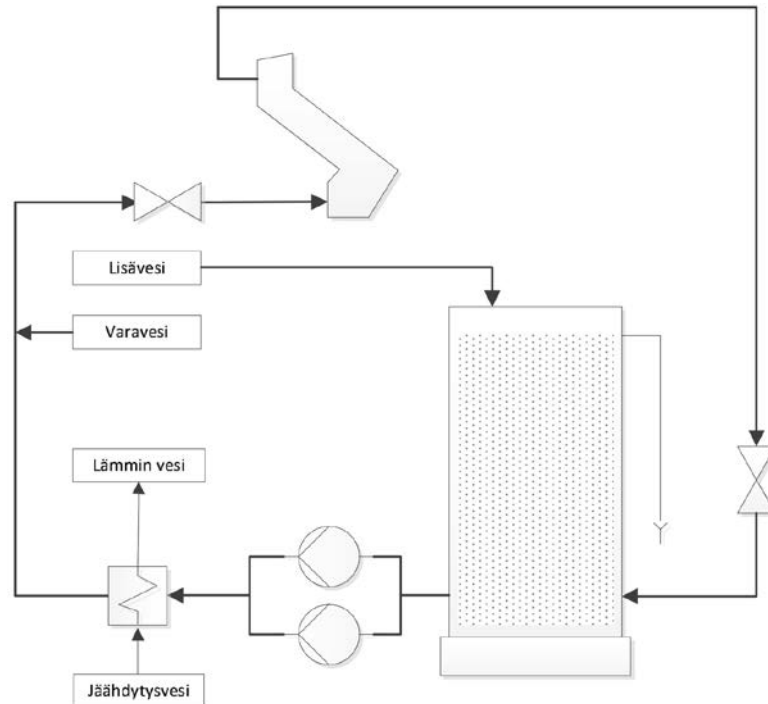


Kuva 5-1. Yksinkertaistettu esimerkki lappojärjestelmästä

5.2.2 Alipainejärjestelmä

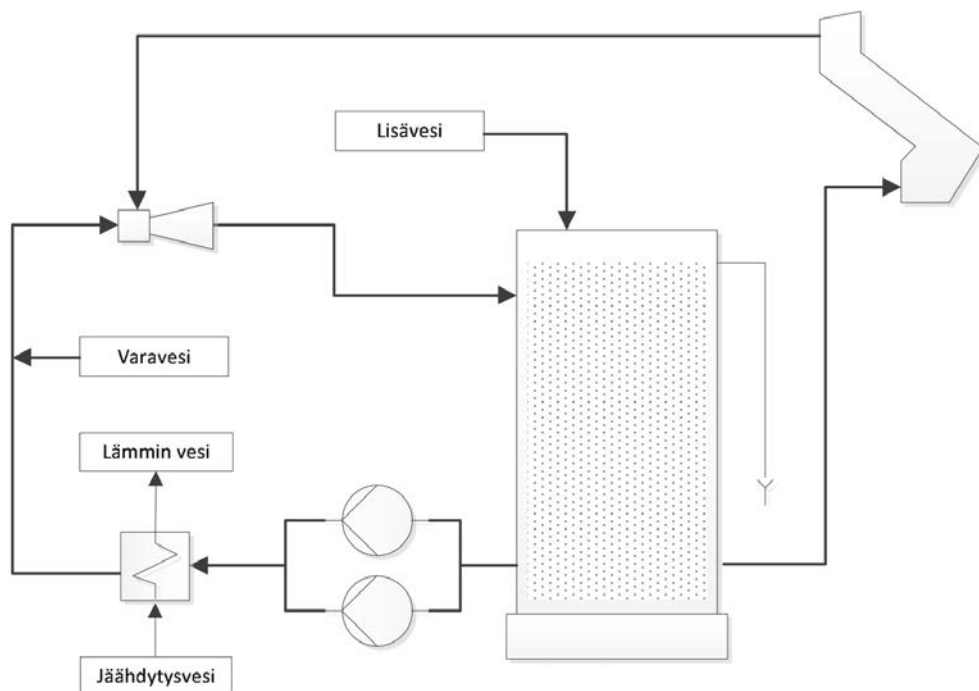
Alipainejärjestelmässä muodostetaan pieni tyhjö rännin jäähdytysvesivaipan sisään esimerkiksi venttiileillä (kuva 5-2) tai ejektorilla (kuva 5-3). Tällöin vuodon sattuessa ilman/sulan pääsy ränniin katkaisee vesikierron estäen veden pääsyn tulipesään.

Venttiileihin perustuvassa systeemissä vesi pumpataan jäähdytysvesisäiliöstä lämmönvaihtimen läpi ränneille. Ennen rännejä olevilla venttiileillä säädetään rännien alipaine ja jättöpuolen venttiilillä virtaus rännin läpi.



Kuva 5-2. Yksinkertaistettu kuva venttiileihin perustuvasta alipainejärjestelmästä

Ejektoriin perustuvassa systeemissä vesi imetään jäähdytysvesisäiliöstä sularännien läpi ejektoriin. Jäähdytysvesipumppu pumppaa vettä lämmönvaihtimen läpi ejektorille, jonka tuottamasta paineesta ejektori saa käyttövoimansa. Virtaukset sekoittuvat ejektorissa ja virtaavat takaisin jäähdytysvesisäiliöön.



Kuva 5-3. Yksinkertaistettu kuva ejektoriin perustuvasta alipainejärjestelmästä

Kestoisuustyöryhmän lausunto

Kamparauta hitsattu liian heikosti kiinni. Konstruktiosta aiheutuva normaali häiriö.

6.2 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: 21 tuntia

Vaurioitunut osa: Sularännin höyryhajoittaja ja liuottajan ympäristöä

Vaurion sattuessa ilmeni: Sulavuoto kattilan ulkopuolelle

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa ajossa lähes täydellä kuormalla kun 4-rännistä tuli sula yli liuottajan katolle. Siitä sula valui alas polttaen mennessään kolmen sekoittajan kaapelit ja hieman lattian kaakelointia irtosi. Syynä ylituloon oli rännin höyryhajoittajan kulumisen ylälaidasta puhki joten se roiski sulaa ylöspäin muodostaen ”kannen” rännin päälle ja rännin reikä muurautui umpeen.

Samaan aikaan sattuneen liuottajan toisenkin pintamittauksen tukkeutuminen sotki osaltaan tilannetta aiheuttaen aluksi epäilyn että liuottaja olisi tullut yli. Uimurimittausta ei liuottajassa ollut. Toinen liuottajan pinnanmittaus oli tukkeutunut jo aikaisemmin syksyllä ja toisella piti päästä joulun asti, mutta jäi hiukan auki. Siis liuottaja ei tullut yli, vaan ränni 4 vain oli tukossa. Toisenkin pinnanmittauksen vikaantuminen vain sattui samoihin aikoihin. Sulan valuminen lattialle sekoittajien kaapelit polttaen meni reittiä: kattila -> tukkeutunut ränni -> liuottajan katto -> kaapelihylly -> alakerran lattia.

Kestoisuustyöryhmän lausunto:

6.3 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: - tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa ajossa 22.7 ja normaalilla polttokuormalla. Yövuoron alussa tuli hälytys valvomoon sularänni 4:n lämpötilasta ja virtauksesta. Kattilanhoitajan käydessä tarkastamassa tilanteen paikan päältä oli ränni paukkunut ja ampunut sulaa. Yövuoro tulppasi rännin ”narutulpalla”, samalla oli aloitettu kuorman pienennys. Seuraavana aamuna 23.7 yritettiin tutkia tulpattua rännin tarkemmin, mutta lipeätulien johdosta se oli vaikeaa. Tulppausta parannettiin ja lisättiin paineilma jäähdytystä tulpalle. Yövuorolla 24.7 sula alkoi vuotaa rännin alta ulos liuottajan kannelle ja siitä sitten alakerran lattialle. Kattila otettiin apupolttoaineelle ja laitettiin alasajo käyntiin.

Aamulla 24.7 päästiin korjaajien kanssa purkamaan vaurioitunutta ränniä. Kun ränni oli saatu irroitettua paikoiltaan, havaittiin sen menneen melkein poikki, siitä kohdasta ränniä mikä on kattilan sisällä. Samoin rännikotelo oli palanut alalaidastaan pahoin. Korjaustyöstä olisi tullut aika mittava, joten kun oli oltu yhteydessä laitetoimittajaan, päätettiin massata koko ränni aukko umpeen. Lokakuun alussa on kattilan suunniteltu seisokkiviikko, jolloin vaihdetaan kaikki rännit. Edellisen kerran kaikki rännit oli vaihdettu edellisen vuoden joulukuussa. Kattilalla on 4 sularänniä.



Kestoisuustyöryhmän lausunto

-

6.4 Sularännin jäähdytysvesivuoto

Seisokkiaika: 9 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni ja rännin ympäristön kaapelointia

Tapahtumat:

Kattila normaalisti lipeätulilla 21.8. Käyttömies kiinnitti kierroksellaan huomiota sularännin nro 3 räiskeisiin ja ääneen ja kutsui toisen käyttömiehen kaveriksi, jolloin alkoivat tutkimaan tilannetta kahdelleen. Kattilan lipeätulet sammutettiin ja hivenen myöhemmin myös öljytulet seis. Sulaa ja räiskeitä lensi ja paukkui, joten homma oli vaarallista. Kokeneempi käyttömies huomasi, että 3. rännin jäähdytysveden rotametrin yläpuolella oleva ilmaus oli auki. Venttiili suljettiin ja räiskäminen ja paukkaminen vähenivät niin paljon, että rännin lähelle päästiin.

Rännin kourun pohjassa n. 200 mm päässä (poistopäästä) oli halkeama ja reikä. 3. rännin aukko tukittiin betonisella tulpalla. Lipeäräiskeiden takia takaseinällä olevat 3 rännin läheisyydessä olevat primääri-ilma-aukon rassarien yms. kaapeloinnit paloivat ja kärsivät ylikuumenemisesta.

Kattila takaisin apupolttoaineelle klo 02.30 ja lipeä palamaan klo 09.00.

Sularänni oli vaihdettu toukokuun seisokissa.

Kestoisuustyöryhmän lausunto

-

6.5 Sularännin jäähdytysvesivuoto

Seisokkiaika: 8 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Valvontakamerasta havaittiin Sulakouru-6:lla tavallisuudesta poikkeavaa räiskintää. Havainnon perusteella ryhdyttiin epäilemään vesivuotoa sulakourussa. Epäily sai vahvistusta siitä seikasta, että jäähdytysvesisäiliön täyttöautomaattiikka käynnistyi tiheämmin kuin normaalisti. Myös jäähdytysvesikierron sähkönsäilykyky oli kohonnut. Asianmukaisesti varustauteina tehdyt havainnot paikan päällä antoivat 100% varmuuden vuodosta.

Välittömät toimenpiteet

Kun vuoto oli varmistunut, ryhdyttiin välittömästi siirtymään lipeän poltosta apupolttoaineen polttoon. Kattilassa oli keskikokoinen keko. Sen poisoltttaminen kesti noin 2 tuntia, jonka jälkeen sulan valuminen sulakouruissa loppui 10:30. Tällöin ryhdyttiin kuonanpoistotoimenpiteisiin.

Kouru oli kuonasta puhdas 12:00. Kun tulppaamistarve varmistui 9:30, tilattiin varastosta varakouru valumuotiksi. Rakennustekninen alihankkija valoi muotissa tulpan. Tulppa kovettui asennusvalmiiksi klo 15:00. Tulppa asetettiin paikoilleen.

Mahdollista ohivirtausta silmälläpitäen asetettiin kouruun lisäksi valkoista palovillaa. Tulppa piti siinä määrin hyvin ettei ohivirtausta ilmennyt. Jäähdytyskierto jätettiin päälle, jottei kourun kattilan sisään työntyvä osuus vaurioituisi.

Kourun lisätutkimuksissa selvisi että osa kourunlevyn kärjestä oli jäänyt päällehitsaamatta, joka on edesauttanut eroosion etenemistä kourun kärjessä. Sama asia ilmenee myös muista kouruista.

Kestoisuustyöryhmän lausunto:

Vuodot ovat rännin alapäässä, rännin ja päätylevyn yhtymäkohdassa joka oli syöpynyt. Kourun alapään olosuhteet ja riittämätön päällehitsaus ovat aiheuttaneet vuotoon asti edenneen vaurion.



6.6 Sulavuoto kattilahuoneeseen

Seisokkiaika: 56 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni

Tapahtumat:

Kattila oli normaalissa käytössä 5.7 kun huomattiin vuoto ränniveden johtokyvystä ja tulpattiin ränni, olettaen vuotokohdan rännissä sijaitsevan rännin alapäässä. Korroosiota esiintynyt aiemmin juuri tuossa kohtaa ränniä. Samanaikaisesti johtokyky sularännien jäähdytysvesikierrossa oli korkealla ja rännikohtaisessa virtausmittauksessa näkyi heiluntaa verrattuna muihin ränneihin.

Yöllä tulppa irtosi kun sula ja rännin kiertovesi poksahdelti, jonka seurauksena ajettiin kattila alas. Aamuvuorossa ke. 6.7. n. klo. 07.30 sulaa tuli vielä muutamasta rännistä, kun sularänni 2:sen kiinnityskehyksestä alkoi vuotaa sulaa liuottajan kannelle ja siitä edelleen lattialle alakertaan. Rännin päässä oli reikä, joka havaittiin kun ränni oli irroitettu. Lisätutkimuksissa selvisi että sularännikotelossa ollut liian suuri tyhjä joka edesauttanut vaurion syntymistä.



Kestoisuustyöryhmän lausunto

Rikkoutuneessa kourussa kavitaation merkkejä, jäähdytysveden lämpötila ollut 70 C, jolloin on mahdollista että vesi höyrystyy silloin tällöin.

Hapenpoistokemikaalin puuttuminen sekä sularännikotelon liian suuri tyhjä edistivät vaurion syntymistä.

6.7 Sularännin jättöreunassa vuoto

Seisokkiaika: 24 tuntia

Vaurioitunut osa: hajotushöyrysuuttimet ja sularänni

Tapahtumat:

Kattilan sularännien 3 ja 4 hajotushöyrysuuttimet olivat palaneet poikki. Kattilalla oli huoltoseisokki jolloin vaihdettiin uudet paksuseinämäiset putkisuuttimet, ja tarkastettiin muut että niillä päästään seisokkiin asti. Syksy seisokissa vaihdettiin sularännit ja todettiin että 2:sta rännistä jättöreuna oli puhki ja kahdesta lähes puhkeamassa.

Koskaan aikaisemmin rännit eivät ole olleet näin huonossa kunnossa vuoden käytön jälkeen. Poltto-olosuhteet ennallaan, rännimateriaalin laatu/tekotapa?



Kestoisuustyöryhmän lausunto

Hajotushöyryn puuttuminen edesauttanut sularännienpinnoitteen vaurioitumista.

Muissakin kattiloissa on vaurioraportoitu vastaavanlaisia vaurioita. Lisääntynyt sularännikoteloiden huuhtelu on mahdollisesti edesauttanut näitä vaurioita (rännin pinnassa enemmän kosteutta)

6.8 Sularänni jättöreuna syöpynyt

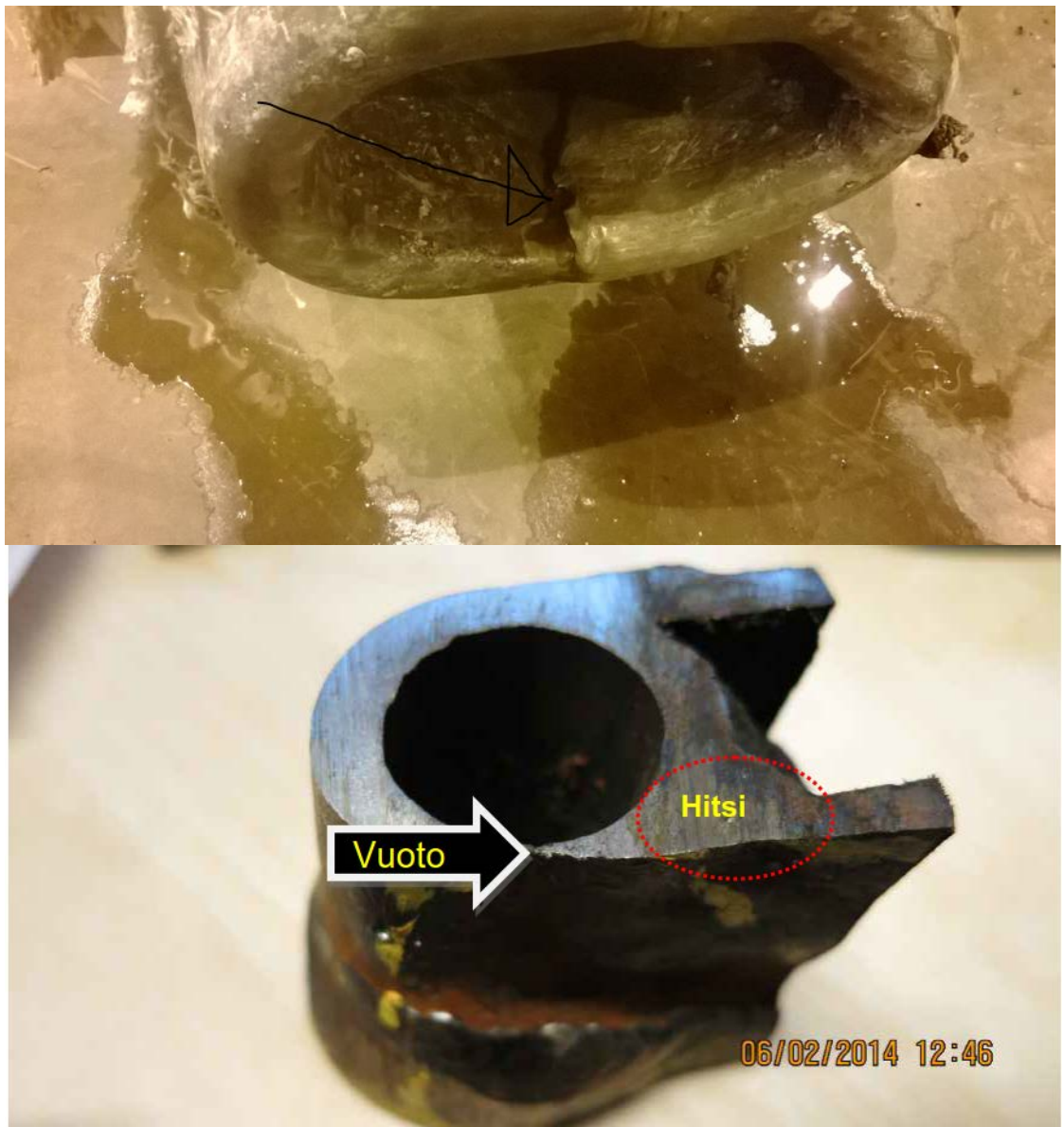
Seisokkiaika: 17 tuntia

Vaurioitunut osa: sularänni x 2

Tapahtumat:

25.01 yöllä todettiin sularännin vuotavan pesän puolella. Koeponnistuksessa todettiin kahden rännin vuotavan, 1 ja 7 ränni vaihdettiin. Ränneillä ajettu 16kk. Vuodon syy oli ulkopuolinen syöpymä mustassa materiaalissa, kuvat alla.

26.02 todettiin taas rännin vuotavan. 6 ränni vuoti ponnistuksessa. Vaihdettiin samalla kaikki loput 5 ränniä. Ajo-olosuhteissa tai rännimallissa ei muutoksia aikaisempaan. Sularännien jäähdytysveden lämpötila 52 C.



Toukokuussa liuottajan pinta laskettu 75% -> 60%, tarkoituksena varmistaa että pisaroita ei pääse imeytymään sularänneihin. Lisäksi puhdistettu hönkäputki.

Seisokissa havaittiin syöpymistä 3kk ajetuissa ränneissä, katso kuva alla -> vaihdettu sularännit joissa kokonaan pinnoitetut suuaukot.



Kestoisuustyöryhmän lausunto:

Mahdollisia syitä sularännin ulkopuolisen syöpymiseen:

1. Liuottajan höngän kondensoituminen joka voi aiheutua esim. korkeasta liuottimen pinnasta, liuottajan höngän poistokyvystä (hönkäputki tukossa), sularännin pinnan matalasta lämpötilasta tai tulipesästä lauhtuvasta höyrystä.
2. Materiaalin lämpötila noussut suunniteltua korkeammaksi esim. sisäpuolisen kerrostuman tai puutteellisen jäähdytyksen takia

7 ESIMERKKEJÄKUVIA VAURIOISTA



Kuva 7-1. Vuoden kattilassa ollut pinnoittamaton ränni



Kuva 7-2. 1 ½ vuotta kattilassa ollut pinnoitettu ränni



Kuva 7-3. Esimerkki röntgenkuvasta, jossa näkyy sisäpuolen vajaa juuri.



Kuva 7-4. Esimerkki pintatarkastuksessa havaituista vioista.



Kuva 7-5. Esimerkki valmistuksenaikaisista hitsausvirheistä, mm. jyrkät liittymät näkyvät selvästi

LIITE 2

**VTT: Hitsauspinnoitettujen putkien karakterisointi
– KMP esitys 26.1.2017**

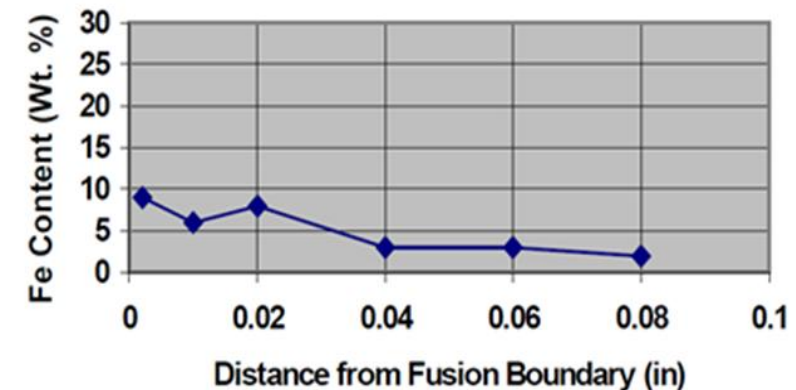


Hitsauspinnoitetut putket soodakattiloissa

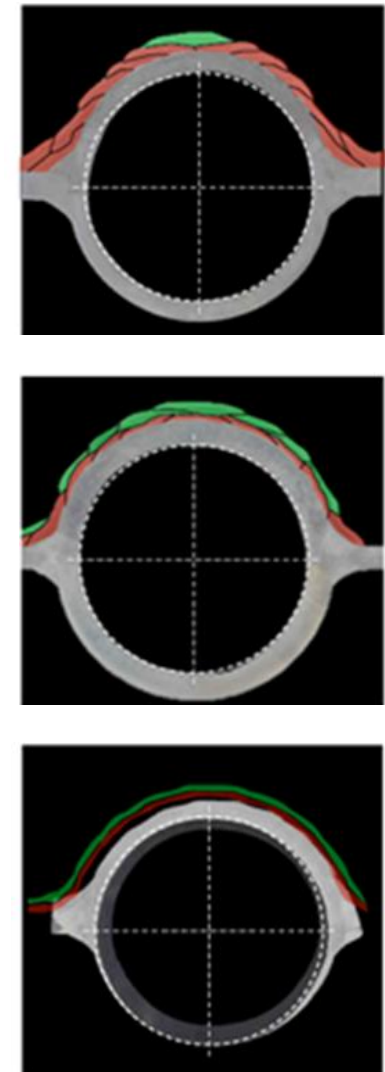
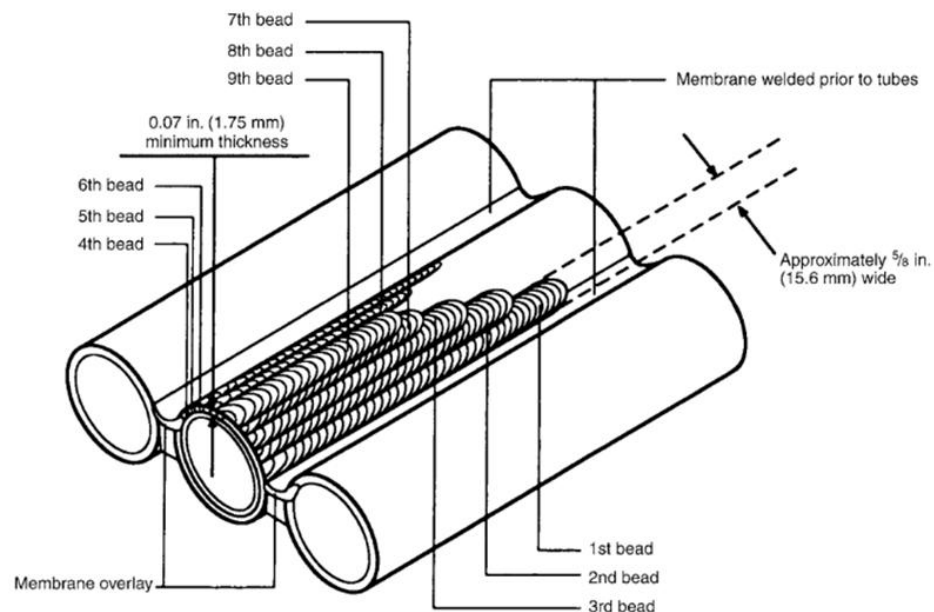
Konemestaripäivä 2017
Satu Tuurna, Sanni Yli-Olli

Hitsauspinnoitteet

- Hitsaamalla putken pintaan korroosiota ja/tai kulumista kestävä pinta; sisäosa käyttölämpötilan ja lujuuden perusteella
- Joustava materiaalivalinnan suhteen
- Useita eri menetelmiä; joko pajalla tai paikan päällä
- Automatisoitua, hitsausparametrien reaaliaikainen seuranta
 - laadunvarmistus
- 100% peittävyys
- Alle 10% seostumisaste (~5%)
- Korroosion kannalta tärkeiden seosaineiden hallinta, esim Cr-% korkea, perusaineesta siirtyvä Fe-% matala
- Ei karbidien muodostusta (jäähdyminen)
- Jännitysten hallinta (CTE, lämpökäsittely)



- Hitsaus joko putken toiselle puolelle tai ympäri, 180/360°
- 1-/2-kerrosrakenne
- Eri menetelmiä valmistajasta riippuen MIG/MAG/TIG, CMT, PTA...
- Prosessi usein 2-vaiheinen jännitysten laukaisemiseksi (toinen palkokerros, pinnan sulautus)

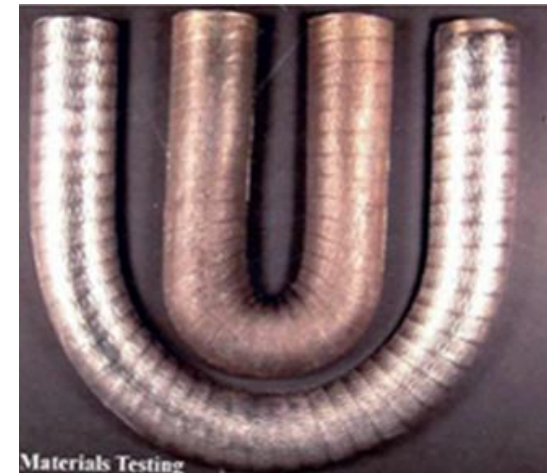
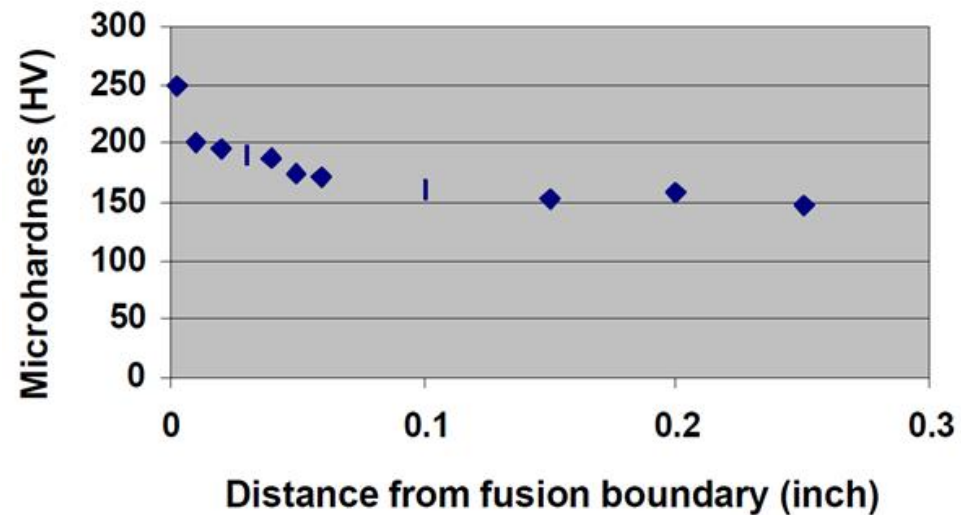


Materiaalivaihtoehtoja

Toimittaja	Menetelmät	Esimerkkejä materiaaleista
AZZ	Pulsed GMAW/GTAW	Alloy 625 (60Ni-21Cr-9Mo) Alloy 825 (38Ni-31Fe-21Cr) Alloy 309 (60Fe-22Cr-12Ni) Alloy 310 (50Fe-26Cr-19Ni) Alloy 52 (alloy 690) (55Ni-28Cr-14Fe) Alloy 59 (53Ni-20Cr-11Fe-15Mo) Alloy 33 (41Fe-28Cr-24Ni-1.6Mo)
Uhlig Rohrbogen	CMT (cold metal transfer)	Alloy 625, muita tarpeen mukaan
Integrated Global Services	Pulsed GMAW	622/625/Alloy 33; 309/312/316
BTA, Babcock Power	Hot Wire GTAW with Wave Process	Alloy 625, 622, 72, 33, 309, 310, 312
Valmet		Alloy 625, 309L, muita tarpeen mukaan
MHI	GMAW, PTAW	Fe-25Cr
Areva Uddcomb	MIG/MAG/TIG	59, C276, 617, 622, 625, 686, 309, 310, 383

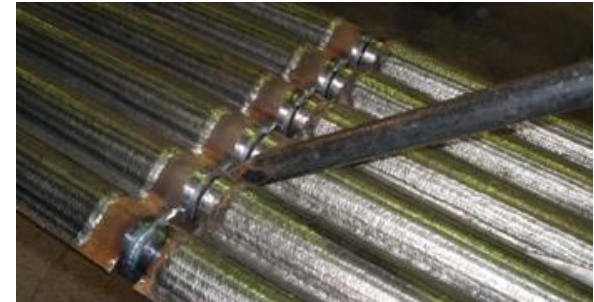
Muokattavuus

- Oikein tehtynä HAZ:ssa ei näkyvissä kovuusarvojen kasvua
- Mikrorakenteesta johtuen sitkeä
→ muokattavissa



Liittäminen

- Vastaa hyvin pitkälle compound-putkien liittämistä – eripariliitos
 - Kahdessa vaiheessa
- Estettävä eri laatuojen sekoittuminen – hauraiden rakenteiden syntyminen



Tarkastukset

- Suosituksena mahdollisimman laajat alueet – mahdolliset hitsausvirheistä lähtevät viat (havaitseminen jo valmistusvaiheessa)
 - Erityinen huomio ohuisiin kerroksiin (1-kerrosrakenteet, palkojen limittäisyys/peittoaste)

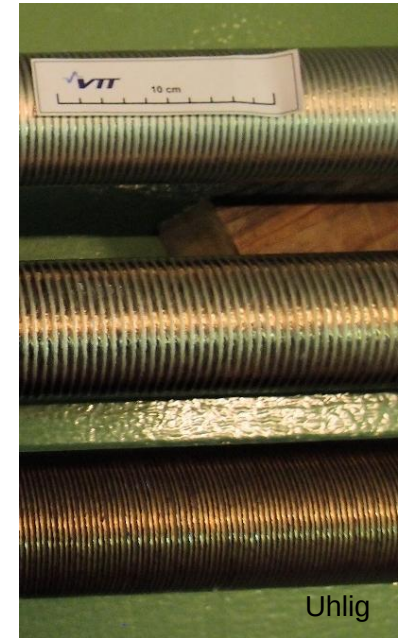
Korjaukset

- Samat säännöt kuin missä tahansa korjaushitsauksessa; puhdistus, vikojen poisto, oikeat materiaalit...
- Laajojen alueiden hitsauksessa rakenteiden jäähdytys (virtaus, $T_{\text{inlet}} < 30^\circ$)
- Tarvittaessa täytehitsaus ennen pinnoitusta (ei suositeltava) tai koko vaurioituneen alueen vaihto



Hitsauspinnoitteiden karakterisointi

- Lähtötilan määrittäminen
- Vanhennukset rakennemuutosten seuraamiseksi
- Mahdollisesti jännityskorroosiotarkastelut
- Materiaalit:
 - Areva: 625/825/309L, perusaine 7CrMoVTiB10-10
 - Uhlig: 625/825/309L, perusaine 16Mo3
 - AZZ: 625/825/309L, perusaine P235GH

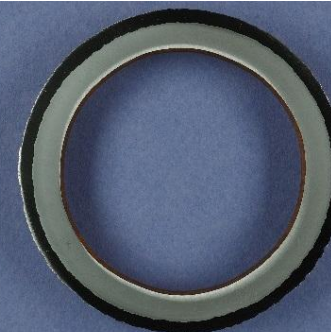


AZZ

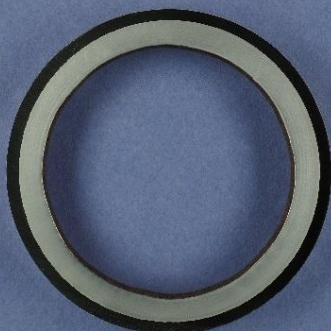
Uhlig

Areva

309L



IN625



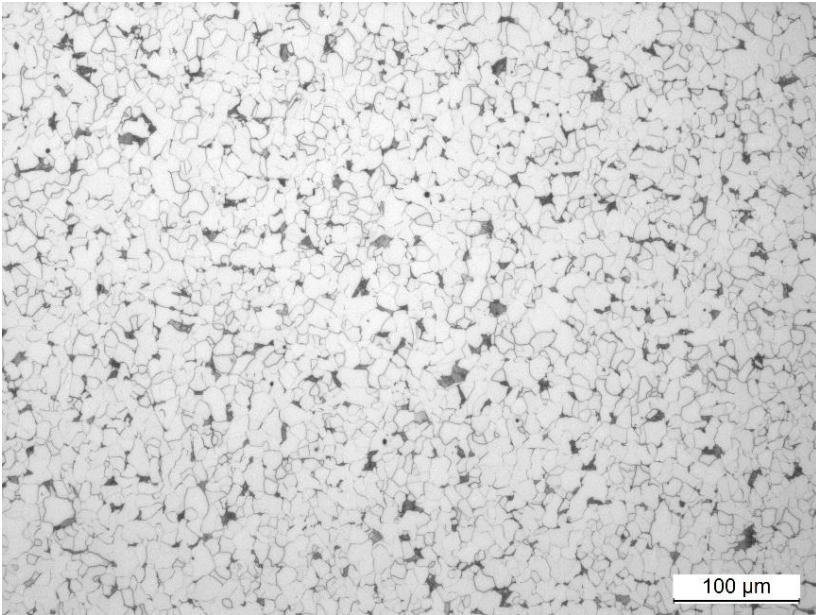
IN825



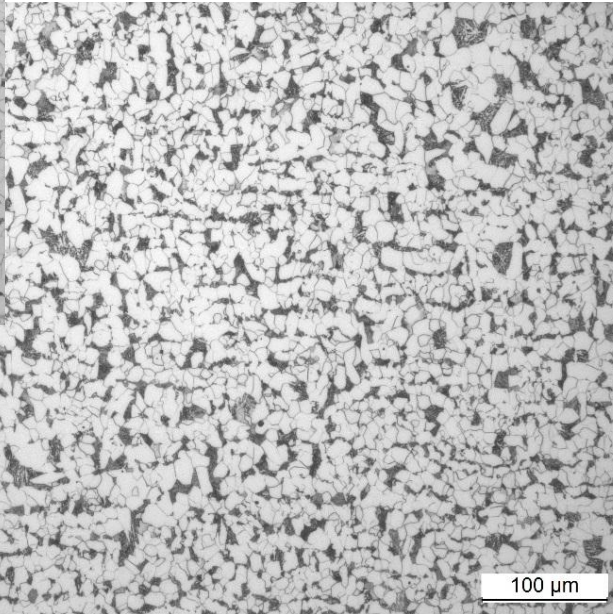
Mikrorakennetarkastelut

Perusmateriaalit

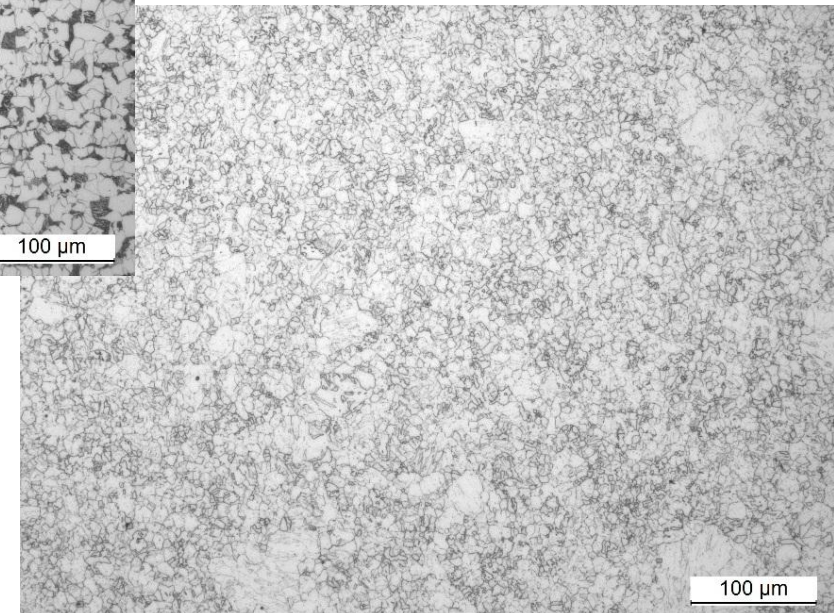
AZZ - P235GH

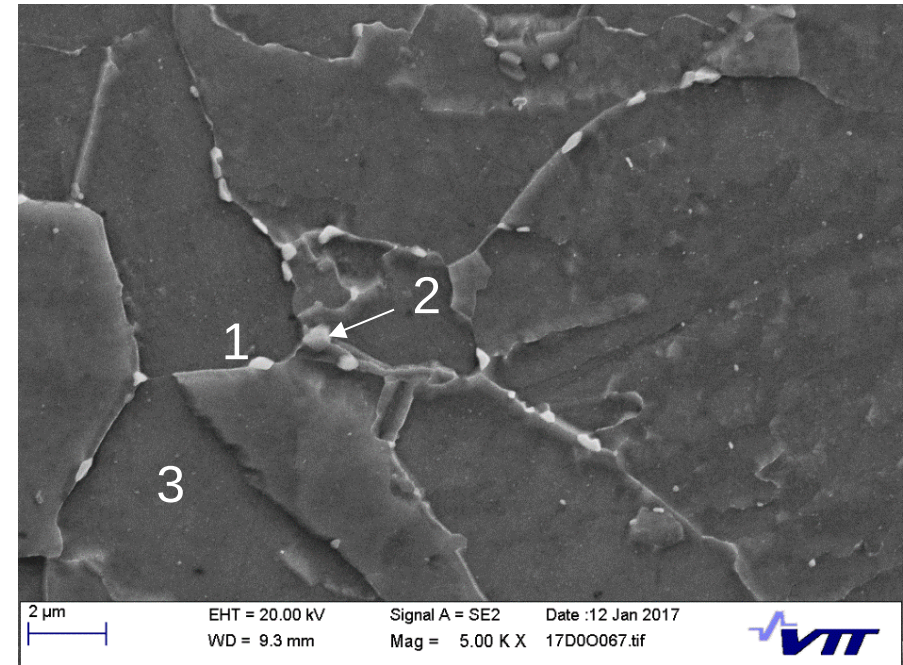
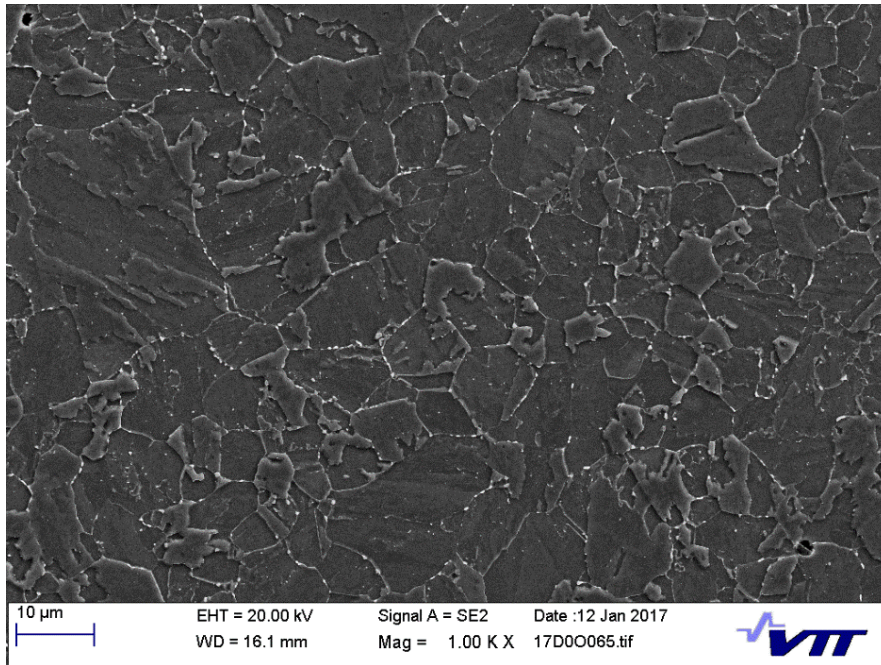


Uhlig – 16Mo3



Areva - 7CrMoVTiB10-10





	C*	Si	V	Cr	Mn	Fe	Mo
<i>pt1</i>	4.2	0.3	0.7	11.8	1.5	76.1	5.4
<i>pt2</i>	2.8	0.3	0.3	7.3	1.1	85.0	3.1
<i>pt3</i>	1.5	0.3	0.2	2.5	0.8	93.8	0.9

* Hiilen määrä suuntaa-antava

- Voimakasta karbidien muodostusta raerajoilla
- Kovuus perusaineessa ~ 220 HV0.1

Mikrorakennetarkastelut

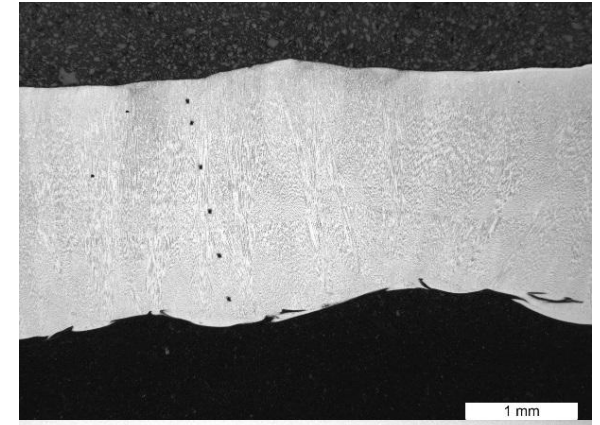
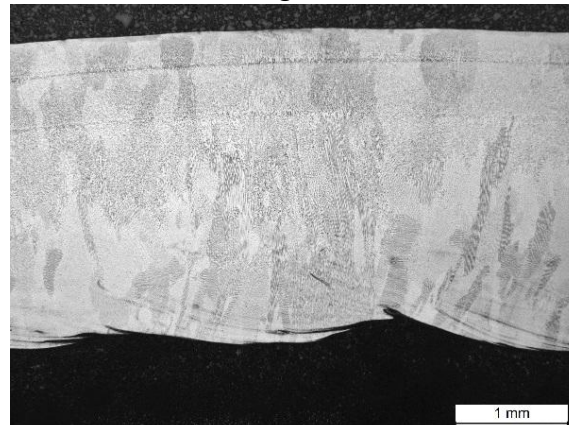
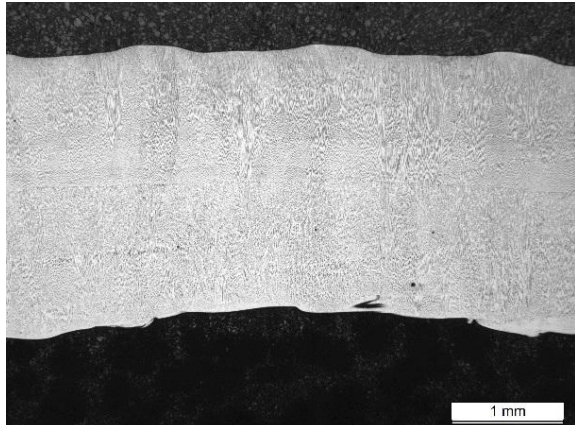
309L

AZZ

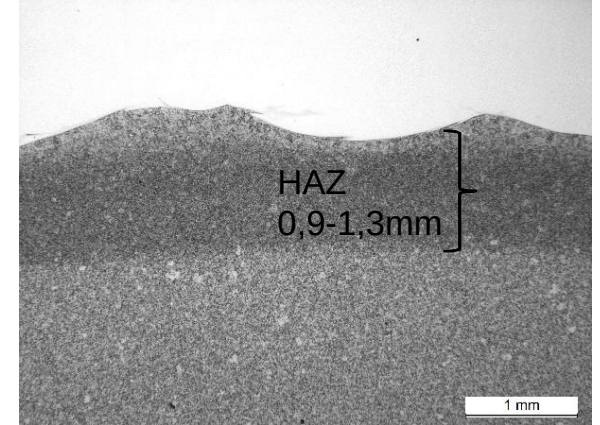
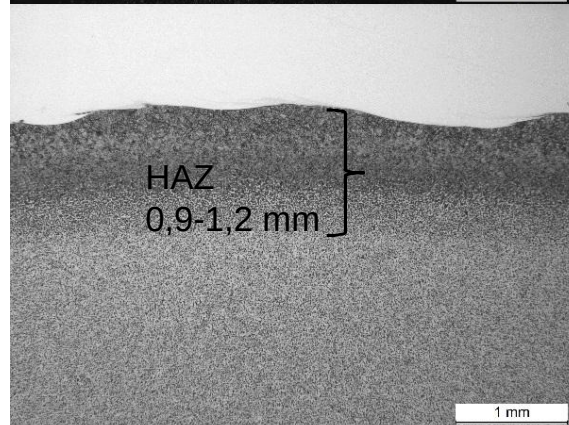
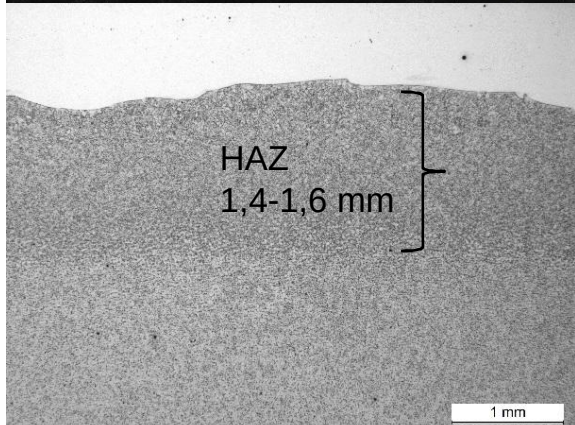
Uhlig

Areva

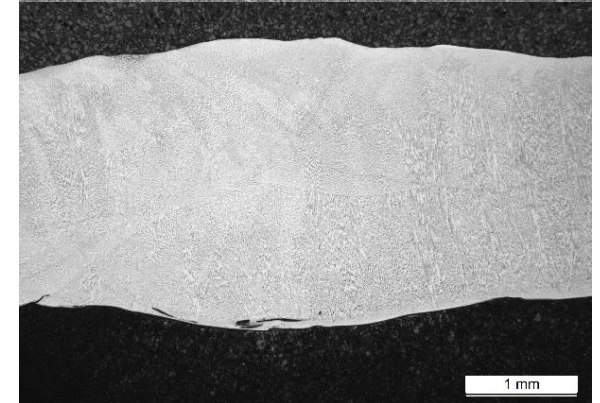
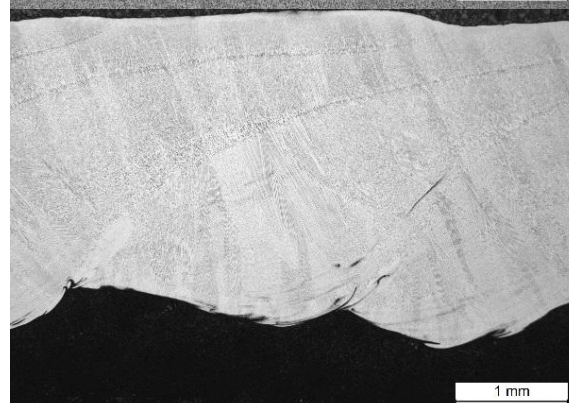
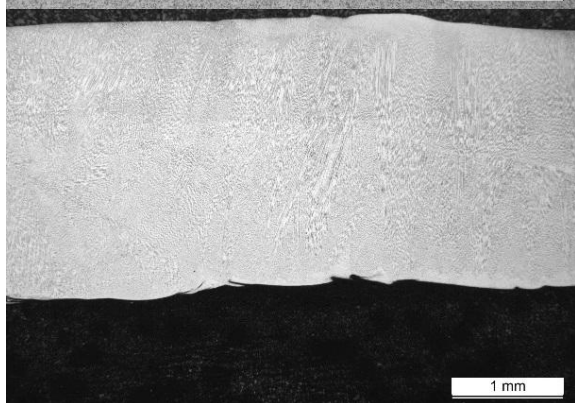
Putken
poikkileikkaus



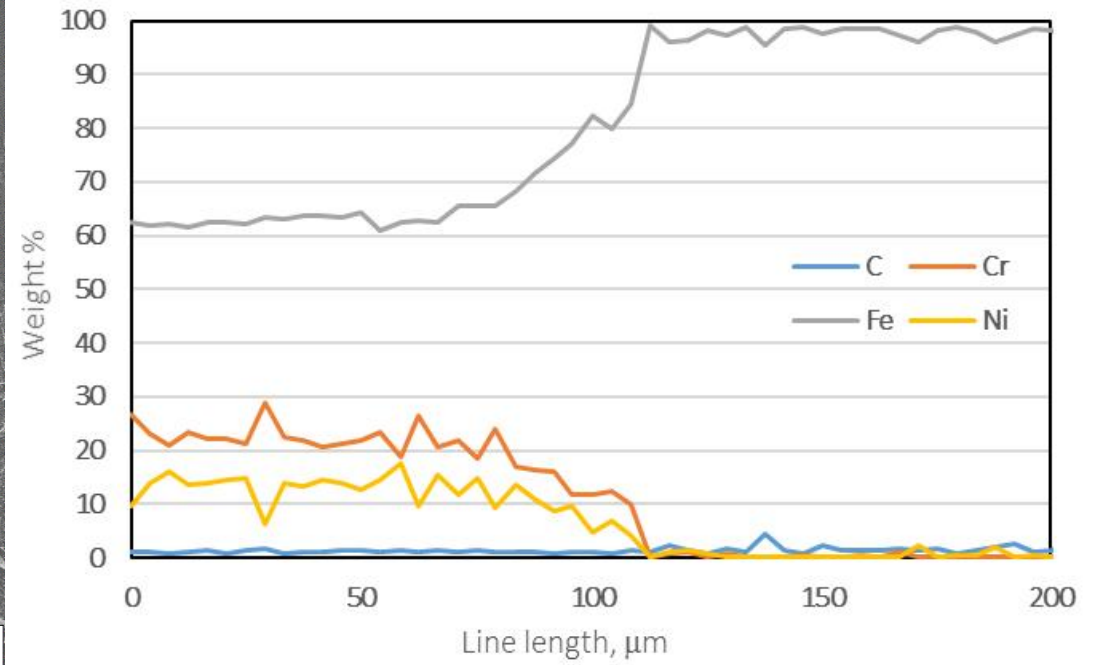
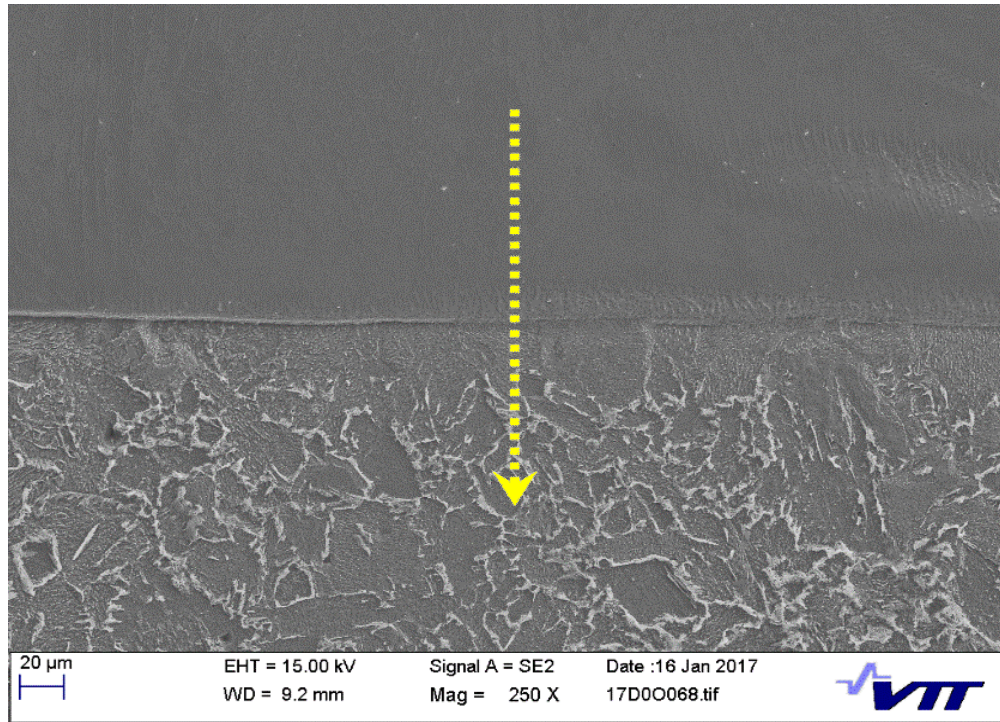
rajapinta



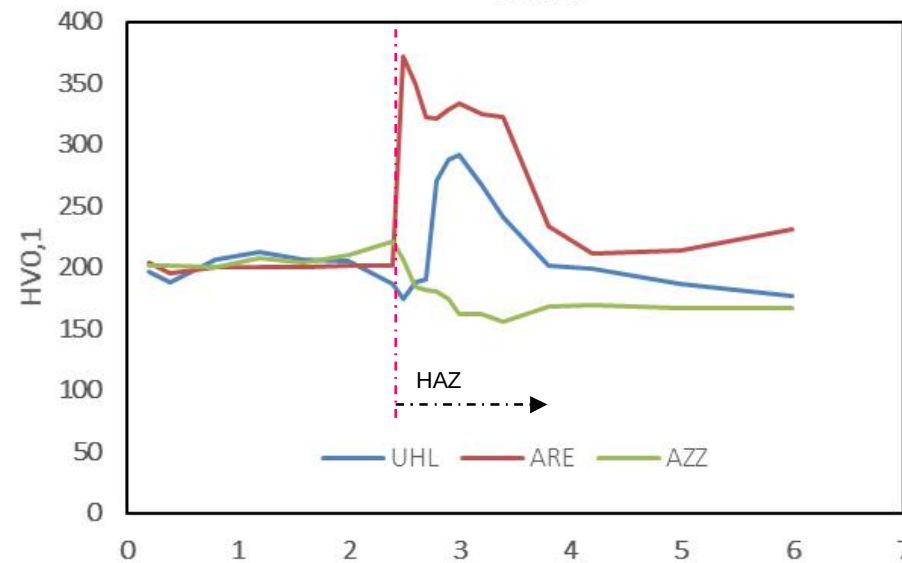
Putken
pitkittäis-
suuntaan



309L, AZZ



309L



Mikrorakennetarkastelut

IN625

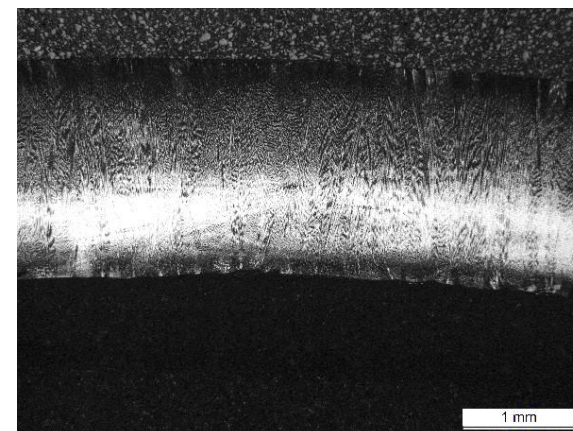
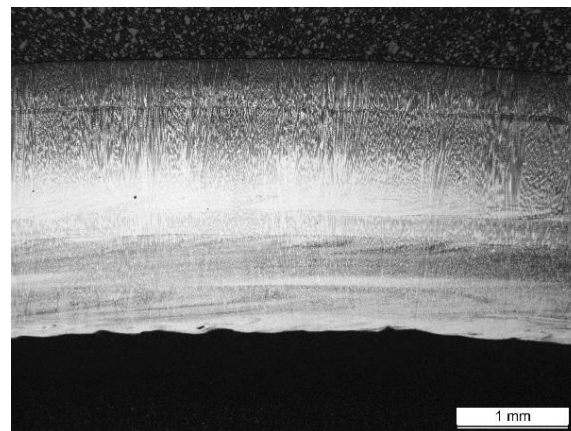
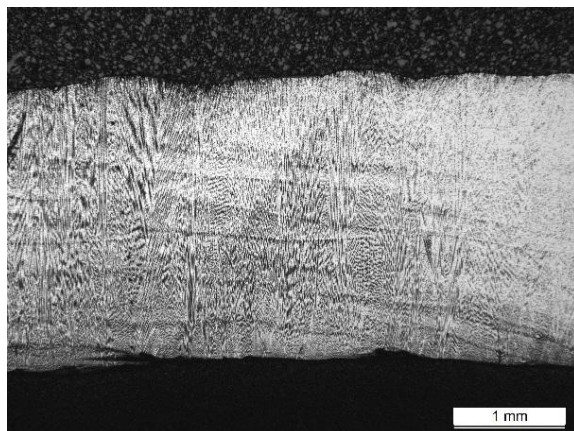


AZZ

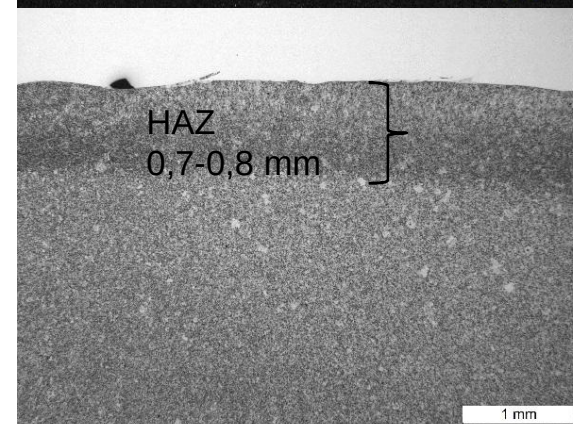
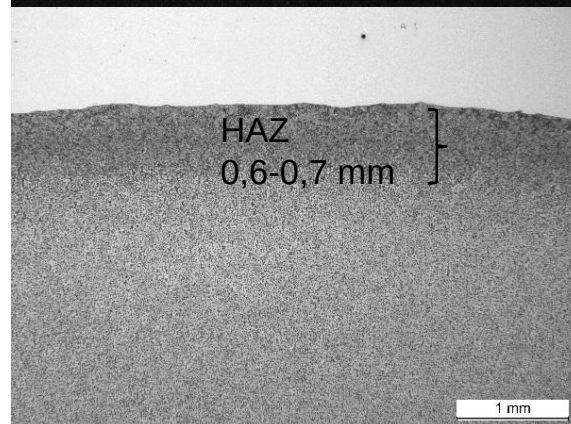
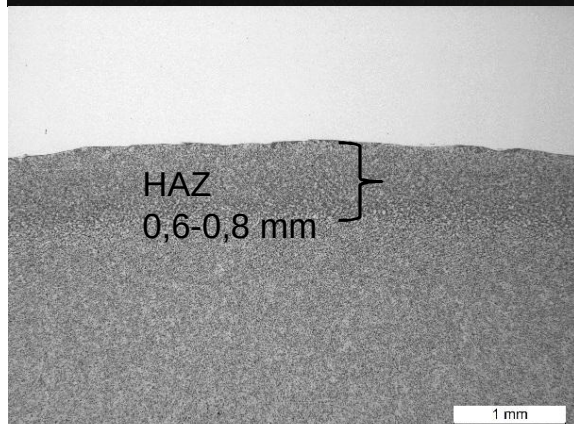
Uhlig

Areva

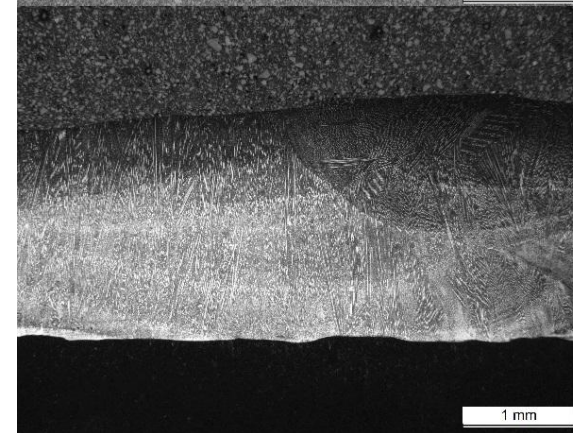
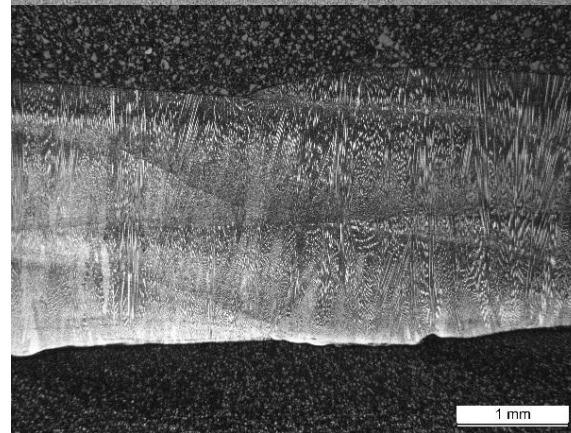
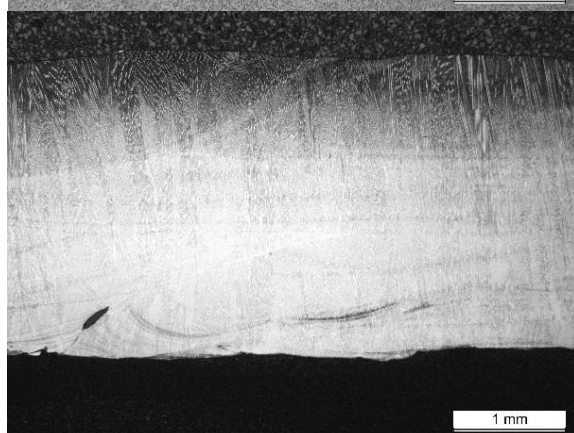
Putken
poikkileikkaus



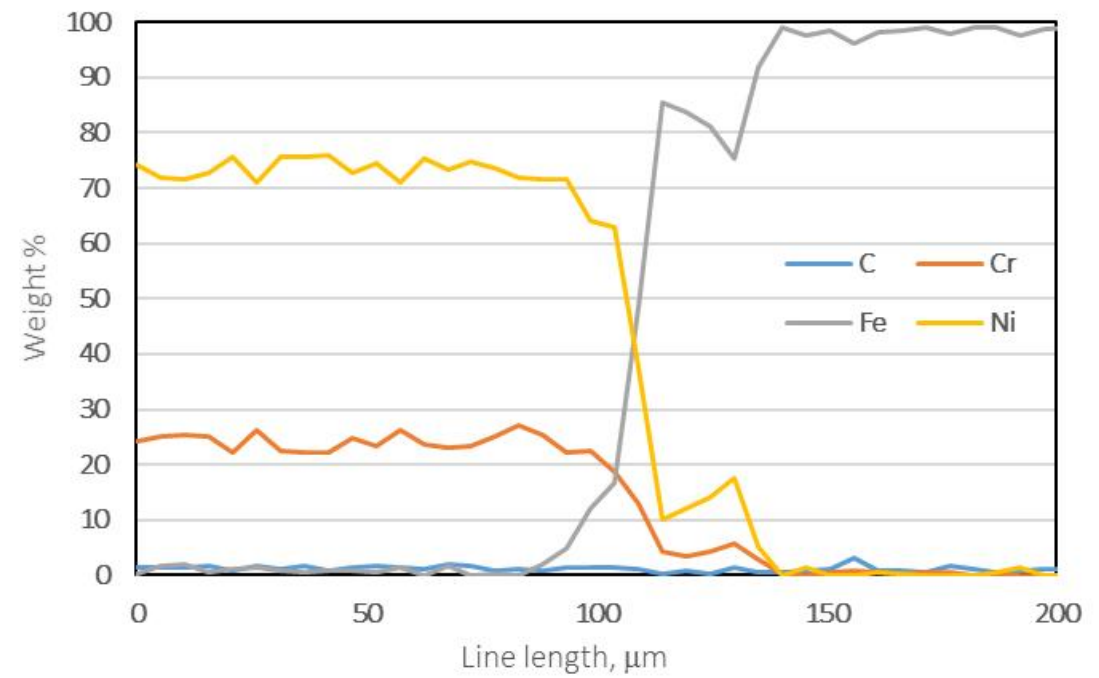
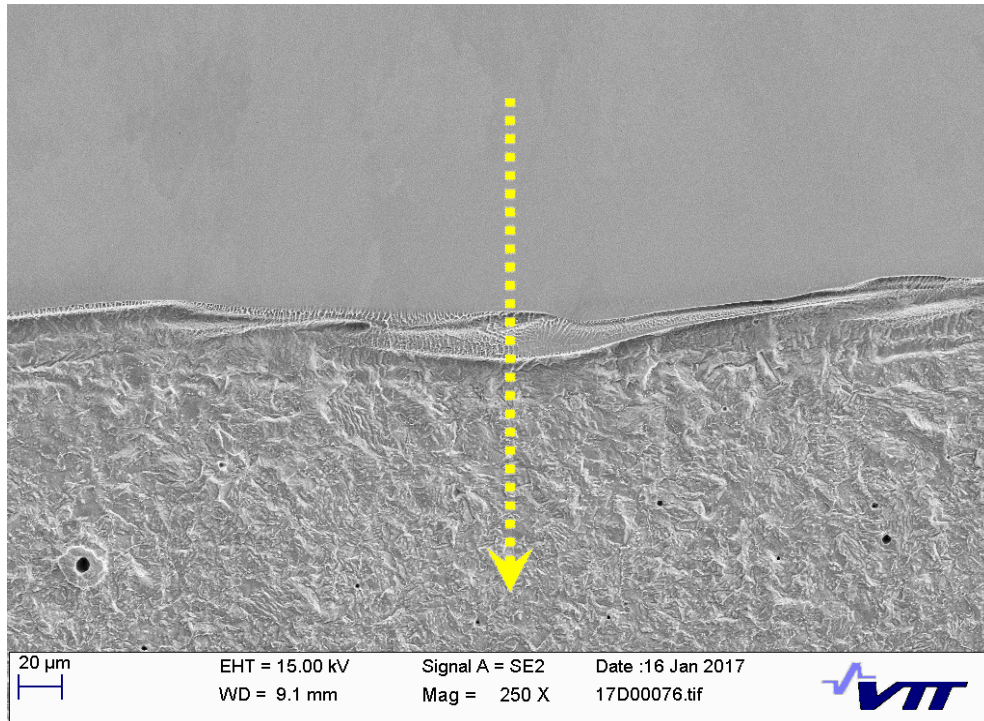
rajapinta



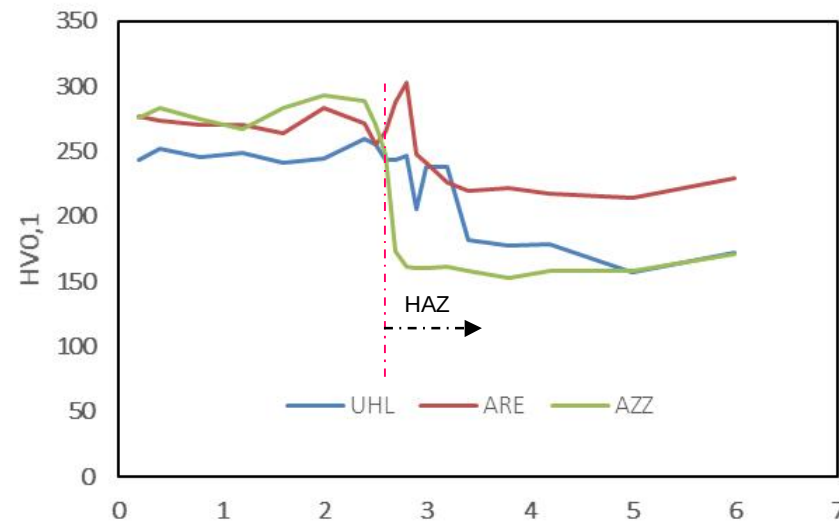
Pitkittäis-
suuntaan



IN625, AZZ



IN625



Mikrorakennetarkastelut

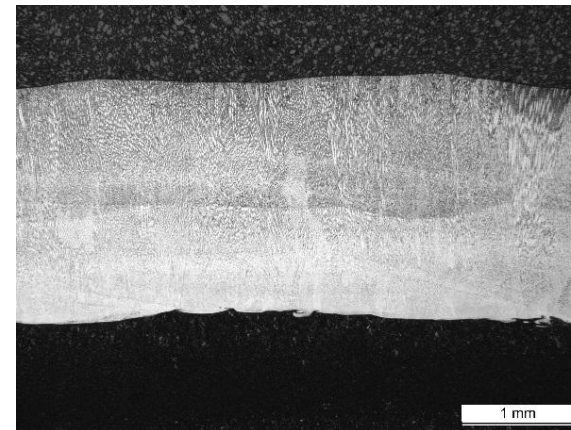
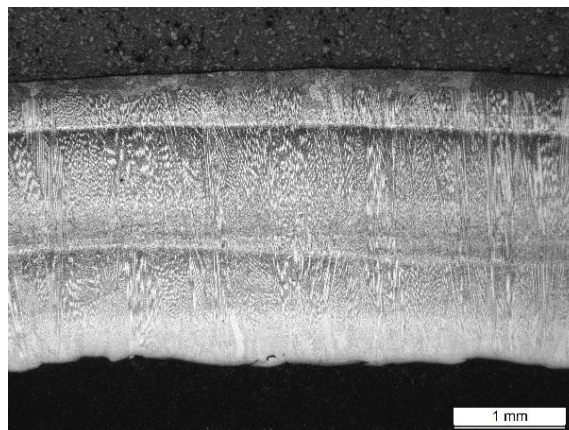
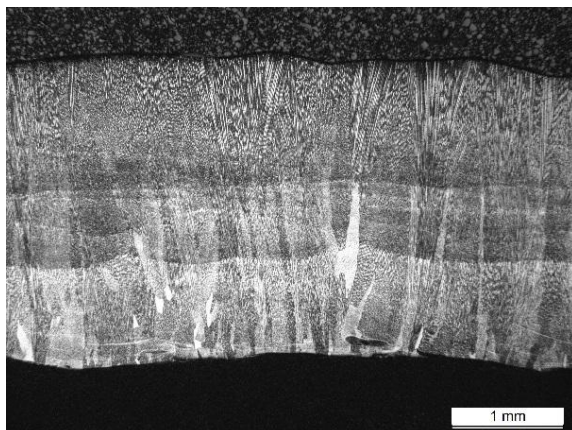
IN825

AZZ

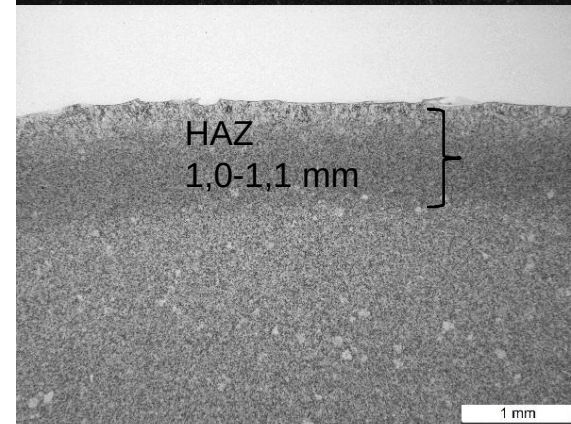
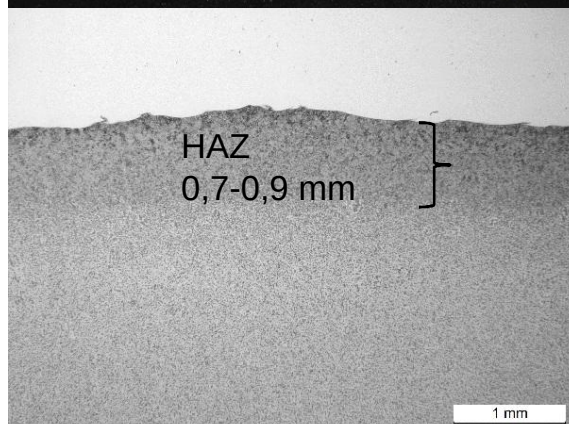
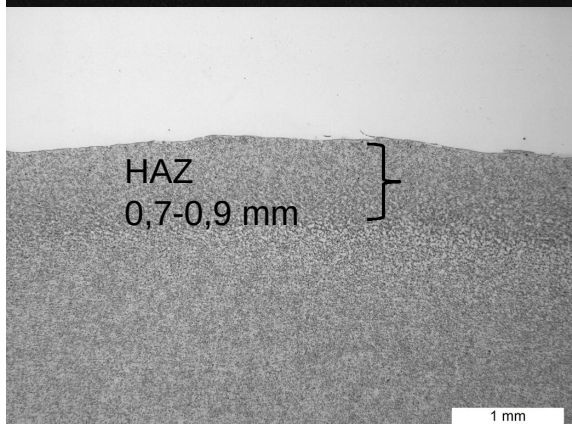
Uhlig

Areva

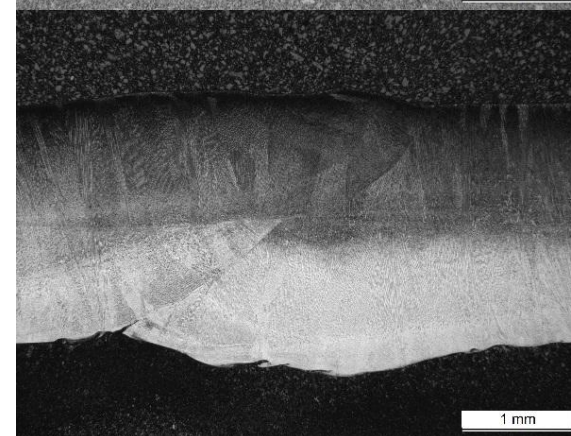
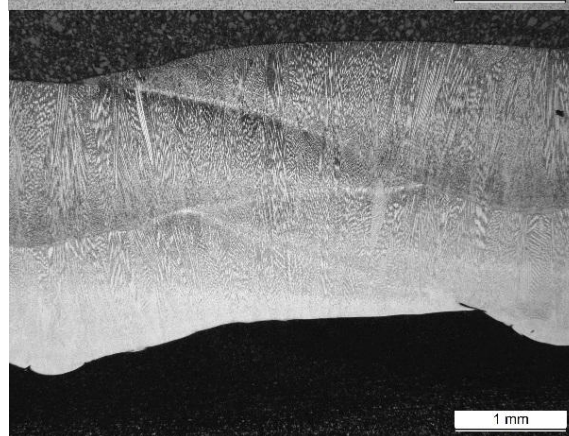
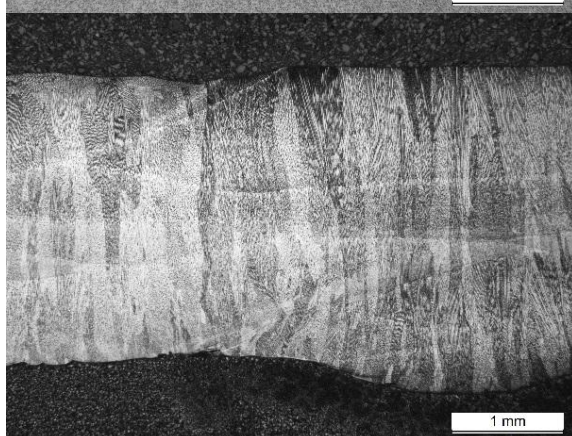
Putken
poikkileikkaus

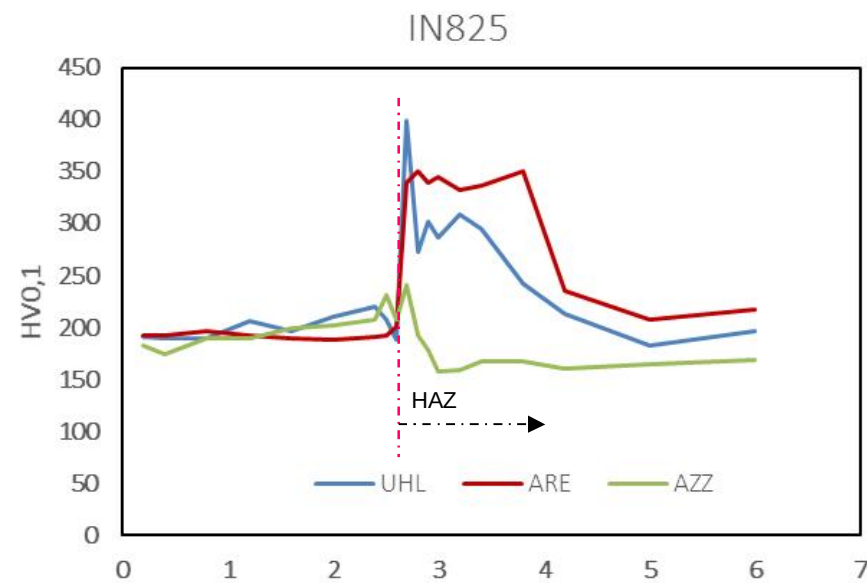
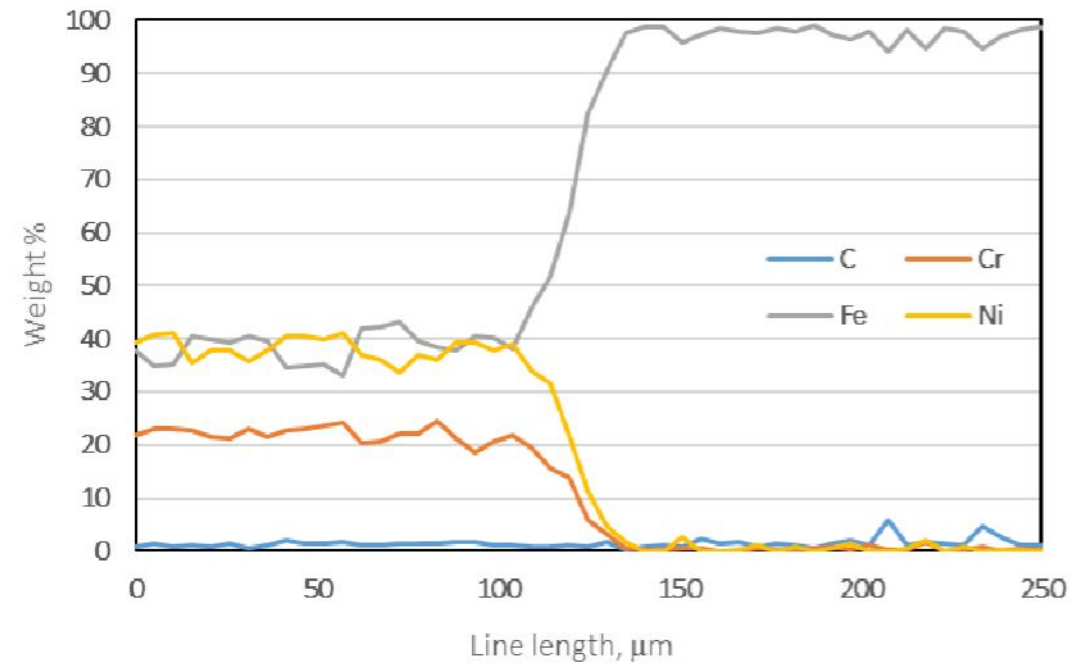
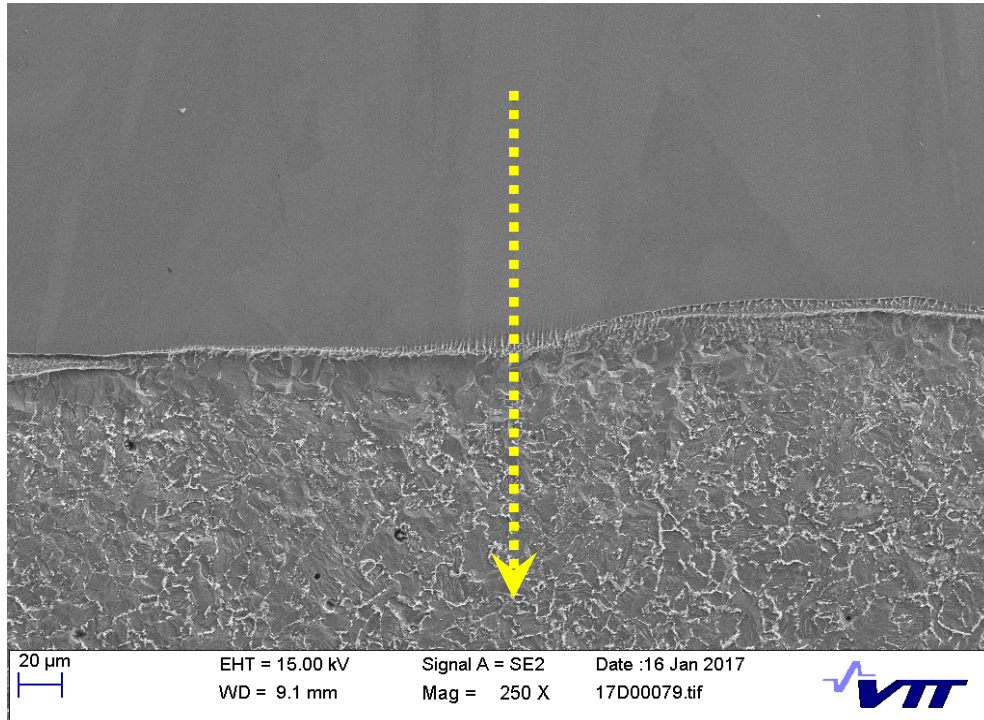


rajapinta



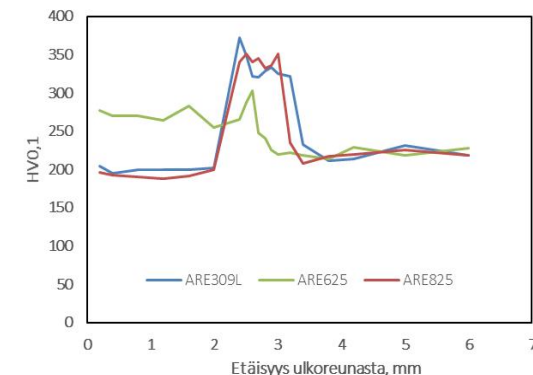
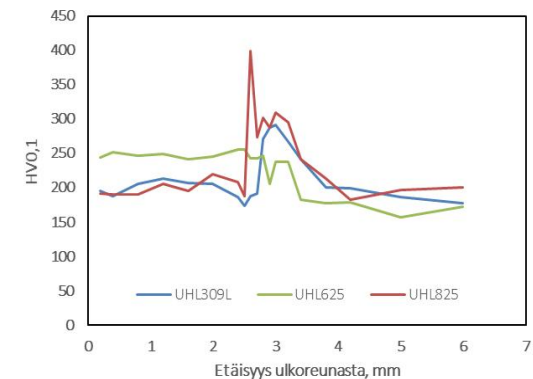
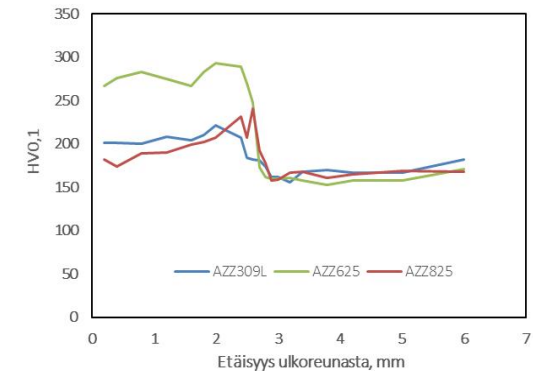
Pitkittäis-
suuntaan





Yhteenveto

- Hitsauspinnoitteet vaihtoehto yksi compoundille, joustava materiaalivalinta
- Karakterisoidut materiaalit 309L, 626 ja 825
 - Areva perusaine 7CrMoVTiB10-10
 - Uhlig perusaine 16Mo3
 - AZZ perusaine P235GH
- Tasaiset pinnoitepaksuudet näytteen ympäri
- HAZin syvyys tasainen, ei isoa vaihtelua
 - materiaalikohtainen - 309L syvin
- Mikrorakenteet normaalia vastaavia, perusaineiden kovuudet standardin rajoissa
- Kovuuspiikkejä pitäisi välttää; hauraat rakenteet, suurilla kovuuksilla vetyhyökkäyksen mahdollisuus kasvaa



LIITE 3

**Varo Oy: Soodakattilan tiiveydenvalvontajärjestelmät
– KMP esitys 26.1.2017**

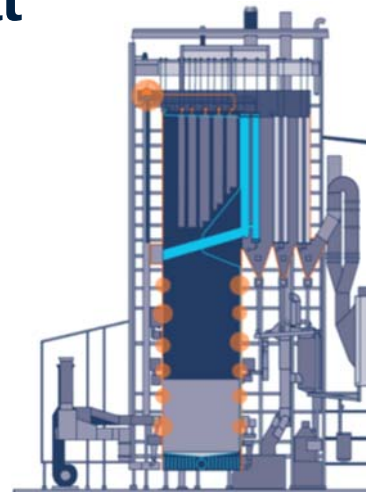


Soodakattiloiden käynninaikaiset tiiveydenvalvontamenetelmät

Timo Karjunen

VARO
TEOLLISUUSPALVELUT

27.2.2017



Soodakattilaräjähdyks Natron Hayatin Maglajin tehtaalla Bosnia-Hertsegovinassa 2016

Räjähdyks tapahtui Götaverkenin vuonna 1979 toimittamassa soodakattilassa, jonka kapasiteetti on 600 tKA/vrk.

Tapahtumat 26.7.2016

- Seinäputki repesi primääri-ilma-aukkojen tasolla (repeämä 32 x 14 mm)
- Kattila alas tulipesän korkeasta paineesta
- Tulipesässä voimakas räjähdys noin 15 min myöhemmin, kaksi kulmaa auki
- Räjähdyshetkellä kattilahuoneessa oli kuusi henkilöä
- Yksi käyttömies kuoli ja viisi loukkaantui saaden lähinnä palovammoja. Loukkaantuneet ovat palanneet töihin.

Kattilan korjaustyöt ovat edelleen käynnissä. Ylösajo tulee olemaan helmikuun lopussa tai maaliskuun alussa.



VARO





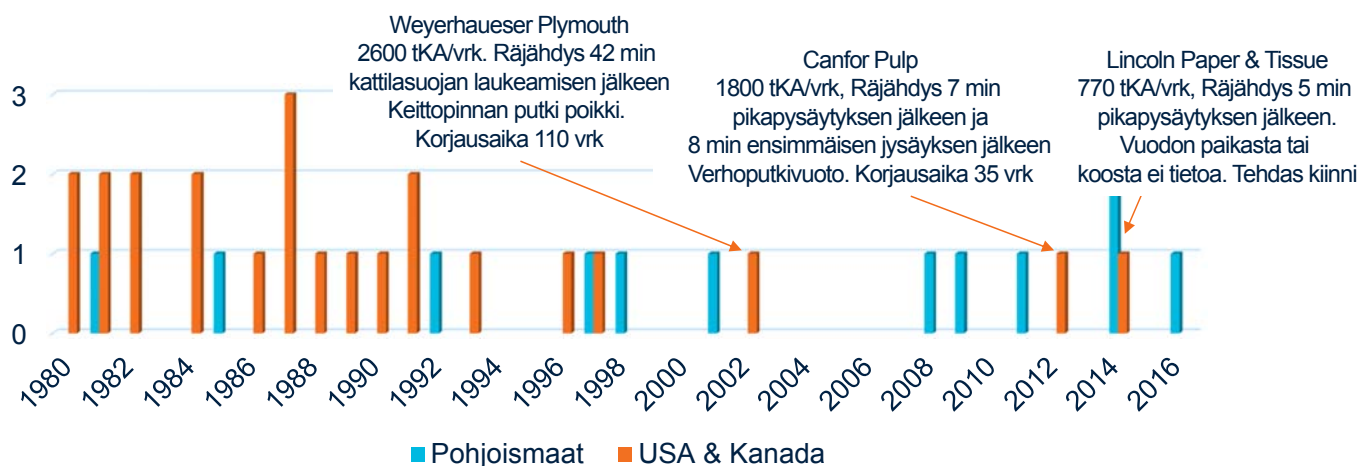
Vesivuotojen aiheuttamat räjähdyskset 1980 - 2016

Suomen, Ruotsin ja Norjan soodakattiloissa

Vuosi	Tehdas	Vuoto	Vauriot	Seisokki
1981	Oulu	Verhoputki poikki	Etunurkat auki, taipuma seinissä 25 cm	3 kk
1985	Frövi	Vettä pesään lipeäputkiston pesussa	Heikennetty nurkka auki 30 cm	
1992	Tervasaari	Suuri vuoto keittoputkessa	Kaikki neljä nurkkaa auki	7,4 vrk
1997	Östrand	Tulistinputki poikki sähkökatkon aikana		23 vrk
1998	Vallvik	Seinäputki repesi puolen metrin matkalta	Heikennetty nurkka auki 1 m, huomattavaa taipumaa seinissä, pohja putosi paikoiltaan	4 kk
2001	Kotka	Suuri vuoto seinäputkessa	Heikennetty nurkka auki, taipumaa seinissä ja tukipalkeissa	13 vrk
2008	Kemi	Tulistinputki poikki (räjähdys tulistimien vesipesun aikana)	Heikennetty nurkka auki 100 mm	5 vrk
2009	Frövi	Suuri vuoto verhoputkessa	Pientä taipumaa seinissä	8 vrk
2011	Rauma	Suuri vuoto verhoputkessa	Heikennetty nurkka auki, 8 tappia poikki	3,5 vrk
2014	Veitsiluoto	Suuri vuoto kattoputkessa	Heikennetty nurkka auki, 2 tappia poikki	3,5 vrk
2014	Skoghall	Liutinsäiliön hönkäjäjärjestelmän pesuvesi tulvi tulipesään	Heikennetty nurkka auki, taipuma seinissä max 10 cm	18 vrk
2016	Uimaharju	Vettä tulipesään kouruvaurion takia	Ränni irti, sula poltti kaapeleita ja sähkömoottoreita	4 vrk



Veden pääsystä tulipesään aiheutuneet räjähdykset Pohjolassa ja Pohjois-Amerikassa 1980 - 2016



Pohjois-Amerikassa soodakattiloita 2016 190 kpl: räjähdys joka 305. käyttövuosi

Pohjoismaissa soodakattiloita 44 kpl: räjähdys joka 135. käyttövuosi

Pohjoismaissa tapahtui 1980 - 2016 räjähdyksiä kaksi kertaa useammin ja
2000 - 2016 kymmenen kertaa useammin suhteessa kattiloiden lukumäärään

VARO



Kokemukset P-Amerikasta 1970 - 1993

Kattilavuotojen aiheuttamia räjähdyksiä yhteensä 35 kpl

Räjähdykset luokiteltuna vahinkojen mukaan

- Vakavat vahingot 12 kpl
- Kohtalaiset vahingot 11 kpl
- Korkeintaan vähäiset vahingot 12 kpl

Räjähdykset, joissa vahingot olivat vakavia tai kohtalaisia, luokiteltuna ilmoitetun vuodon koon mukaan

- Putki/useita putkia poikki tai halki 20 kpl
 - Repeämä 1,5 – 4 cm² 2 kpl
 - Sentin särö pohjaputkessa 1 kpl
- } 95 %

VARO



Kokemukset P-Amerikasta 1970 - 1993

Pikapysäytyksen ja –tyhjennyksen käyttö

– Pikapysäytys ja pikatyhjennys	23 kpl (66%)	Vauriot vakavia 22 %
– Ei pikapysäytystä ja pikatyhjennystä	12 kpl (33 %)	50 %

Pikatyhjennyksen käyttö räjähdystapauksissa

– Pikatyhjennys max 10 min vuodon alun jälkeen	18 kpl
– Pikatyhjennys 11 – 25 min vuodon alun jälkeen	3 kpl
– Pikatyhjennys 40 - 70 min vuodon alun jälkeen	2 kpl

Räjähdykset luokiteltuna räjähdysten tapahtuma-ajan mukaan

– Korkeintaan 27 min pikatyhjennyksen alun jälkeen	21 kpl
– 89 ja 195 min pikatyhjennyksen alun jälkeen	2 kpl

(särövuodot pohja- tai seinäputkessa vesipinnan alla)

VARO



Kokemukset Suomesta 2000 - 2016

Kattilan alasajotapa normaalin käynnin aikaisissa vuodoissa (12 kpl), joissa vettä pääsi tai saattoi päästä tulipesään (vuoto tulipesässä, verhoissa tai keittopinnassa)

– Normaali alasajo (ilman kattilasuojan laukeamista)	8 kpl (66 %)
– Kattilasuojan aiheuttama nopea alasajo	2 kpl (17 %)
– Pikapysäytys	4 kpl (33 %)
– Pikapysäytys ja pikatyhjennys	1 kpl (8 %)

Pikapysäytyksen ja –tyhjennyksen käyttö normaalin käynnin aikaisissa vuodoissa (8 kpl), joissa vettä pääsi varmasti tulipesään (vuoto tulipesässä tai verhoissa)

– Normaali alasajo	4 kpl (50 %)
– Kattilasuoja + pikapysäytys	2 kpl (25 %)
– Pikapysäytys (ei kattilasuojaa)	1 kpl (12 %)
– Pikapysäytys ja pikatyhjennys (ei kattilasuojaa)	1 kpl (12 %)

Pikatyhjennys tehtiin ainoastaan Kaukaan vuodossa 2006, ja sielläkin vasta 30 min vuodon alun jälkeen.

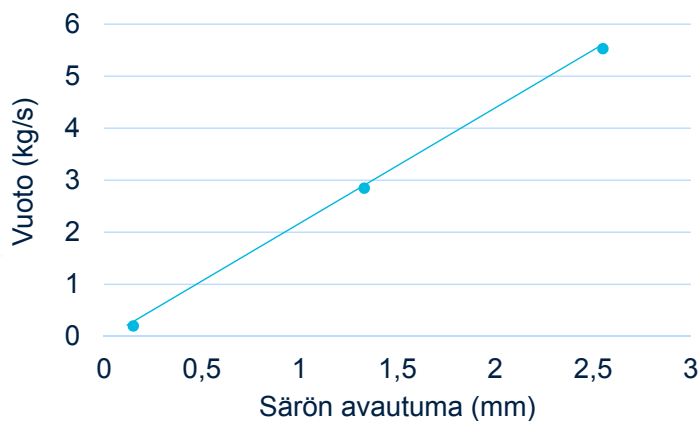
VARO



Särön aiheuttama vuoto

HDR-koe, Saksa

Putken halkaisija (mm)	88,9
Seinämän paksuus (mm)	5,6
Materiaali	1.4571
Paine (bar)	105
Särön pituus (mm)	100



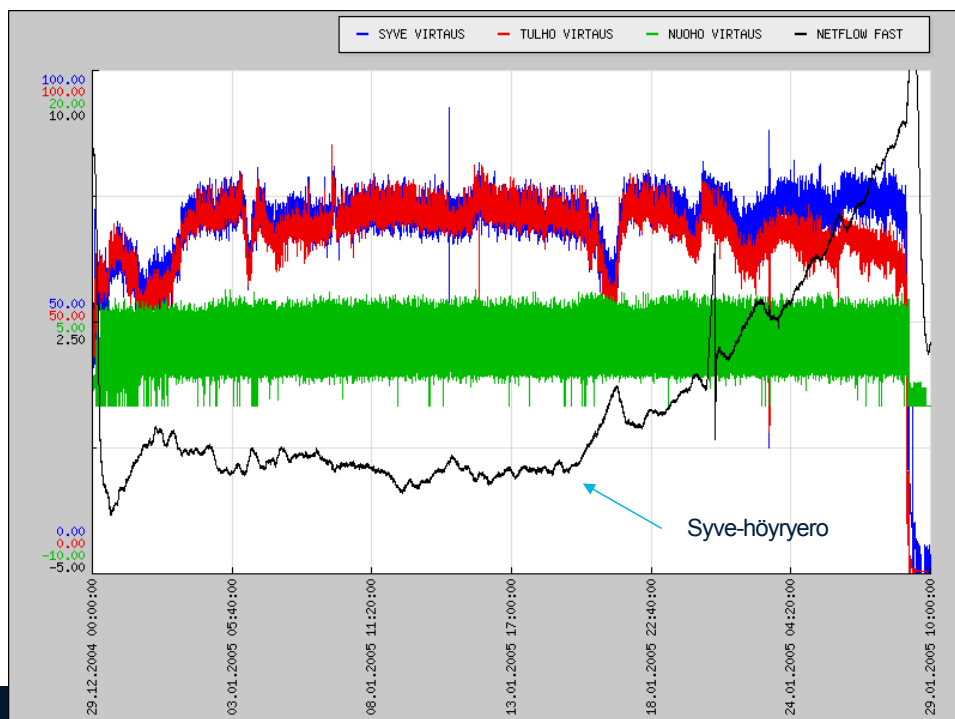
Vuoto $\approx 0,2$ kg/s kun särö on kiinni

Vuoto kasvaa särön avautuessa useisiin kiloihin sekunnissa

VARO



Suomalainen soodakattila 2005: ekonomaiserivuoto



Vuodon kehitys

16.1. 1,1 kg/s

18. – 24.1. +0,8 kg/s/vrk

24. – 27.1. +1,1 kg/s/vrk

Vuoto ennen alasajoa
noin 9 kg/s

Vuotoja kaksi kappaletta,
molemmat Eko III
yläkokoojakammion
lähellä

VARO



Suomalainen soodakattila: verhoputkivuoto

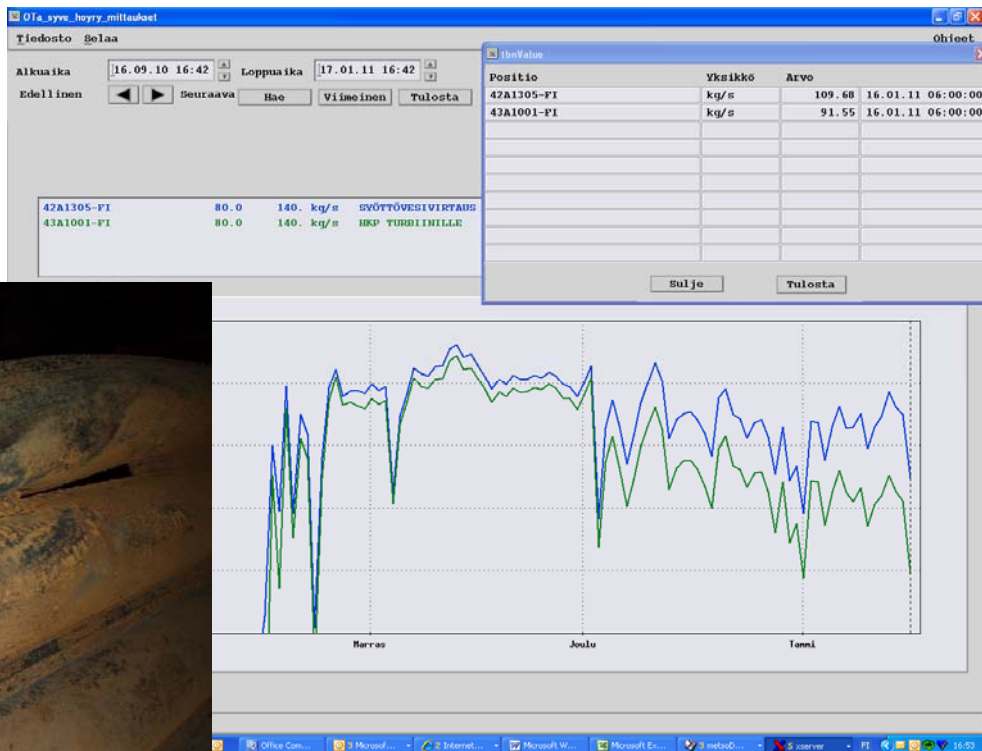
Vuodon kehitys

5.12. ≈ 4 kg/s

5.12. – 16.1. $+0,35$ kg/s/vrk

Vuoto ennen alasajoa 16.1.

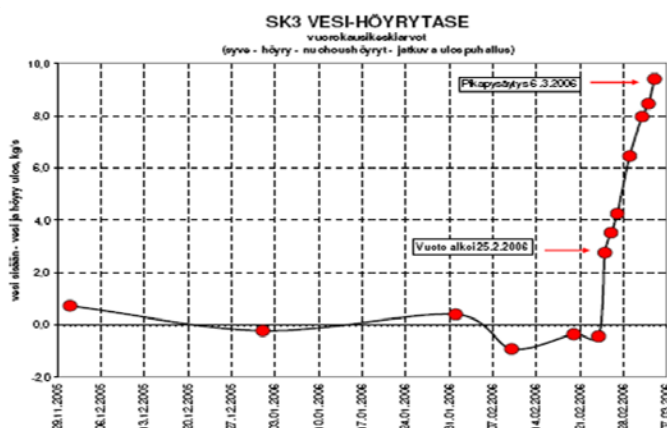
noin $15,6$ kg/s



VARO



Suomalainen soodakattila: seinäputkivuoto



Vuodon kehitys

25.2 ≈ 3 kg/s

25.2. – 6.3. $+0,7$ kg/s/vrk

Vuoto ennen repeämistä ≈ 9 kg/s

Repeämisen jälkeen sykevirtaus kasvoi > 40 kg/s



VARO



Aasialainen soodakattila 2014: seinäputkivuoto

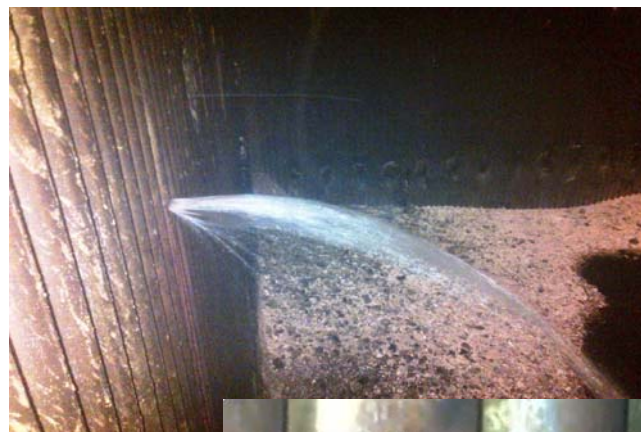
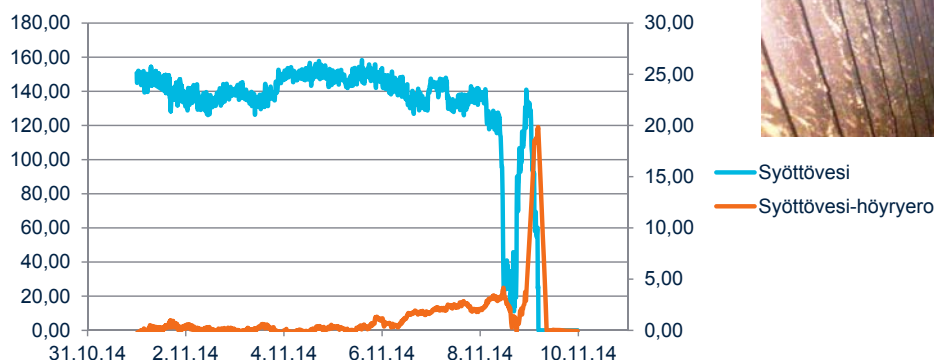
Vuodon kehitys

6.11. 1,5 kg/s

6.–8.11. +0,9 kg/s/vrk

Vuoto ennen putken repeämistä noin 3,3 kg/s

Repeämisen jälkeen noin 20 kg/s



VARO



Kokemukset kattilavuodoista

- Useimmat kattilavuodot alkavat särön aiheuttamana pienenä vuotona niin että vuodon koko alussa on 1 – 4 kg/s
- Vuoto kasvaa 0,3 – 1 kg/s vuorokaudessa, joten pienestä vuodosta voi tulla iso vuoto jo muutamien päivien kuluessa
- Seinäputken repeäminen on mahdollista, kun vuoto > 3 kg/s ja odotettavissa, jos vuoto on > 9 kg/s ja vuoto on seinäputkessa

⇒ Kattilan tiiveyttä tulee valvoa niin, että

- vuoto havaitaan (viimeistään) kun se on > 1 kg/s
- päätös alasajosta ehditään tehdä ja toteuttaa kun vuodon alusta on kulunut korkeintaan 2 vrk ja kun vuoto on vielä alle 3 kg/s

VARO



Vuodonvalvontamenetelmät

Menetelmä	Toimittajat	Tarkkuus	Käyttäjät Suomessa
Syöttövesi-höyryero	Automaatio-toimittajat	Vaihtelee toteutustavan ja toimittajan mukaan, parhaimmillaan erinomainen (hälytys kun vuoto on 0,5 – 1 kg/s alle 8 tunnissa)	Käytössä lähes kaikissa kattiloissa 6:ssa tarkkuus erinomainen
Kattilaveden laadun valvonta		Kohtalainen (vuoto voidaan havaita PO ₄ :n laskun perusteella 24 – 48 tunnissa, kun vuoto on 1 – 2 kg/s)	Oulu, Wisa
Kemikaalitase	Valmet, Nalco, Solenis	Parhaimmillaan erinomainen (hälytys alle 8 tunnissa kun kattilaveden vuoto on 0,5 – 1 kg/s)	Veitsiluoto, Rauma, Joutseno, Kaukas
Akustinen emissio	Lukuisia, mm. Andritz	Vaihtelee antureiden sijoituspaikkojen ja lukumäärän mukaan, parhaimmillaan erinomainen niissä osissa kattilaa, joissa antureita on tarpeeksi	Ei käytössä

VARO



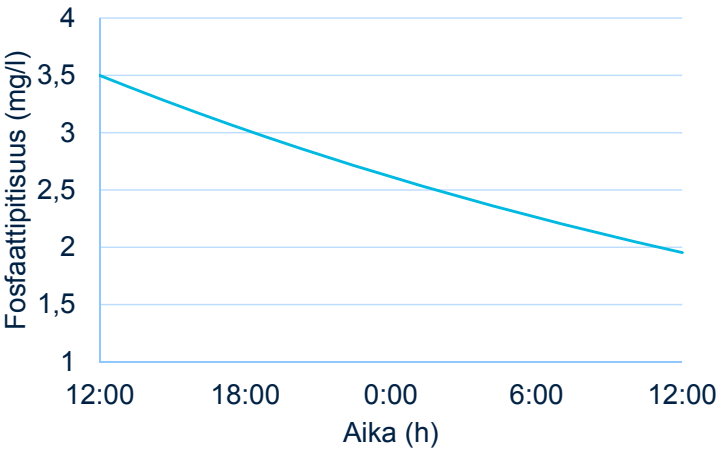
Kattilavesivuodon tunnistus kattilaveden laimenemisen perusteella

Fosfaatin annostelu ja ulospuhallus säädetään niin, että PO₄ pysyy normaalisti esim. alueella 3 - 4 mg/l

Jos PO₄ laskee alle 2 mg/l, automaatiojärjestelmä hälyttää valvomossa ja labra tekee ilmoituksen

Esimerkki:

Kattilaan tulee perjantaina klo 12 vuoto, jonka suuruus on 1 kg/s, kun PO₄ on 3,5 mg/l.
Jatkuva seuranta tekee hälytyksen vuorokauden ja labra kolmen vuorokauden kuluttua



VARO



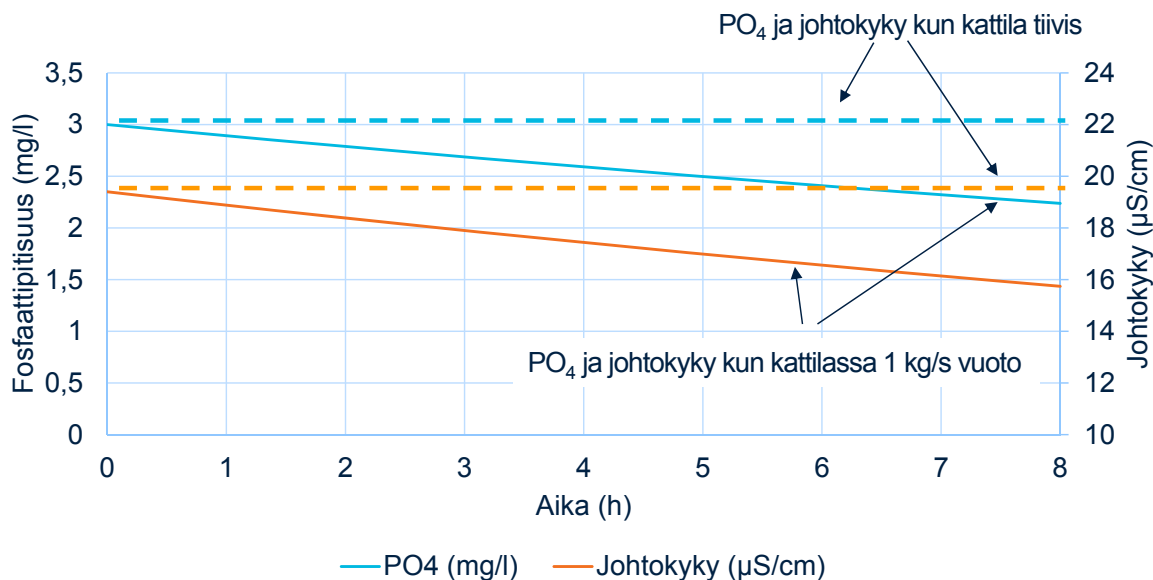
Käynninaikainen tiiveyskoe

- Toteutus kattiloissa, joissa kattilaveden pH säädetään fosfaatilla
 - Suljetaan ulospuhalluksen säätöventtiili
 - Lopetetaan fosfaatin annostelu
 - Seurataan kattilaveden johtokykyä ja/tai fosfaattipitoisuutta 2 – 8 tuntia
 - Avataan ulospuhalluslinjan säätöventtiili ja aloitetaan fosfaatin annostelu
- Toteutus kattiloissa, joissa kattilaveden pH säädetään haihtuvilla amiineilla (Äänekoski ja Sunila)
 - Suljetaan ulospuhalluksen säätöventtiili
 - Annostellaan kattilaveteen annos väkevää lipeää niin, että kattilaveden $\text{pH} \approx 10$ ja johtokyky $\approx 20 \mu\text{S/cm}$ (natriumpitoisuus $\approx 2 \text{ mg/l}$)
 - Seurataan kattilaveden johtokykyä 2 – 8 tuntia
 - Avataan ulospuhalluslinjan säätöventtiili

VARO



Käynninaikaisen tiiveyskokeen tulokset



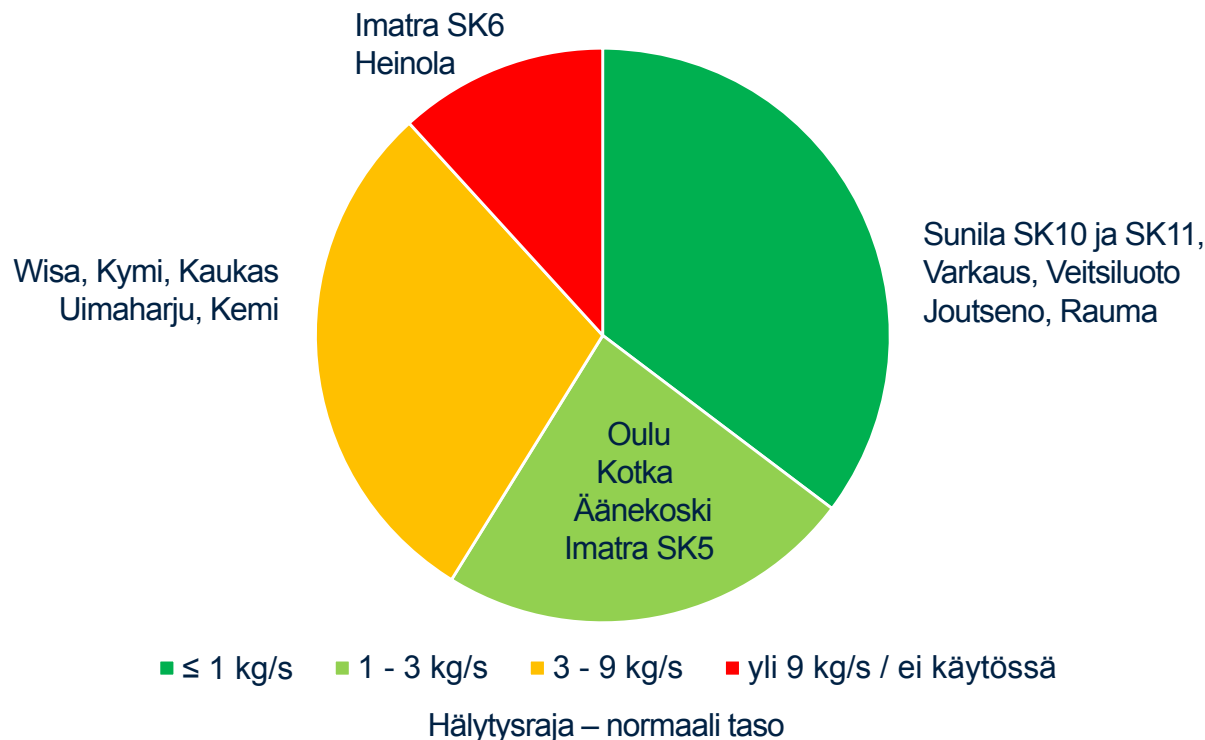
Kattilaveden johtokyky alussa 19,4 $\mu\text{S/cm}$, 4 h jälkeen 17,5 $\mu\text{S/cm}$ ja 8 h jälkeen 15,7 $\mu\text{S/cm}$ kun vuoto on 1 kg/s ja höyrystimen koko on 200 m³.

Suuremmissa vuotoissa muutokset ovat nopeampia (muutosnopeus kasvaa vuodon koon mukaan).

VARO



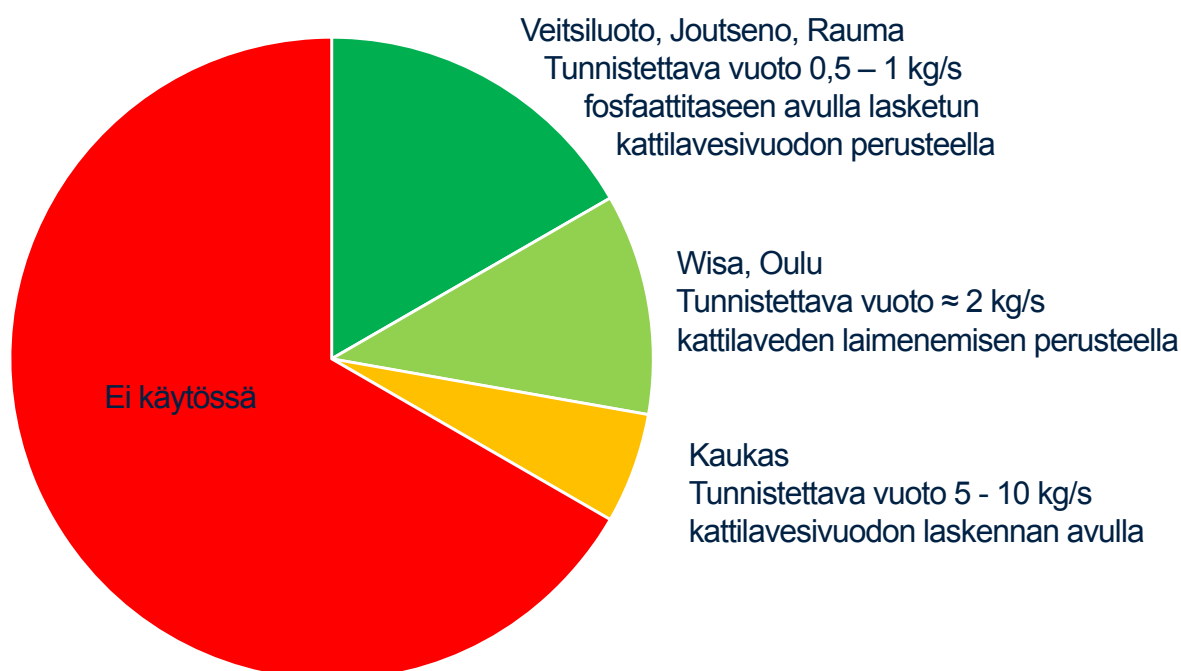
Syöttövesi-höyryeron avulla tunnistettavat vuodot



VARO



Kattilaveden kemikaalitaseen tai laimenemisen seurannan perusteella tunnistettavat vuodot



VARO



Kattilavesivuodon reaaliaikainen seuranta

Kun kattilaveden pH säädetään fosfaatilla, voidaan kattilalle laskea fosfaattitase

$$PO_{4, \text{ sisään}} - PO_{4, \text{ ulos}} = PO_4\text{:n määrän muutos kattilavedessä}$$

$PO_{4, \text{ sisään}}$ = PO_4 -liuoksen mukana kattilaan kulkeutuva fosfaattimäärä

$PO_{4, \text{ ulos}}$ = ulospuhalluksen ja vuodon mukana kattilasta ulos kulkeutuva fosfaattimäärä

Taseesta voidaan ratkaista kattilavesivuoto, kun annostelumäärä, kattilaveden fosfaattipitoisuus ja ulospuhallusvirtaus tunnetaan, esim. 1 – 4 tunnin aikajaksolla.

Näin saatu kattilavesivuoto (kg/s) kertoo siten (lähes) reaaliaikaisesti onko kattilan höyrystinosassa (tulipesässä, keittopinnassa, verhoissa) vuoto ja jos on niin kuinka suuri.

Valvonta voidaan testata simuloimalla kattilavesivuotoa ulospuhalluksen lisäyksellä.

VARO



Tiiveydenvalvonnan testaus Veitsiluodossa

Testi voidaan tehdä periaatteessa koska tahansa, kun ulospuhallusvirtaus on kasvatettavissa niin, että lisäys on suurempi kuin vuotovirtausten hälytysrajat.

Testin toteutus

1. Valvomonäytössä valitaan valvonnan tilaksi ”testaus” ao. sivulla. Tällöin
 - ulospuhalluksen arvon automaatiojärjestelmässä lukittuu vakioksi
 - ulospuhalluksen säätöventtiili ohjautuu täysin auki

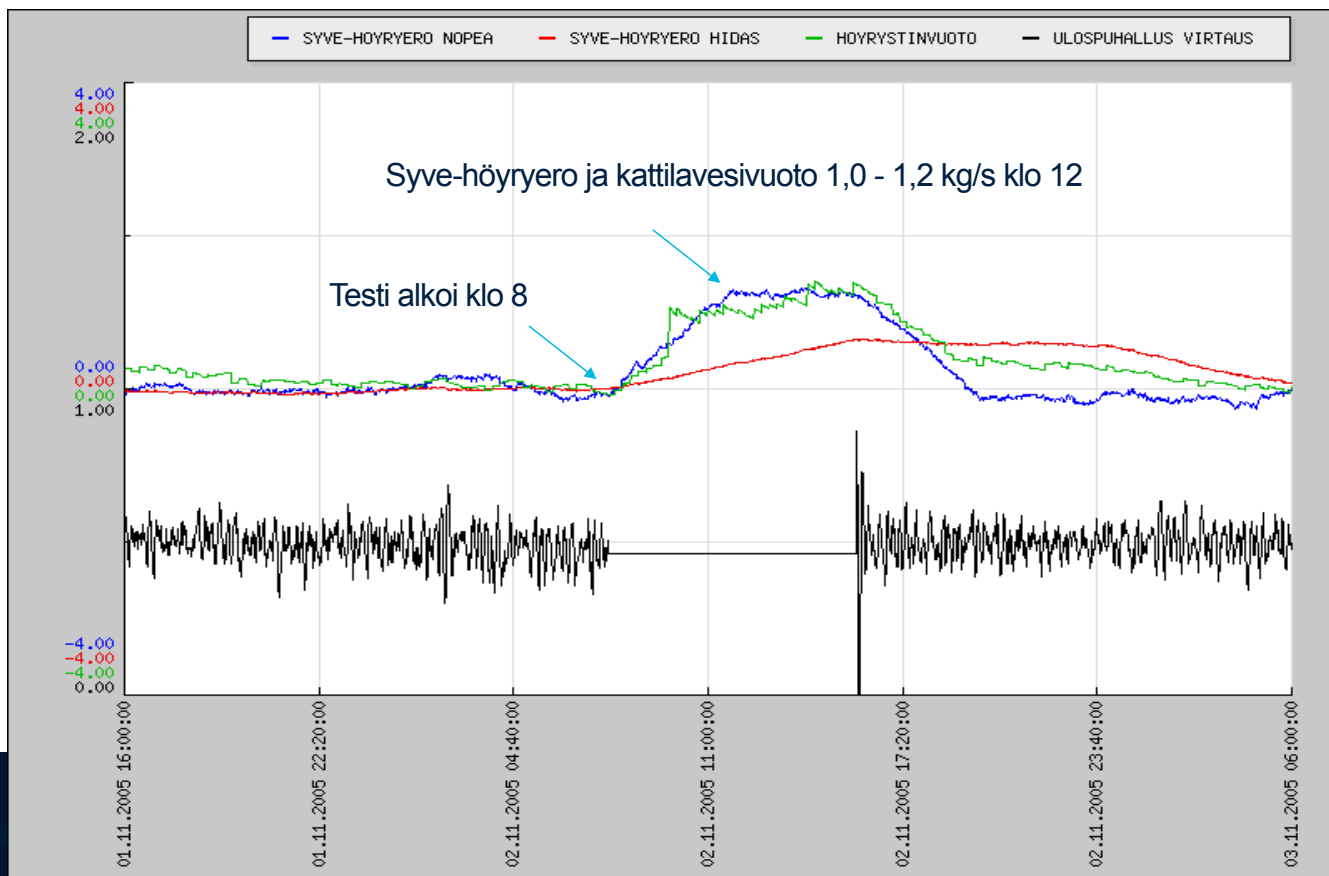
Sekä syöttövesi-höyryeron että kattilavesivuodon tulisi tämän jälkeen kasvaa vähitellen niin, että molemmista tulee hälytys 8 tunnin kuluessa testin alusta.

2. Testin päättyessä palautetaan valvonnan tilaksi ”mittaus”, jolloin ulospuhalluksen säätöventtiili palautuu alkuperäiseen asentoonsa ja ulospuhalluksen arvo automaatiojärjestelmässä alkaa taas muuttua mittauksen todellisen arvon mukaan. Syöttövesi-höyryero ja kattilavesivuoto laskevat vähitellen lähelle 0 kg/s.

VARO



Tiiveydenvalvonnan tuloksia Veitsiluodosta



Kattilan tiiveydenvalvonta Veitsiluodon tehtaalla

Syve-höyryero ja kattilavesivuoto 1.12. – 10.1.2017





Kattilan tiiveydenvalvonta Veitsiluodon tehtaalla

Syve-höyryero ja kattilavesivuoto 1.12. – 10.1.2017



VARO



Keinot vuotojen valvonnan parantamiseen

Kattilan tiiveyttä valvotaan syöttövesi-höyryeron, kattilavesivuodon ja/tai akustisen emission antureiden avulla niin, että päätös kattilan alasajosta on tehtävissä 4 - 8 tunnin kuluessa, kun vuoto on vielä pieni (alle 1 kg/s).

Syöttövesi-höyryerosta ja kattilavesivuodosta saatavat hälytykset koestetaan säännöllisesti esim. kerran kuukaudessa. Näin varmistetaan että päätös alasajosta voidaan (ja uskalletaan) tehdä vuototilanteessa valvontatulosten perusteella viiveettä myös silloin kun veden pääsystä tulipesään ei ole näkö- tai kuulohavaintoja.

Kattilan tiiveys varmistetaan jokaisen ylösajon jälkeen käytönaikaisella tiiveyskokeella. Samalla varmistetaan valmiudet tiiveyskokeen tekemiseen käyttöjakson aikana tilanteessa, jossa kattilassa epäillään vuotoa.

VARO



Keinot vuotojen hallinnan parantamiseen

Käyttöohjeet laaditaan niin, että kattila tulee ajaa alas tekemällä pikapysäytys ja pikatyhjennys, kun

- veden pääsy tulipesään on havaittavissa (tulipesästä kuuluu pauketta, tulipesäkameran kuvassa näkyy sulan roiskuvan tulipesän pohjalla, vettä näkyy valuvan tulipesän seiniä pitkin, ...) tai
- kattilasuoja laukeaa joko tulipesän korkean paineen tai lieriön matalan pinnan takia ja molemmat oireet ilmenevät samaan aikaan tai
- kattilan tulipesän paine nousee ja lieriön pinta laskevat äkillisesti ja normaalia enemmän (mutta ei kattilasuojan lukitusrajaan saakka) ja syöttövesi-höyryero on normaalia suurempi tai
- syöttövesi-höyryero on yli 3 kg/s ja käynninaikainen tiiveyskoe tai kemikaalitaseesta laskettu kattilavesivuoto osoittaa että vuoto on kattilan höyrystimessä (seinäputkissa, verhoissa tai keittopinnassa).

VARO



Keinot vaaratilanteiden hallinnan parantamiseen

Mikäli kattilasuoja laukeaa niin, että tulipesän paine on korkea ja lieriön pinta matala samanaikaisesti, on todennäköistä, että kattilasuojan laukeamisen syynä on suuri kattilavuoto.

Räjähdyksriskin minimoimiseksi ja henkilövahinkojen välttämiseksi tulee kattilanhoitajan (yhdessä muiden vuorossa olevien kanssa) tällöin

1. tehdä viiveettä myös pikapysäytys ja –tyhjennys
2. varmistaa että kaikki kattilahuoneessa olevat poistuvat kattilahuoneesta välittömästi ja kulku kattilahuoneeseen on estetty kunnes käytönvalvoja ilmoittaa että vaaratilanne on ohi

HUOM! Kattilavuodossa vaaratilanne on suurimmillaan heti kattilasuojan laukeamisen **jälkeen**, koska tällöin tulipesään vuotava vesi pääsee valumaan/putoamaan tulipesän pohjalle saakka ilman, että ainakin osa siitä haihtuu matkalla. Vaaratilanne jatkuu niin kauan kunnes vuoto on saatu tyrehtymään ja pohjalla oleva vesi on haihtunut pois.

VARO



Keinot turva-automaation parantamiseen

Iso vuoto seinä- tai verhoputkessa laukaisi kattilasuojan Kotkassa (900 tKA/vrk) ja Imatralla (1700 tKA/vrk), mutta ei aiheuttanut automaattista alasajoa Kaskisissa (2000 tKA/vrk), Veitsiluodossa (1600 tKA/vrk)(lämmittäjä teki pikapysäytyksen 2 min kuluttua vuodosta), Raumalla (3000 tKA/vrk) eikä Kaukaalla (3800 tKA/vrk)(lämmittäjä teki pikapysäytyksen 6 min kuluttua vuodosta).

Kattilasuojan toimintavarmuutta voidaan parantaa asettamalla lukitusehdot niin, että suojan aktivoituminen on todennäköistä äkillisen vuodon tapauksessa. Vuoto vaikuttaa eritavoin erikokoisissa kattiloissa, joten lukitusehdot on laadittava kattilakohtaisesti.

Pikatyhjennystä voidaan varmentaa

- liittämällä pikatyhjennys osaksi pikapysäytystä (kuten Pohjois-Amerikassa)
- laatimalla ”kattilavuotosuoja”, jonka lauetessa sekä pikapysäytys että pikatyhjennys tapahtuvat automaattisesti.

LIITE 4

**VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa
– tutkimusuunnitelma 7.11.2016**

ÄÄNEN KÄYTTÄYTYMINEN SOODAKATTILOIDEN ÄÄNI- NUOHOUKSESSA, TUTKIMUSSUUNNITELMA

Tausta

Suomen Soodakattilayhdistys ry on teettänyt Tampereen teknillisessä yliopistossa tutkimuksen ”Soodakattilan ääninuohous”¹. Työn tavoitteena oli kartoittaa aiheesta jo tehtyä tutkimusta. Työhön on koottu ääninuohoinvalmistajien käyttökokemuksia ja tutkimustuloksia soodakattilan tuhkan koostumuksesta ja ominaisuuksista. Lisäksi työssä on käsitelty ääniaaltoa fysikaalisena ilmiönä ja pohdittu äänentaajuuden vaikutusta ääninuohouksen lopputulokseen. Tutkimuksen yhteenvedossa esitetään seuraavanlaisia jatkotutkimustarpeita:

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin tutkia äänen käyttäytymistä kattilaympäristössä ja kattilarakenteiden akustiikkaa, jotta ääninuohouksen toimivuutta voitaisiin ennakoida ja nuohoustulokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten äänentaajuutta ja nuohoimien sijoituspaikkaa, optimoida. Äänenpaine hajaantuu kattilassa laajalle taajuuskaistalle, minkä vaikutus nuohoustulokseen on tuntematon. Lisäksi äänentaajuuden vaikutus äänen etenemiseen savukanavassa ja heijastumiseen kerrostumasta on epävarma. Myös äänen eri absorptiomekanismien merkitys äänen vaimentumiseen kattilaympäristössä on tuntematon.”

”Eräs keskeinen ääninuohouksen kehittämistä hidastava tekijä vaikuttaa olevan epätietoisuus ääninuohouksen kattilarakenteille aiheuttamasta rasituksesta. Jatkossa myös tätä aihetta on syytä tutkia.”

”Jatkotutkimuksessa voitaisiin myös pyrkiä selvittämään, miten ääninuohous aiheuttaa tuhkakkerrostuman irtoamisen. Jos ääninuohouksen aiheuttamat tuhkakkerrostuman hajoamismekanismit olisivat tiedossa, olisi helpompaa arvioida, miten tuhkakkerrostuman fysikaaliset ominaisuudet ja äänen ominaisuudet vaikuttavat kerrostuman irtoamiseen. Myös tuhkan sintraantumisenopeutta on syytä tutkia tarkemmin, jotta nuohousvälin pituus voitaisiin optimoida ja tuhkan sintraantuminen nuohouskertojen välillä välttää. Kaikkiaan ääninuohouksen tulokseen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti ja niiden vaikutuksia ei täysin tunneta, minkä vuoksi ääninuohouksen kehittäminen vaatii tutkimusta todellisessa soodakattilaympäristössä.”

Tämä tutkimussuunnitelma pyrkii antamaan vastauksia esitettyjen jatkotutkimustarpeiden akustisille kysymyksille. Ensin selvitetään äänen etenemiseen ja absorptioon liittyviä akustisia parametreja soodakattilaympäristössä laskennallisesti ja mittaamalla. Tulosten perusteella tarkastellaan nuohouksen fysikaalista toimintaa ja sen optimointia sekä simuloidaan ääninuohouksen aiheuttamaa värähtelyä kattilarakenteilla.

Tutkimussuunnitelma koostuu osista, jotka on tarkoitus toteuttaa peräkkäisinä erillisinä toimeksiantoina. Toteutettavaa toimeksiantoa seuraavien kokonaisuuksien suunnitelmia täsmennetään tarvittaessa. Osa niistä on tällä hetkellä vain otsikkotasolla.

¹ Peltola, Santeri, Soodakattilan ääninuohous. Kandidaatintyö. Tampereen teknillinen yliopisto 2015. 44 s. + liitteet 6 s.

OSA 1. SOODAKATTILAYMPÄRISTÖN AKUSTISET PARAMETRIT

Lähtökohta

VTT:llä on tehty MATLAB-ohjelma, joka tuottaa ilman akustiset parametrit. Lähtötietoina se tarvitsee staattisen lämpötilan ja ilmanpaineen sekä ilman koostumuksessa esiintyvien kaasujen suhteelliset osuudet. Nykyisillään koostumukseen voi sisällyttää seuraavat kaasut: typpi, happi, argon, hiilidioksidi, vesi, rikkidioksidi, typpioksidi, hiilimonoksidi, helium ja metaani. Jos kaasujen suhteellisia osuuksia ei anneta, oletusarvona on typpi 78.08 %, happi 20.95 %, argon 0.934 % ja hiilidioksidi 0.036 %. Ohjelma tuottaa seuraavat akustiset parametrit ilmalle: äänen nopeus, tiheys, adiabaattivakio, puristuvuus, karakteristinen impedanssi, viskositeettikerroin, lämmönjohtumiskerroin sekä ominaislämmöt vakiopaineessa ja -tilavuudessa. Ohjelman logiikka perustuu pääosin eri aineiden molekyylipainoihin ja rotaatiovapausasteiden lukumäärään.

Tavoite

Tehtävän tavoitteena on määrittää tyypillisen kattilaympäristön akustiset parametrit. Näiden avulla on määriteltävissä tärkeimmät äänen etenemiseen liittyvät seikat.

Osatehtävä 1.A Ohjelman muuttaminen kattilaympäristöön sopivaksi

Ohjelmaa laajennetaan siten, että sillä voi käsitellä kattilaympäristössä esiintyviä kaasukoostumuksia. Tilaaja toimittaa kyseiset kaasukoostumukset. Tilavuusviskositeetti (bulk viscosity) sisällytetään laskentaan. Tämän ja joidenkin muiden parametrien osalta on tarvetta etsiä kirjallisuudesta relevantteja parametrien riippuvuuksia eri tekijöistä.

Osatehtävä 1.B Akustisten parametrien laskeminen tyypillisissä kattilaympäristöissä

Akustiset parametrit lasketaan tyypillisillä lämpötila- ja painealueilla kattilaympäristössä. Tilaaja toimittaa tyypilliset olosuhdearvot.

OSA 2. ÄÄNEN ABSORPTIO TUHKAKERROSTUMISSA

Osatehtävä 2.A Tuhkakerrostumien Biotin parametrien määrittäminen

Tyypillisten tuhkakerrostumien pintaimpedanssit mitataan impedanssiputkella. Biotin parametreista ominaisvirtausvastukset ja relevantit elastiset parametrit mitataan. Muut Biotin parametrit määritetään käänteisellä karakterisoinnilla FOAM-X -ohjelmaa ja mitattuja parametreja hyödyntäen.

Haaste

Tuhkakerrostumien saattaminen muotoon, jossa ne pysyvät pystyssä vaakasuuntaisen mittausputken poikkileikkaustasolla.

Osatehtävä 2.B Tuhkakerrostumien äänen absorption laskenta

Tuhkakerrostumien äänen absorptio taajuuden funktiona lasketaan. Ohjelmistona käytetään joko VTT:llä kehitettyä MATLAB-koodia tai kaupallista NOVA-ohjelmistoa. Osatehtävien 1.B ja 2.A tuloksia käytetään lähtötietoina.

OSA 3. ÄÄNEN ETENEMISABSORPTION LASKENTA KATTILAYMPÄRISTÖSSÄ

Lähtökohta

Kansainvälinen standardi ISO 9613-1 sisältää menetelmän ilmakehän absorption aiheuttaman äänen etenemisvaimentumisen laskemiseksi. Siinä otetaan huomioon klassinen absorptio eli ilman viskositeetin

ja lämmönjohtavuuden vaikutukset sekä hapen ja typen relaksaatioprosessien vaikutukset. Logiikka on koodattu MATLABille VTT:llä. Lähtötietoina se tarvitsee lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvot

Osatehtävä 3.A MATLAB-koodin muokkaaminen kattilaympäristöön soveltuvaksi

MATLAB-koodia muokataan kattilaympäristöön paremmin soveltuvaksi. Viskositeetin ja lämmönjohtavuuden osalta hyödynnetään osatehtävän 1.B tuloksia. Relaksaatioprosessien osalta on tarvetta tutkia niitä kirjallisuuden avulla.

Osatehtävä 3.B Etenemisabsorption laskeminen tyypillisissä kattilaympäristöissä

Etenemisabsorptio taajuuden funktiona lasketaan tyypillisillä lämpötila- ja kosteusalueilla kattilaympäristössä. Tilaa ja toimittaa tyypilliset olosuhdearvot.

OSA 4. NUOHOUKSEN FYSIKAALINEN TOIMINTA JA SEN OPTIMOINTI

Tehtävien 1 – 3 tuloksia hyödynnetään tässä tehtävässä.

Osatehtävä 4.A Tuhkakerrostumien irtoamisen fysiikka

Taajuuden ja taajuusjakauman vaikutus. Äänitason vaikutus. Äänen geometrisen etenemisvaimennuksen vaikutus.

Osatehtävä 4.B Nuohouksen tehokas etäisyys äänilähteestä

Osatehtävä 4.C Suolakerrostumien ominaisuuksien vaikutus nuohoustulokseen.

OSA 5. ÄÄNINUOHOUKSEN AIHEUTTAMA VÄRÄHTELY KATTILARAKENTEILLA

FEM-pohjainen mallinnus ja simulointi. Tehtävien 1 – 3 tuloksia hyödynnetään tässä tehtävässä.

LIITE 5

**VTT: Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa
– tarjous osa 1 10.11.2016**

10.11.2016

1 (2)

Suomen Soodakattilayhdistys ry
c/o Pöyry Finland Oy
Markus Nieminen
PL 4
01621 Vantaa

SOODAKATTILAYMPÄRISTÖN AKUSTISET PARAMETRIT

Kiitämme tarjouspyynnöstänne ja tarjoudumme tekemään toimeksiannon liitteenä 2 olevan tutkimussuunnitelman osasta 1 ”Soodakattilaympäristön akustiset parametrit”.

Hinta ja laskutus

Toimeksiannon hinta on 15 000 €. Hintaan lisätään kulloinkin voimassa oleva arvonlisävero sekä mahdolliset ulkomaiset verot ja viranomaismaksut.

VTT laskuttaa toimeksiannon kertalaskuna, kun toimeksianto on suoritettu ja kirjallinen raportti on toimitettu asiakkaalle.

Lisäksi veloitetaan matka- ja majoituskustannukset sekä päivärahat VTT:n voimassaolevan matkustusohjeen mukaisesti.

Maksuehdot

Maksuehto on 21 päivää laskun päiväyksestä. Viivästyskorko on korkolain mukainen.

Aikataulu

Työ voidaan aloittaa heti tilauksen saapumisen jälkeen ja se valmistuu viimeistään 2 kk:n jälkeen tilauksen saapumisesta.

Raportointi

Tulokset raportoidaan suomenkielisenä VTT:n tutkimusraporttina.

Muut ehdot

VTT:llä on oikeus mainita toimeksiannon ja asiakkaan nimet referenssinään.

Tätä tarjousta tai sen sisältämiä tietoja saa hyödyntää vain VTT:n ja tarjouksen saajan välisessä suhteessa. Tämän tarjouksen osittainenkin kopioiminen, muuttaminen, edelleenluovuttaminen tai käyttäminen muuhun tarkoitukseen ilman VTT:n lupaa on kielletty.

Toimeksiannon ulkopuoliset työt veloitetaan erikseen VTT:n laskutushintojen mukaan.

Muutoin noudatetaan VTT:n yleisiä sopimusehtoja (liite 1).

Yhteyshenkilö

VTT:ssä asiaa hoitaa:
Seppo Uosukainen
Puh. 020 722 6983
Sähköposti: Seppo.Uosukainen@vtt.fi

10.11.2016

2 (2)

Voimassaolo

Tarjouksemme on voimassa edellä mainituin ehdoin 30 päivää tarjouksen päiväyksestä. VTT laatii tilausvahvistuksen, jos tilaus poikkeaa tarjouksesta tai tilaus on suullinen. Näissä tapauksissa tilaus astuu voimaan, kun VTT on sen vahvistanut.

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy



Juha Virtanen
Tutkimustiimin päällikkö

LIITTEET

- | | |
|---|---|
| 1 | VTT yleiset sopimusehdot |
| 2 | Äänen käyttäytyminen soodakattiloiden ääninuohouksessa, tutkimussuunnitelma |

Hyväksyminen

Hyväksymme yllä olevan tarjouksen ja teemme tarjouksen mukaisen tilauksen:

LIITE 6

Operaattoripäivän 2016 palaute



TILAISUUDEN ARVIOINTI

Tilaisuuden nimi: Soodakattilaoperaattorien KOKEMUSTENVAIHTOPÄIVÄT
Aika: 16.–17.3.2016
Tilaisuuden johtaja: Kehittämispäällikkö Vesa Timonen, POHTO Oy

Arvioi seuraavia asioita rengastamalla mieleisesi vaihtoehto

1 = huono ☹☹ >>> 5 = erinomainen ☺☺☺

n= 36, ARVIOINTIEN YHTEENVETO	1=☹☹	2=☹	3=☺	4=☺☺	5=☺☺☺	KA
Käsitellyt aiheet	0	0	2	20	14	4,3
Riittäkö aiheelle varattu aika	0	2	6	18	10	4,0
Käytännön järjestelyt	0	0	2	19	15	4,4
Vastasiko tilaisuus odotuksiasi	0	0	1	21	14	4,4
Minkä yleisarvosanan antaisit 1. päivästä?	0	0	2	23	11	4,3
Minkä yleisarvosanan antaisit 2. päivästä?	0	0	1	20	14	4,4
Minkä arvosanan antaisit päivien vetäjille (Wikström/Salmi/Haaga)	0	0	0	16	20	4,6

Arvioi tilaisuutta - mitä asioita pitäisi lisätä tai poistaa, kritiikkiä tai kehuja:

- pitkästä aikaa koulutus, jossa puhuttiin asiaa, jota voi käyttää työelämässä. Nämä ajankohtaiset ongelmat ja niihin kokeiltuja ratkaisuja. Yhteystietoihin voisi lisätä kaikkien e-meiliosoitteet.
- porukkaa pitäisi vaan haastaa aktiivisempaan keskusteluun
- miten kattila- yms. laitteet puhdistetaan seisakkiin. Miten kattila laitetaan turvalliseen tilaan ja em. käytäntöjä
- hyviä havaintoja ja hyvät kouluttajat. Voisi kuunnella pitempäänkin. Aiheet olivat kiinnostavia. On hyvä, että osallistujien ikähaarukka oli suuri. Tuli paljon tietoa nuoremmille.
- koulutustilassa oli huono ilmanvaihto
- ei valittamista. Aiheet olivat hyviä ja kiinnostavia x 2
- miksei näitä ole aikaisemmin ollut. Nämä ovat erittäin hyviä tilaisuuksia, jotka antavat paljon, kun on saanut kuulla muiden kokemuksia
- kaiken kaikkiaan hyödyllinen tilaisuus
- käyttäjien esimerkkejä ongelmista ja niiden ratkaisemista eri tehtailla. Video jostain kattilan ja keon toiminnasta saattaisi olla ehkä hyvä?
- hyvää keskustelua tärkeistä käytännön aiheista
- loistava kurssi x 2
- vetäjien ammattitaito ja kokemus hyvä x 2
- todella hyvä tilaisuus, varsinkin vastuuasiat kiinnosti
- erittäin ammattitaitoiset kouluttajat
- tilaisuus on hyvä, koska käsitellään käytännön asioita. Teorian kuunteleminen on usein aika raskasta. Kari Haagan esitys loistava ja mielenkiintoinen
- kaikki ok
- positiivista oli suuri osanottajien määrä -> tila kävi pieneksi (huono ilmanvaihto). Loistavia käytännön esimerkkejä, hyvä kokonaisuus kaiken kaikkiaan. Hyviä keskusteluja
- tilaisuus 3-päiväiseksi
- tilaisuus oli erittäin hyvä! Vapaamuotoinen keskustelu oikein hyvä. Siten kuulee kokemuksia toisilta tehtailta
- kaikki järjestetty kaikilta osin
- Haagalla oli mielestäni antoisimmat ja käytännön läheisimmät tarinat, konkreettisia esimerkkejä ja niihin ratkaisuja
- vielä enemmän keskusteluja osallistujien kesken
- hyvät ja mielenkiintoiset esitykset, hyviä esimerkkejä muualta
- järjestelyt erinomaiset, aikaa niukalti
- uusia asioita tuli esiin, mitä laajentaa ja tarkentaa seikkoja, joita pitää ottaa huomioon

Mitkä aiheet olisivat kiinnostavia seuraavalla kokemustenvaihtopäivillä 2017?

- erilaisia ilmamallinnuksia / ilma-aukkojen säädöt vaihtelevat paljon = keonvaihtelu
- kaikki käsitellyt aiheet olivat ok
- automaatio /lukitukset yms.
- kunhan luennoimassa on asiantuntevia ihmisiä, ei aiheella ole väliä.
- samat aiheet => kokemustenvaihtoa
- samat aiheet ja miten on mennyt kuluva vuosi. Vauriot, havainnot, kokemukset seisokeista, Kehitys ja laiteratkaisut tulevaisuudessa
- turvallisuutta pitää aina korostaa tekemisessä. Eri kattilamateriaalien kestäminen (lämpötilarajat)
- käytännön kokemuksista ja ongelmista voisi keskustella enemmän
- käytännön ongelmat ja niiden ratkaisut eri tehtailla
- keon hallinta, kemikaalikierto, kaustistamon prosessin vaikutus, soodakattila
- ylös-/alasajo – niiden ongelmatilanteet. Kertausta ei ole koskaan liikaa. Vaurioon johtavat juurisyyt aina hyvä selvittää
- kattilan vesikemia
- ehkä pitäisi jutella myös tulevasta lipeästä
- reduktion saaminen 97:ään

Millä paikkakunnalla kannattaisi seuraava kokemustenvaihtopäivä 2017 järjestää?

Vantaa	13
Tampere	12
Jyväskylä	4
Oulu	6
Muu	1 (Helsingin alue)

Millaista koulutusta haluaisit jatkossa?

- kokemustenvaihtoa
- samanlaista, joitain ryhmitöitä voisi olla enemmän
- vastaava kokemuksien vaihto on hyvä
- neuvoja, ohjeita kattilan ajamiseen
- pesukäytännöt, -turvatoimet. Toimisivatko jonkinlaiset ryhmätyöt? Viimeisimmät suorajärjestelmät, mittaukset jne
- kaikenlainen koulutus liittyen soodakattilaan

Kiitos !! Martin, Kari ja Kalle hyvistä päivistä.

Kiitos myös Soodakattilayhdistykselle hyvästä tuesta päivien onnistumiseksi.

Vesa Timonen POHTO Oy