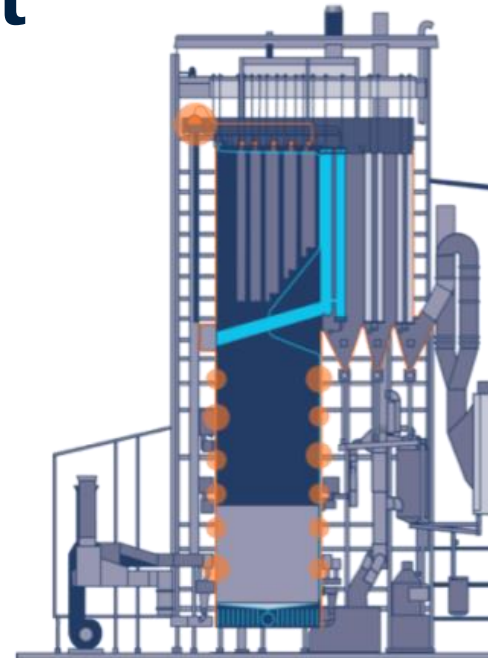




Soodakattiloiden käynninaikaiset tiiveydenvalvontamenetelmät

Timo Karjunen

VARO
TEOLLISUUSPALVELUT



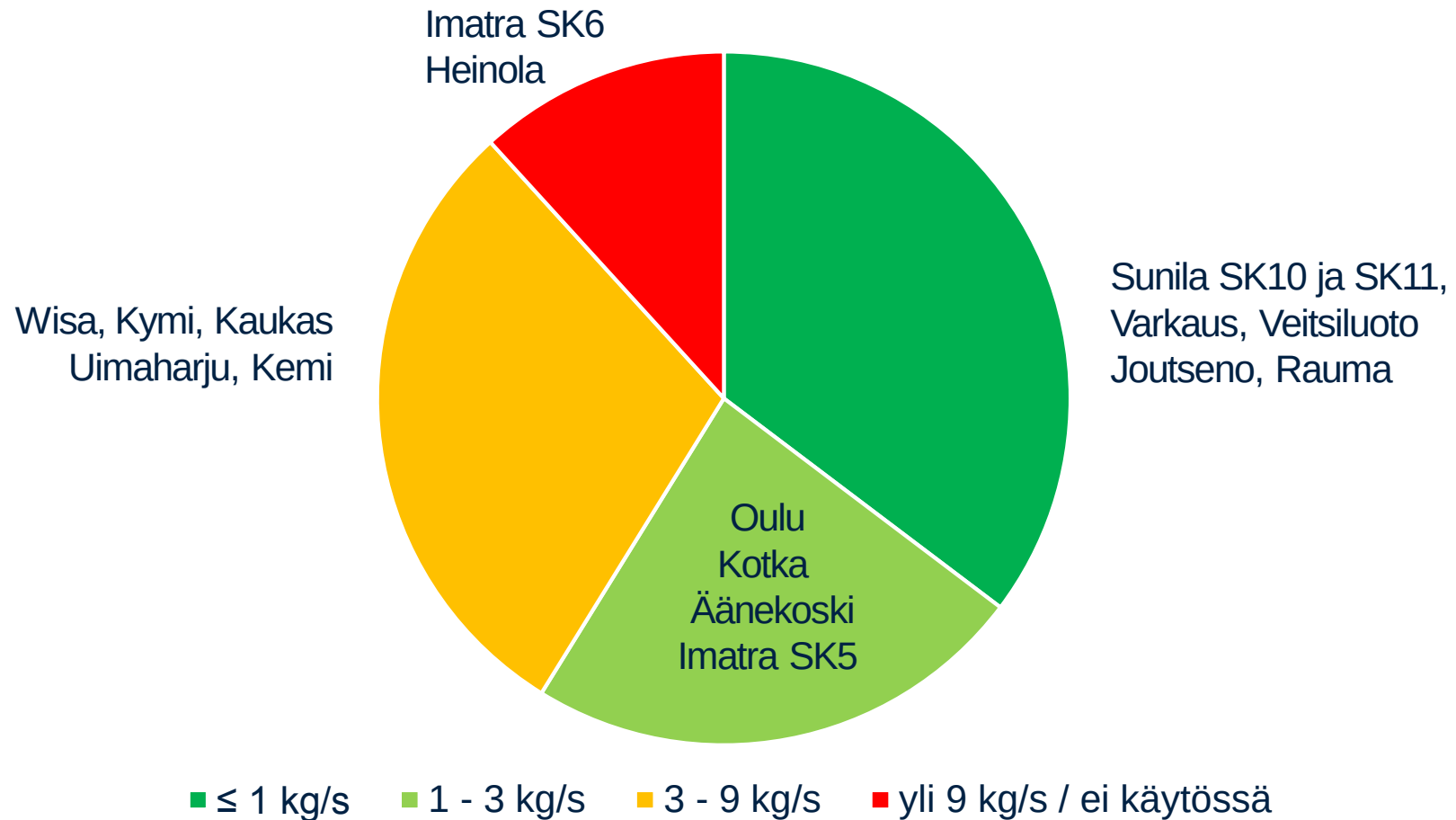


Vuodonvalvontamenetelmät

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



Syöttövesi-höyryeron avulla tunnistettavat vuodot



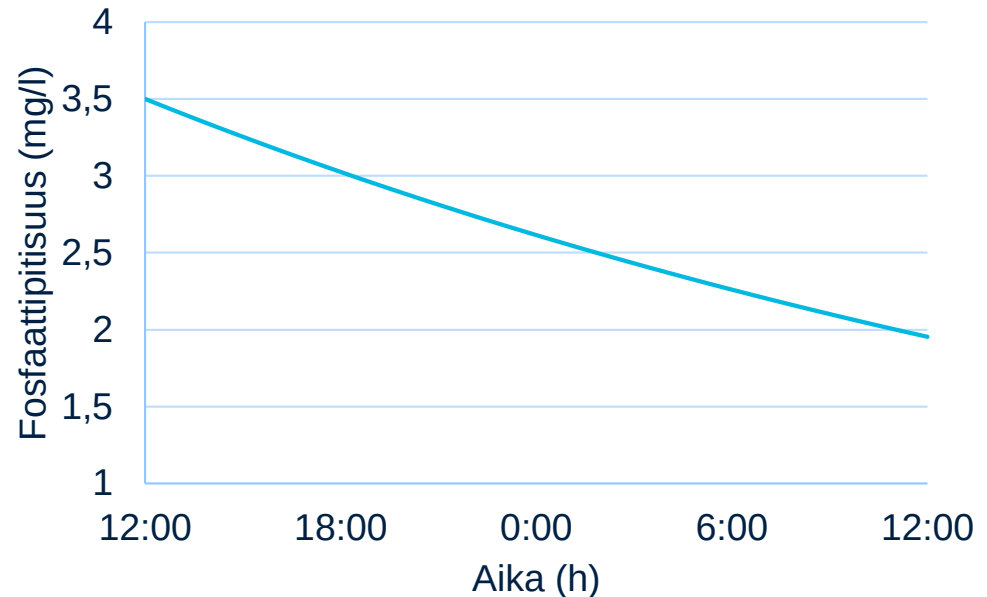
Hälytysraja – normaali taso



Kattilavesivuodon tunnistus kattilaveden laimenemisen perusteella

Fosfaatin annostelu ja ulospuhallus säädetään niin, että PO_4 pysyy normaalisti esim. alueella 3 - 4 mg/l

Jos PO_4 laskee alle 2 mg/l, automaatiojärjestelmä hälyttää valvomossa ja labra tekee ilmoituksen



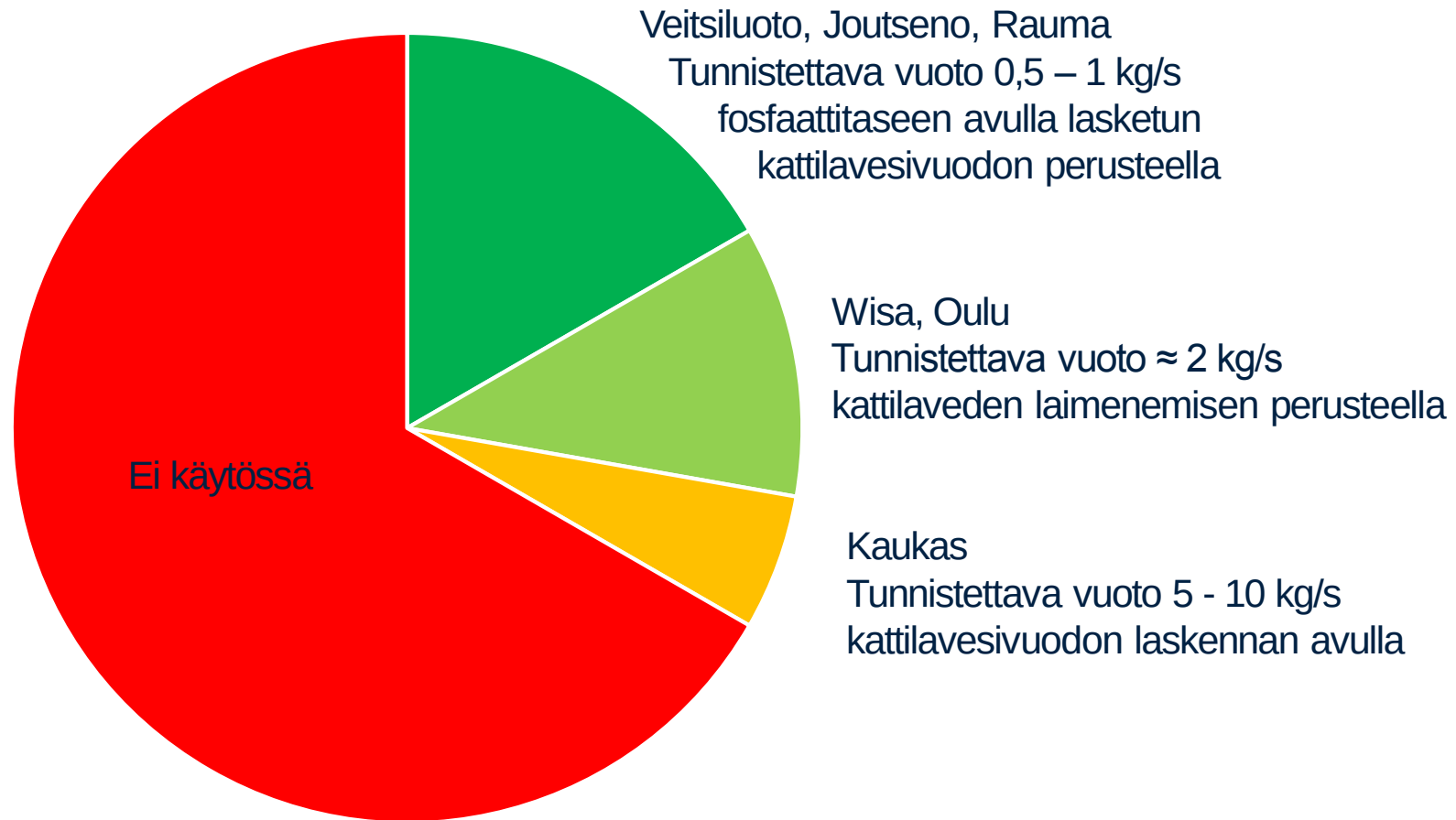
Esimerkki:

Kattilaan tulee perjantaina klo 12 vuoto, jonka suuruus on 1 kg/s, kun PO_4 on 3,5 mg/l.

Jatkuva seuranta tekee hälytyksen vuorokauden ja labra kolmen vuorokauden kuluttua

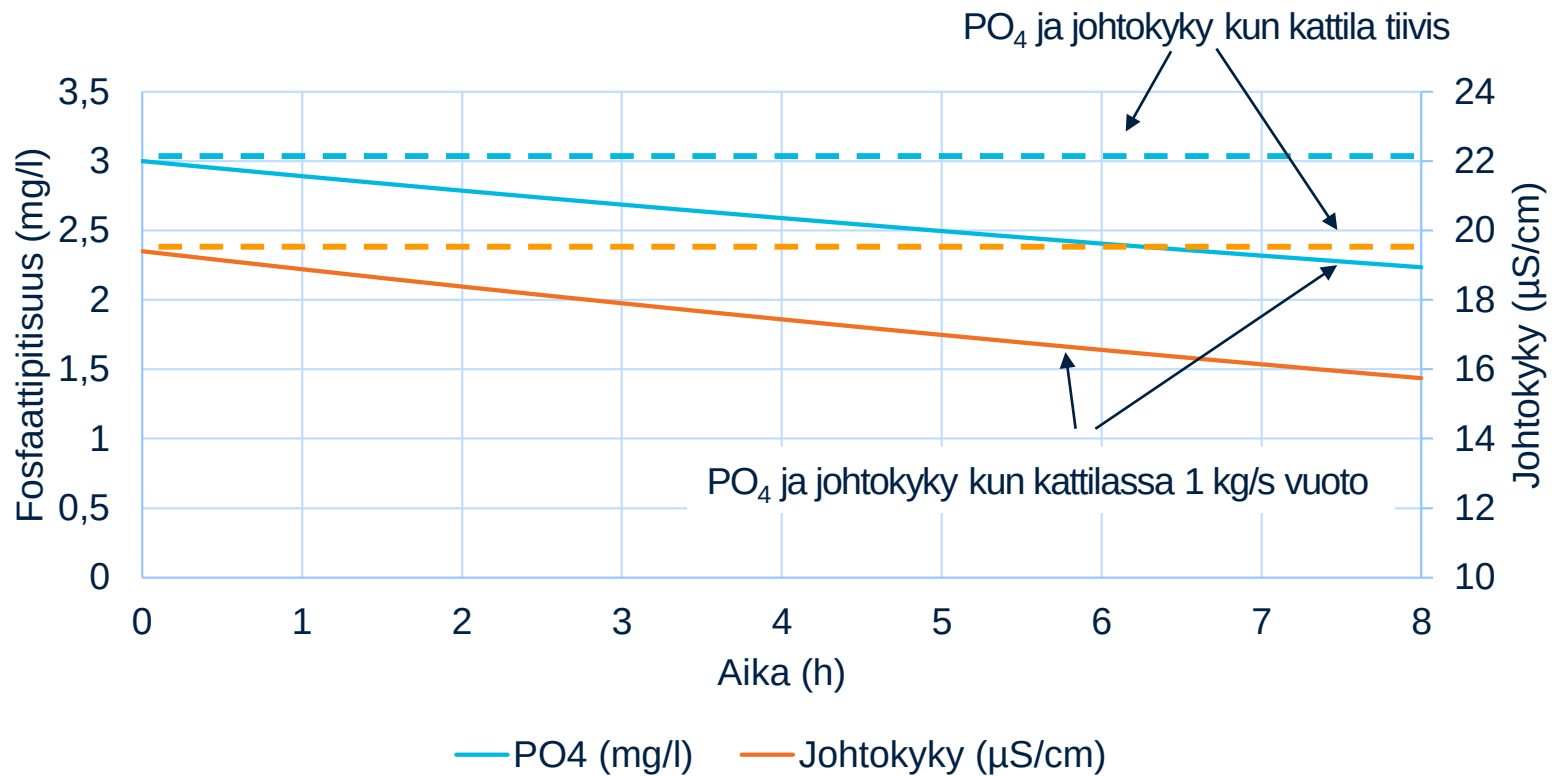


Kattilaveden kemikaalitaseen tai laimenemisen seurannan perusteella tunnistettavat vuodot





Käynninaikaisen tiiveyskokeen tulokset, kun kattilan höyrystinosan vuoto on 0 tai 1 kg/s



Höyrystimen koko 200 m³



Valmet Recovery Boiler Leak Detection

- Tiiveyttä seurataan syöttövesi-höyryeron ja fosfaattitaseesta lasketun kattilavesivuodon perustella
- Vuoto on paikannettavissa valvomosta käsin höyrystinosaan / ekoihin & tulistimeen
- Toiminta ja hälytykset voidaan koestaa käynnin aikana
- ”Betaversiot” Veitsiluodossa ja Raumalla
- Käytössä Natron Hayat’n Maglajin kattilassa Bosniassa

Leak Detection

3



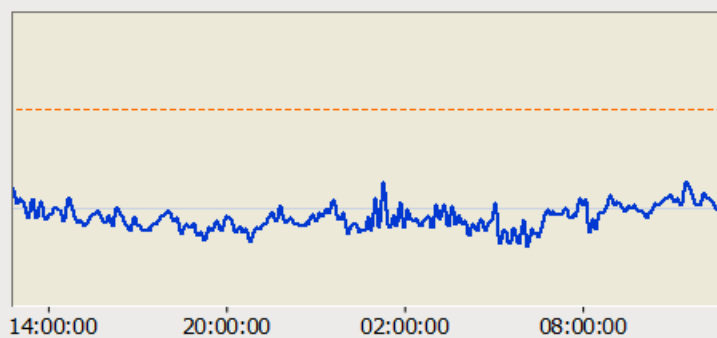
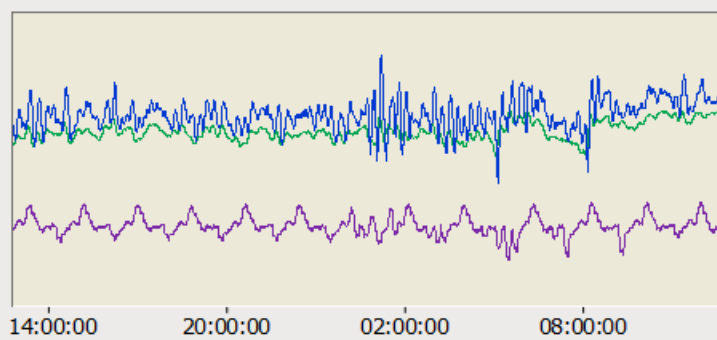
Mass balance based leak detection



7d



28d



Water-Steam OK

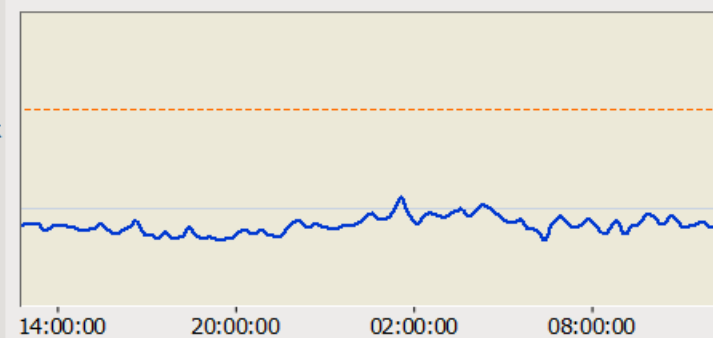
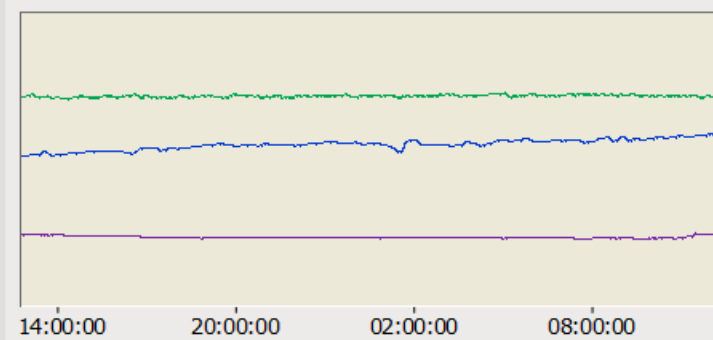
PO4 based leak detection



7d



28d



Boiler water OK

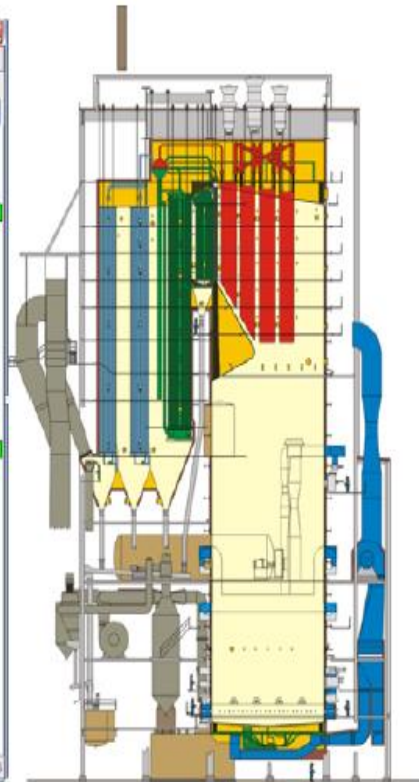
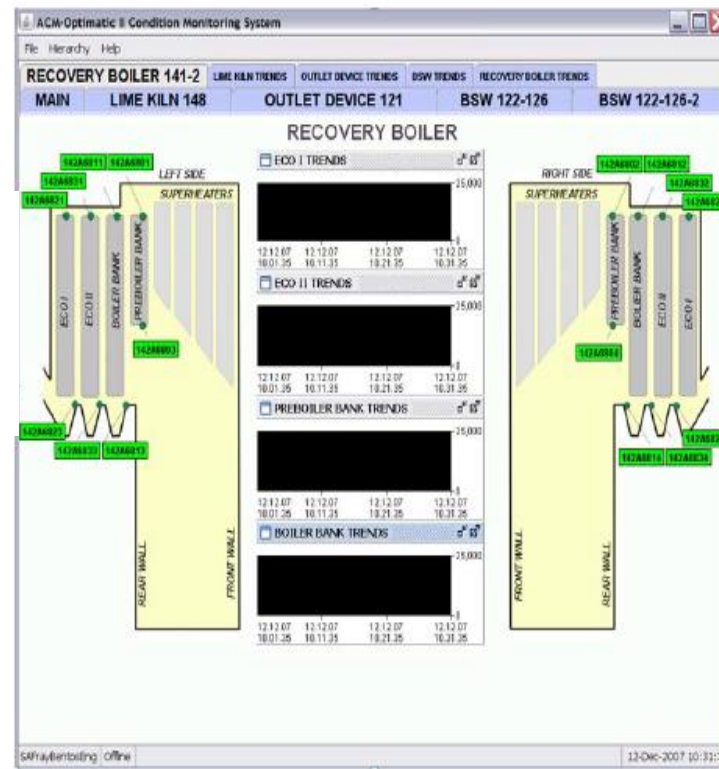
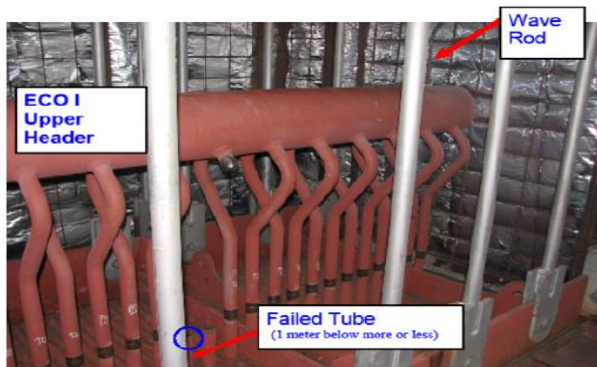
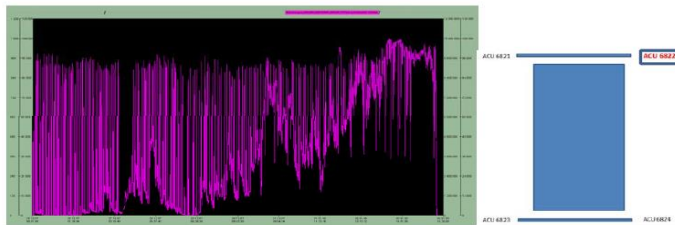
Eventlist and Test
Tuning parameters





Andritzin akustisen emission seurantajärjestelmä

- Asennettu 18 soodakattilaan
- Esimerkit Freu Bentosin ekovuodoista





Kokemukset Pohjois-Amerikasta 2007 - 2017

- Tehtaiden oman ilmoituksen mukaan noin puolessa kattiloista on käytössä jonkinlainen tiiveydenvalvontajärjestelmä (kattiloita tällä hetkellä USA:ssa ja Kanadassa yhteensä 188 kpl)
- Eniten käytetyt menetelmät
 - Syöttövesi-höyryero: noin 40 kattilassa
 - Syöttövesi-höyryero & kemikaalitaseen seuranta: noin 40 kattilassa
 - Akustinen emission: noin 20 kattilassa
- Lopuissa 90 – 100 kattilassa tiiveydenvalvonta ei käytössä



Kokemukset Pohjois-Amerikasta 2007 - 2017

Recovery Boiler Leak Indication, Nalco

- Tiiveyttä seurataan syöttövesi-höyryeron ja oman merkkiaineen kattilavesipitoisuuden perusteella
- Käytössä 34 kattilassa (2017)
- Mainittu vuodonvalvontamenetelmänä 70 vaurioraportissa
- 31 vuodoista tunnistettiin tai voitiin varmistaa ko. järjestelmän avulla
- Vuodoista kriittisiä 19, näistä
 - 12 tunnistettiin ko. järjestelmän avulla
 - 10 ko. järjestelmä antoi ensimmäisen indikaation
 - 4 tapauksessa vuoto oli suuri ja äkillinen ja johti nopeaan alasajoon
 - 3 tapauksessa vuoto oli pieni ja löydettiin alasajon jälkeen



Kokemukset Pohjois-Amerikasta 2007 - 2017

Triple 5

- Tiiveyttä seurataan akustisen emission perusteella
- Käytössä 16 kattilassa (2017)
- Mainittu vuodonvalvontamenetelmänä 25 vaurioraportissa
- 13 vuodoista tunnistettiin tai voitiin varmistaa ko. järjestelmän avulla
- Vuodoista kriittisiä 8, näistä 4 tunnistettiin ko. järjestelmän avulla
- Tiedossa ei ole miten anturit oli sijoitettu suhteessa vuotopaikkaan



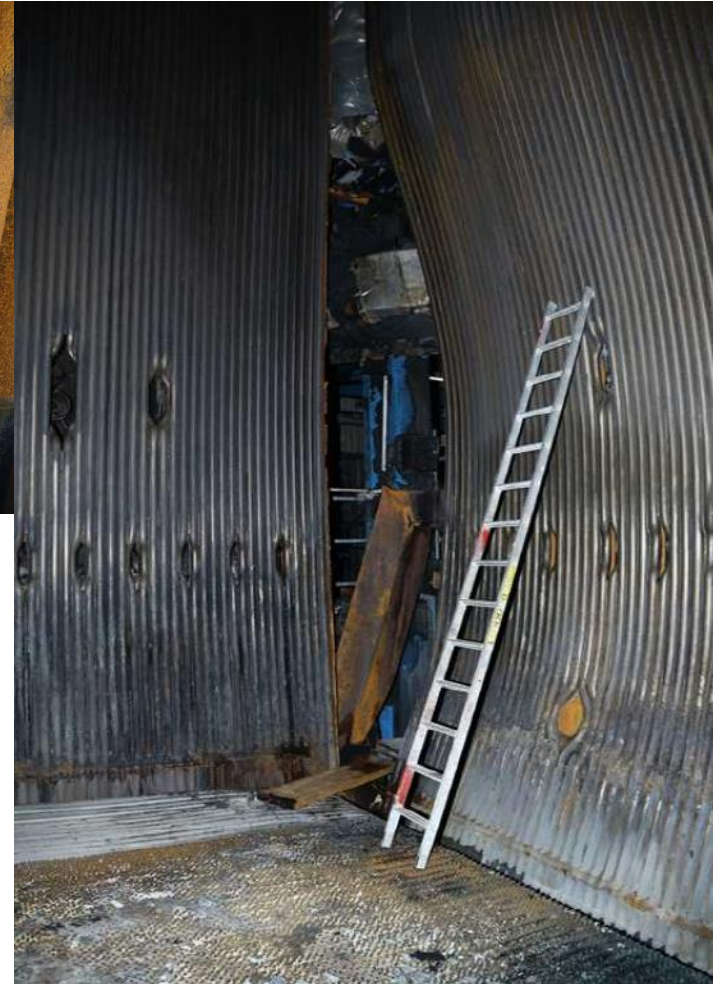
Johtopäätökset

- Parhaimpaan tulokseen tiiveydenvalvonnassa päästään käyttämällä sekä syöttövesi-höyryeron, kattilaveden kemikaalitaseen että akustisen emission seurantaa samanaikaisesti.
- Tällaisilla järjestelmillä on mahdollista järjestää soodakattiloiden tiiveydenvalvonta niin, että pienet vuodot tulevat luotettavasti havaittua ja paikannettua jo siinä vaiheessa, kun riski, että vuoto aiheuttaisi sulavesiräjähdyksen, on pieni.
- Näin olisi voitu estää todennäköisesti suuri osa, mahdollisesti jopa yli puolet, tulipesäräjähdyksistä, joiden aiheuttajana on ollut painerungon vuoto.



Tulipesäräjähdys Zellstoff Pölsin tehtaalla Itävallassa 2014

- Seinäputkeen 2,5 cm² reikä, syöttövesivirtaus kasvoi nopeasti 22 kg/s ja höyryvirtaus laski 14 kg (normaalisti molemmat $\approx$ 90 kg/s), tulipesän paine nousi 1000 Pa lyhyeksi aikaa
- Operaattori pysäytti lipeän polton
- Kenttämies kävi ottamassa ruiskut pois, tulipesä hiljainen, ei merkkejä vuodosta
- 30 min putken repeämisestä tapahtui tulipesässä räjähdys
- Kaksi henkilöä oli kattilahuoneessa räjähdysten aikaan, mutta selvisivät ilman vakavia fyysisiä vammoja





Vaarallisen vuotojen hallinta

- Tapahtuneissa vuodoissa operaattorit yleensä tunnistavat, että kyse on kattilavuodosta, mutta eivät pysty arvioimaan tilanteen vaarallisuutta, jos tulipesästä ei kuulu ”suhinaa ja töminää”
- Tämän seurauksena seuraavat toimenpiteet jäävät helposti tekemättä
 - Vaarahälytys ja kattilahuoneen evakuointi & sulkeminen
 - Syöttövesipumppujen pysäytys ja venttiilien sulku
 - Pikatyhjennys
- Toimenpiteiden puuttuminen/viivästyminen kasvattaa tulipesäräjähdyksen ja henkilövahinkojen riskiä
- Korjaavat toimenpiteet Pölsissä
 - Säännöllinen simulaattorikoulutus kaikille operaattoreille
 - Erillinen ”kattilavuotonäyttö” valvomossa



Kokemukset Suomesta 1982 - 2017

Painerungon vuodon aiheuttamat tulipesäräjähdykset, joissa vähintään heikennetty nurkka auki

- Oulu: 1986 keittoputki poikki
- Tervasaari 1992: keittopinnan putkessa 10 mm x 25 mm repeämä
- Kotka 2001: tulipesän seinäputkessa repeämä
- Rauma 2011: verhoputkessa suuri vuoto (> 15 kg/s)
- Veitsiluoto 2014: kattoputkessa repeämä

Suomessa kaksi pikatyhjennystä 1990 - 2017 (molemmat Kaukaalla)?

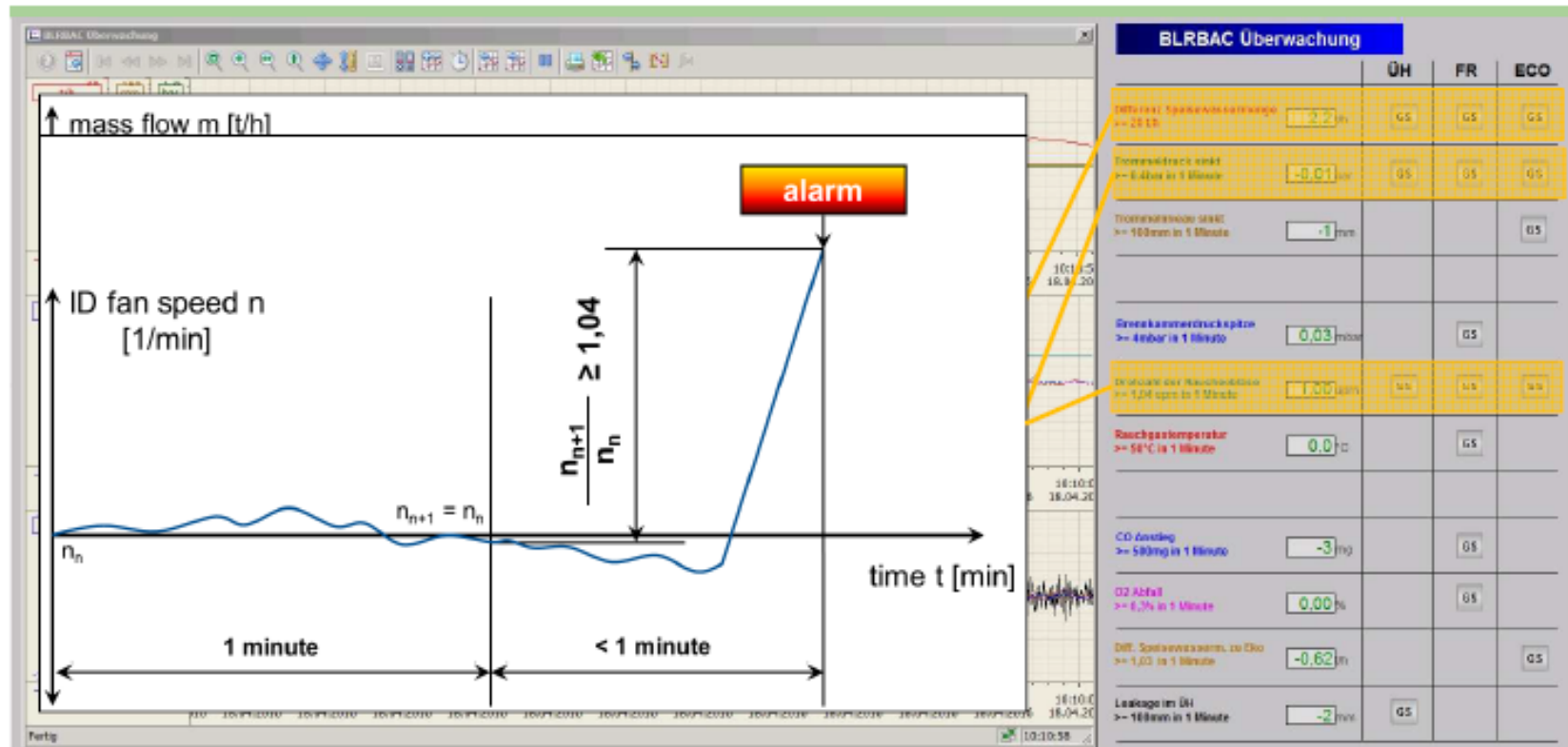
Pohjois-Amerikan tahdilla pikatyhjennyksiä olisi ko. jaksolla yli 30 (likimain kerran yhdeksässä käyttövuodessa)



Kattilavuotonäyttö valvomossa

Leakage detection system

heinzelpulp
ZELLULOSE PULP & AG

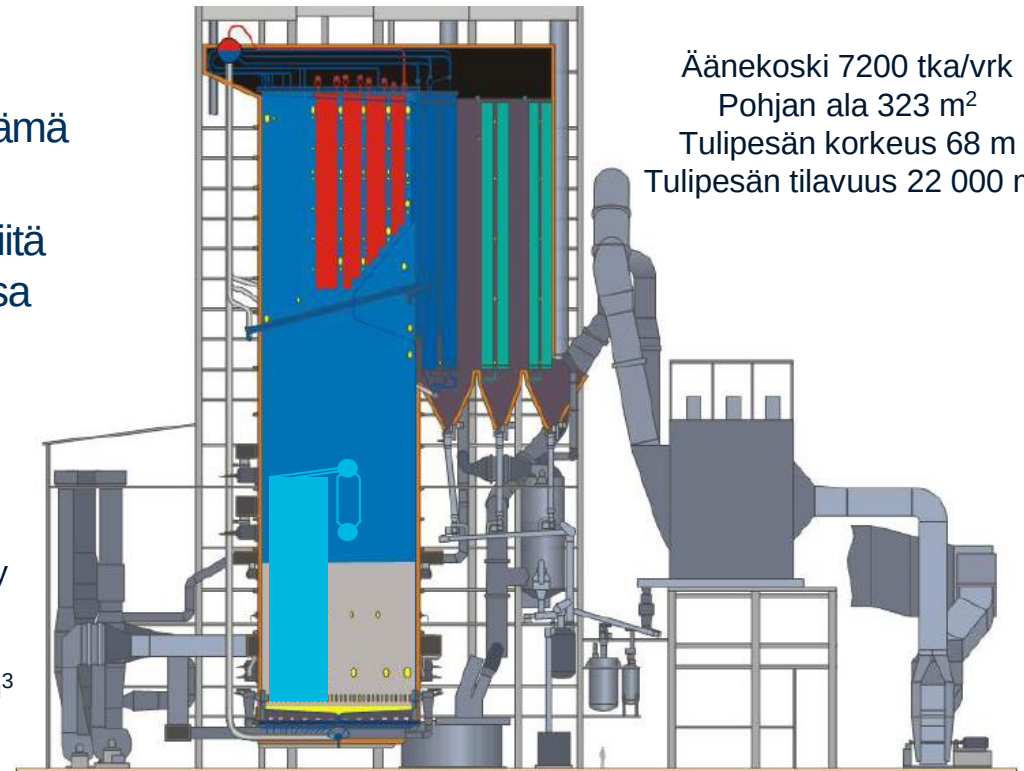




Kattilasuojan toiminta suurissa soodakattiloissa

- Kattilasuoja ajaa kattilan alas vain jos tulipesän paine nousee yli lukitusrajan tai lieriön pinta laskee alle lukitusrajan
- Kattilasuojan toiminta L- ja XL-kattiloissa epävarmaa, jos seinäputkeen tulee repeämä tai keittopinnan putki katkeaa
- Yksittäisen putken repeämä tai katko ei riitä laukaisemaan kattilasuojaa XXL-kattiloissa

Skutskär SP6 600 tDS/day
Pohjan ala 56 m²
Tulipesän korkeus 27 m
Tulipesän tilavuus 1 500 m³



Äänekoski 7200 tka/vrk
Pohjan ala 323 m²
Tulipesän korkeus 68 m
Tulipesän tilavuus 22 000 m³



Suosituksset

Suurten, äkillisten kattilavuotojen, joissa vettä pääsee tulipesään, varalta tulisi soodakattilat varustaa hälytys- ja suojausjärjestelmillä, jotka

- varoittavat operaattoreita ja kattilahuoneessa olevia vaaratilanteesta jo ennen kattilasuojan laukeamista
- laukaisevat automaattisen suojauksen, kun kattilaan tulee suuri, äkillinen vesivuoto

Järjestelmät tulisi suunnitella niin, että ne toimivat vuototilanteessa luotettavasti ja niin, että operaattorit voivat niiden avulla tunnistaa vaaratilanteen ja huolehtia, että alasajo tapahtuu turvallisesti.



The End