

Tilaaaja Soodakattilayhdistys

26.4.2010

TULIPESÄSONDIKOE NRO 1

Kokeessa oli tarkoitus altistaa koemateriaalit tulipesäolosuhteille 1000 tunnin ajan niin, että koemateriaalien pintalämpötila on 440°C. Kokeessa testattavia materiaaleja olivat 3R12 (304L), 3RE28 (AISI310S), San28 ja San38.

Koe aloitettiin asentamalla sondi paikoilleen 2.3.2010. Sondin paine nostettiin päivän aikana hitaasti tasolle 6 bar (abs), johon se jätettiin vuorokaudeksi. Paine nostettiin asetusarvoonsa 9,5 bar (abs) 3.3.2010 klo 10:00, josta testijakso lasketaan alkavaksi. Tässä paineessa lämpötila sondin höyrystinosan, jonka etuseinän muodostavat testimateriaalit, sisällä on n. 390°C.

Koemateriaalien lämpötilaa seurattiin kokeen aikana kahdella termoelementillä. Mittaustulosten mukaan koemateriaalien lämpötila höyrystinosan etuseinän keskellä oli keskimäärin 407 - 411°C. Koemateriaalien pintalämpötiloja ei mitattu, mutta niiden arvioidaan olleen keskimäärin 432 - 435°C.

Termoelementit vikaantuivat 8.3. ja 21.3., joten mittaustietoa lämpötiloista on ainoastaan osasta koejaksoa. Sondin painemittauksen tulosten perusteella olosuhteet sondissa pysyivät vakaina eikä kattilan kuormassa tapahtunut muutoksia koko koejakson aikana. On siten perusteltua olettaa, että koemateriaalien lämpötilat eivät merkittävästi muuttuneet sen jälkeen, kun termoelementit vikaantuivat, ja lämpötilamittausten tuloksia voidaan siten pitää koko koejakson lämpötiloja edustavina.

Sondissa havaittiin 17.3. pieni vuoto, jonka korjaamisesta aiheutui 22 h pituinen keskeytys sondin käyttöön.

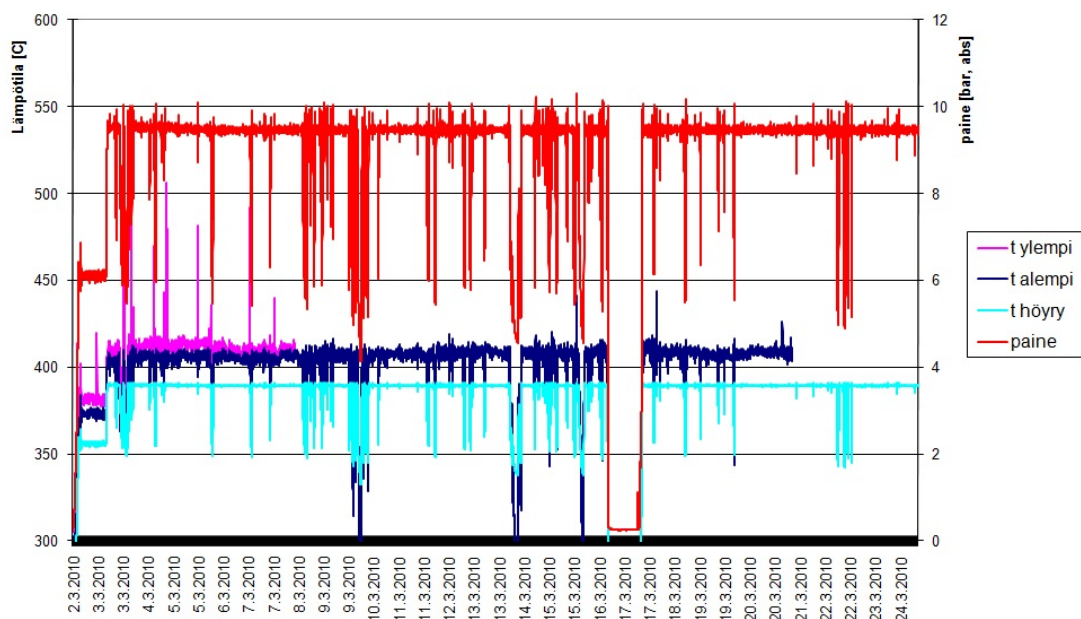
Sondiin jäähdytysilmaa syöttävää puhallinta ohjaava painemittaus vikaantui 31.3. Jäähdytysilman varasyöttö oli järjestetty paineilmajärjestelmästä. Paineilman virtausta kontrolloivat venttiilin ohjausta säädettiin sondin paineen perusteella asetusarvona 10 bar (abs). Kun normaalisäädössä käytetyn painelähtetimen vikaantuminen huomattiin 6.4., laskettiin paineilmajäähdytyksen säädön paineen asetusarvo arvoon 9,5 bar (abs). Paineen asetusarvon nousu 0,5 bar verran nosti sondin lämpötilaa alle 3°C verran noin viikoksi. Muutoksen vaikutus koemateriaalien keskilämpötiloihin kokeessa oli siten vähäinen, luokkaa 0,5°C koko koejakson yli arvioituna.

Koe lopetettiin 15.4.2010 klo 8:30, jolloin sondi oli ollut toiminnassa yhteensä 1006 tuntia. Tästä ajasta sondin paine oli yli 9 bar (abs) 906 tuntia eli yli 90 % kokeen kokonaiskestosta.

Mittaustulokset

Lämpötilamittaukset oli asennettu ylimpään (3R12) ja alimpaan (San38) koepalaan koepalojen ylä-/alareunasta keskelle porattuihin reikiin. Termoelementit on pyritty asentamaan niin, että ne mittaavat kummankin koepalan lämpötilaa palan keskeltä sekä pituus-, leveys- että syvyys suunnassa.

Lämpötilamittausten tulokset koejakson alkupuoliskolta (2. - 24.3) on esitetty kuvassa 1. Kuvassa on myös sondin paine ja paineen perusteella laskettu lämmönsiirtoöljyn höyrystyslämpötila.



Kuva 1. Sondin paine, painetta vastaava lämmönsiirtoöljyn höyrystyslämpötila sekä koemateriaalien lämpötilat 2. - 24.3. (koejakson alkupuolisko)

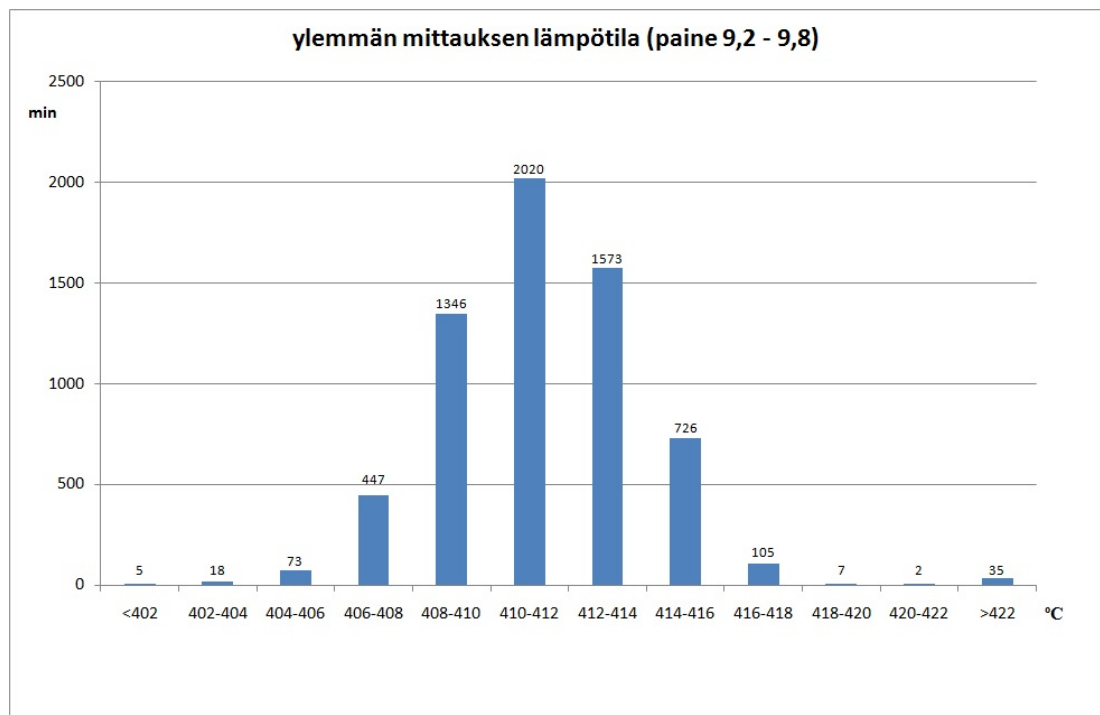
Kuten kuvasta 1 nähdään, sondin paine pysyi koko jakson ajan alueella 4,0 – 10,2 bar lukuun ottamatta jaksoa, jolloin sondi otettiin pois paikoiltaan vuodon korjaamista varten.

Erityisen positiivista oli, että sondin paine ei kertaakaan laskenut hyvin matalaksi, toisin kuin aikaisemmissa kokeissa. Ilmeisesti syynä paineen laskuun on sondin altistuminen lipeäsateelle, ts. lipeän roiskuminen suoraan

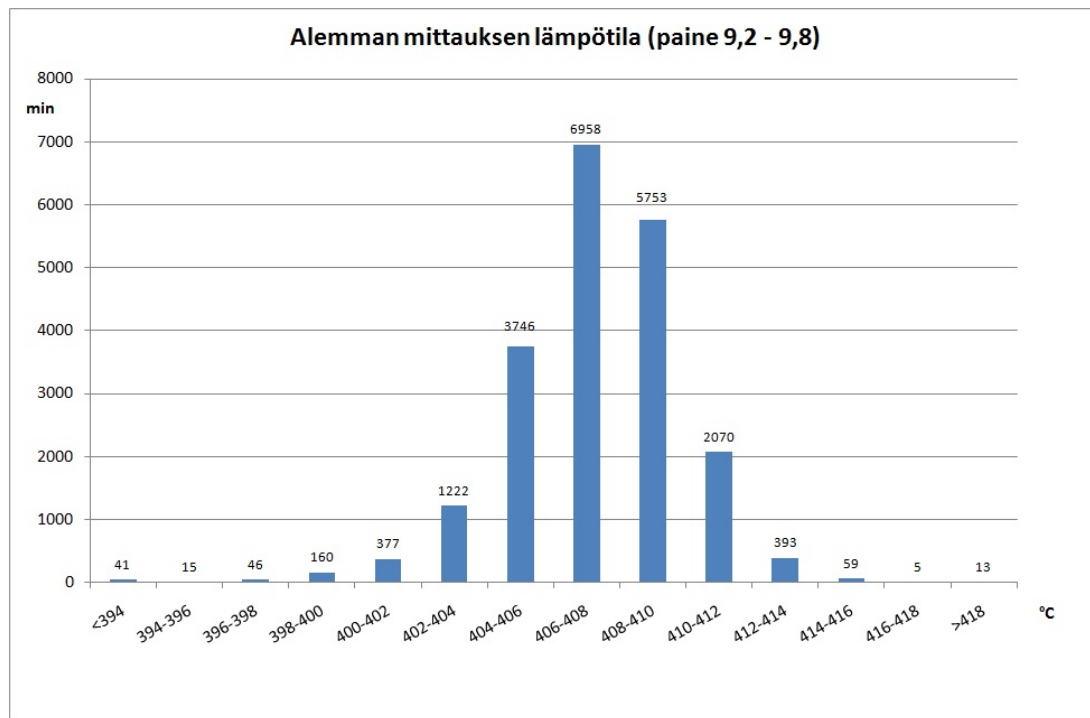
sondin höyrystinosaan. Aikaisemmissa kokeissa tapahtuneisiin paineen laskuihin liittyi toisinaan koemateriaalien lämpötilojen karkaamista, jonka syynä oli oletettavasti lämmönsiirtokriisi höyrystinosassa. Koelaitteisto näyttäisi nyt toimivan niin, että tällaisia ongelmia ei enää esiinny.

Kuvasta 1 voidaan todeta, että koemateriaalien lämpötila on melko tasaisesti hieman yli 400°C, mutta lämpötilatrendeissä näkyy joitakin piikkejäkin, jotka ovat korkeimmillaan 530°C (ylempi koemateriaali) ja 440°C (alempi koemateriaali).

Piikkien osuus koko mittausjaksolla oli hyvin vähäinen lämpötilojen painotuksessa voimakkaasti alueelle 400 - 420°C, ks. kuvat 2 ja 3. Kuvissa on esitetty mittauksien jakauma jaksoilta, joilla sondin paine oli lähellä asetustarvoa (9,5 bar abs). Ylemmän 3R12-palan lämpötila oli yli 450 °C 25 min ja 500 - 530 °C 4 min ajan. Alemman San38-palan lämpötila nousi puolestaan 440 °C lämpötilaan kaksi kertaa minuutiksi.

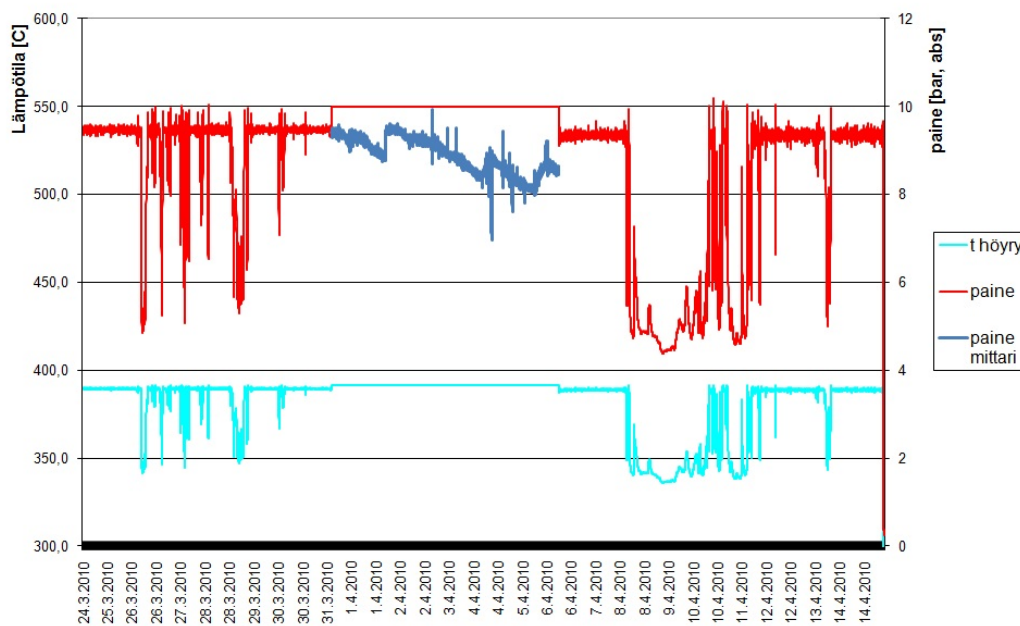


Kuva 2. Ylemmän lämpötilamittauksen tulostulokset sondin paineen ollessa 9,2 – 9,8 bar.



Kuva 3. Alemman lämpötilamittauksen tulostajakauma sondin paineen ollessa 9,2 - 9,8 bar.

Viimeinen toiminnassa ollut termoelementti vikaantui 21.3., joten koejakson jälkipuoliskolta on käytettävissä ainoastaan sondin painemittauksen tulokset, kuva 4.

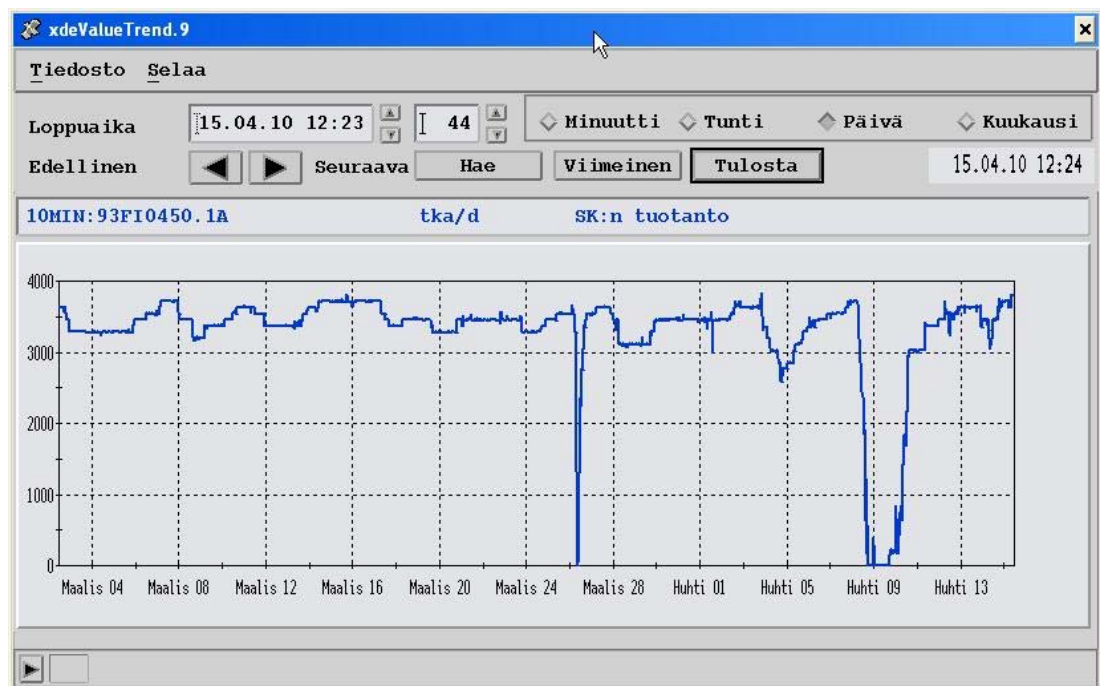


Kuva 4. Sondin paine ja painetta vastaava lämmönsiirtoöljyn höyrystyslämpötila 24.3. - 15.4.

Kuvassa 4 esitetyn jakson keskivaiheilla näkyy sinisellä värillä erotettu käyrä ("painemittari"), joka kuvaa tuloksia jaksolla, jolla jäähdytys-ilmapuhaltimen säädössä käytetty painemittaus oli vikaantunut ja tulos on siten virheellinen.

Mittauksen vikaantuminen havaittiin verrattaessa ko. painemittauksen tulosta toiseen, paineilman syötön säädössä käytetyn painemittauksen tulokseen. Tämän mittauksen tuloksia ei tallennettu dataloggerille. Vertailu vikaantuneen painemittarin tilalle vaihdetun uuden mittarin tuloksiin, jotka ovat esitetty kuvassa 4 (punainen trendiviiva oikeassa reunassa), osoitti, että paineilman syötön säädössä käytetty painemittaus toimi tarkasti ja luotettavasti.

Sondin paine pysyi koejakson loppupuolen hyvin hallinnassa lukuun ottamatta jaksoja, joilla sondin paine laski tasolle 4 - 8 bar kattilan kuorman putoamisen takia (26.3. ja 8.-10.4., ks. kuva 5).



Kuva 5. Kattilan kuorma koejaksolla

Kattilan kuorma oli koejakson alussa, kun lämpötilamittaukset vielä toimivat, normaali, joten tuolloin mitattujen lämpötilojen voidaan olettaa olevan edustavia koko koejaksolle (myös koejakson loppupuoliskolle, jossa lämpötilamittaukset eivät enää toimineet luotettavasti).

YHTEENVETO

Koe nro 1 saatiin onnistuneesti päätökseen niin, että

- kokeen kokonaiskesto oli yli 1000 h, jona aikana sondin paine (ja siten myös koemateriaalien lämpötilat) oli lähellä tavoitearvoa noin 900 tunnin ajan
- lämpötilamittausten tulosten mukaan koemateriaalien lämpötila seinämän keskellä oli keskimäärin 407 - 412°C
- laskennallisesti arvioidut pintalämpötilat testimateriaaleilla olivat keskimäärin 432 - 435°C
- lämpötilamittausten tulosten mukaan testimateriaalien maksimilämpötilat olivat koko ajan alle 530°C
- testimateriaalien lämpötilat olivat 450 - 530°C enimmillään muutamien tuntien ajan koko koejaksolla (alun 6 vrk aikana 25 min)
- sondin paine saatiin hallittua niin, että sondin paine ei laskenut kertaakaan niin matalalle, että koemateriaalien lämpötilat olisivat voineet karata lämmönsiirtokriisin takia.

Jatkossa kokeet pyritään tekemään samanlaisissa olosuhteissa kuin nyt tehty koe, ts. säätäen sondin paineeksi kokeen aikana 9,5 bar (abs).

Koelaitteistossa yritetään parantaa lämpötilamittausten suojausta niin, että mittaukset kestävät jatkossa koko koejakson.