



KATTILAPUTKIEN SISÄINEN TARKASTUS EDISTYKSELLISTÄ ULTRAÄÄNIMITTAUSTA KÄYTTÄEN

Putkivauriot voidaan yleensä estää ennalta varmistumalla siitä, että kattilassa käytetään riittävän hyvälaatuista vettä ja veden laadun poikkeamiin puututaan ajoissa. Aina ei kuitenkaan voida estää kerrostumien muodostumista kattilassa, vaikka käytetyn veden laatu olisikin ohjearvojen puitteissa. Näin ollen kattilan vesi/höyrypuolen kunnosta saadaan luotettava kuva vain tekemällä määrävällein riittävän tarkka ja kattava putkien sisäpuolinen tarkastus.

Perinteisillä kattilaputkien sisäpuolisessa tarkastuksessa käytetyillä menetelmillä kuten endoskooppikuvauksella, perinteisellä ultraäänimittauksella tai putkinäytteiden otolla ei välttämättä voida havaita kattilaputkien sisäpinnoilla olevia kerrostumia. Varo Teollisuuspalvelut Oy käyttää ensimmäisenä Pohjoismaissa erityisesti sisäpinnan kerrostumien mittaukseen suunniteltua ultraäänimittalaitetta, jolla sisäpuoliset kerrostumat ja jäljellä olevat putkipaksuudet voidaan mitata ainetta rikkomattomasti.

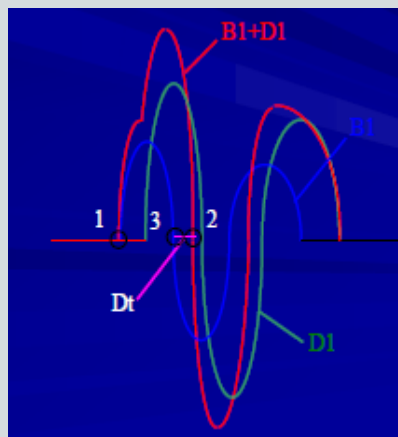
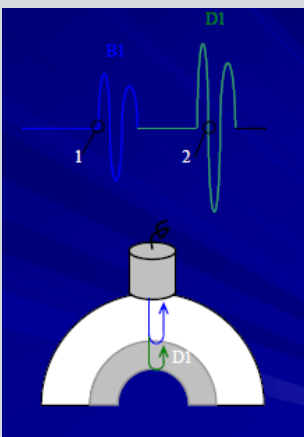
Sisäpuolisten kerrostumien mittaus perustuu pitkittäisten ultraääniaaltojen heijastumiseen eri rajapinnoista. Ääni heijastuu sekä metalli-kerrostuma- että kerrostuma-vesi/ilma-rajapinnoista, joten kerrostuman ollessa hyvin paksu voidaan sen paksuus laskea suoraan eri rajapinnoista heijastuvien aaltojen välisestä etäisyydestä, kun äänennopeus kerrostumassa tunnetaan. Tämä tilanne on havainnollistettu ao. kuvassa.

Kattilaputkien pinnoilla olevat kerrostumat ovat tavallisesti kuitenkin niin ohuita, että eri rajapinnoista heijastuvat aallot eivät ole selvästi erotettavissa toisistaan, vaan ne menevät osin päällekkäin vahvistaen toisiaan. Esimerkki tällaisesta tilanteesta on esitetty ao. kuvassa.

Nyt kerrostuman paksuutta ei voida enää laskea eri rajapinnoista heijastuneiden

aaltojen välimatkan perusteella, koska eri aallot eivät ole selvästi tunnistettavissa. Kerrostuman ja ilman/veden rajapinnasta heijastunut aalto kuitenkin leventää selvästi puhtaasta metalli-ilma/vesi-rajapinnasta heijastuvaa aaltoa (lisäys on merkitty kuvassa Dt:llä). Muutos aallon leveydessä on sitä suurempi, mitä paksummasta kerrostumasta on kysymys, joten sen perusteella voidaan laskea kerrostuman paksuus, kun äänennopeus kerrostumassa tunnetaan. Tämän tekniikan ansiosta ko. mittauksella voidaan mitata myös kerrostumia, joiden paksuus on selvästi alle peittäusrajan.

Edellä kuvattua tekniikkaa käyttäen voidaan ultraäänimittauksen avulla mitata kattilaputkien sisäpinnoilla oleva kerrostuma, kun kerrostuman paksuus on vähintään 20 - 40 μm (kalibroinnin tarkkuudesta riippuen).



Kattilaputkien sisäpuoliset kerrostumat voivat altistaa kattilan eri tavoin mahdollisille vaurioille. Sisäpuoliset kerrostumat edesauttavat, mahdollistavat tai suoraan aiheuttavat erilaisten vauriomekanismien aktivoitumisen. Tällaisia vauriomekanismeja ovat mm. lipeäkorrosio, happokorrosio, vetyhyökkäys ja ylikuumenemisesta johtuva kattilaputken repeäminen. Lisäksi kerrostumien muodostuminen voi lisätä alttiutta käytönaikaiseen fosfaatin piiloutumiseen, joka näkyy kattilaveden laadun heilahteluina kattilan kuorman vaihdellessa. Nämä heilahtelut voivat aiheuttaa happokorroosiota, mikäli vesikemiaa yritetään rauhoittaa vääränlaisia kemikaaleja käyttäen. Tästä johtuen kattilan sisäpuolisten kerrostumien paksuuden ja koostumuksen tunteminen sekä määräajoin tehtävät tarkastukset ovat ensiarvoisen tärkeitä kattilan turvallisen ja taloudellisen käytön kannalta.



Ultraäänien käyttöön perustuvan kerrostumapaksuusmittauksen avulla voidaan kartoittaa kattilan sisäpuolisten kerrostumien paksuudet kattilan eri osissa. Tulosten perusteella voidaan arvioida putkien kuntoa ja kattilan peittaustarvetta. Tuloksia voidaan hyödyntää myös valittaessa sopivaa paikkaa putkinäytteiden otolle. Ultraäänimittauksen avulla voidaan tällöin varmistaa, että näytteet ovat edustavia niin, että kattilan kunto on arvioitavissa putkinäytteiden perusteella luotettavasti. Tulokset kertovat myös mm. vesikierron toimivuudesta ja lämpökuorman jakautumista kattilassa, sillä kerrostumat kasvavat yleensä nopeimmin alueilla, joissa lämpökuorma on suurin ja/tai vesikierto on jostakin syystä heikkoa.

Mittausvalmistelut

Mittaus kalibroidaan tarkistamalla mittauksen nollakohta puhtaan putken avulla ja, mikäli käytettävissä on kerrostumia omaava putkinäyte ko. kattilasta, vertaamalla ultraäänimittauksen ja ko. näytteestä tehtyjen muiden mitausten tuloksia keskenään.

Käytettyjä vertailukelpoisia tapoja kerrostuman paksuuden määrittämiseen ovat kerrostuman paksuuden mittaus hiekuvista ja pintakalvomittaus. Pintakalvomittauksen etuna on, että se voidaan tehdä voimalaitospaikalla eikä mittauksen teko edellytä putkinäytteen esikäsitteilyä.

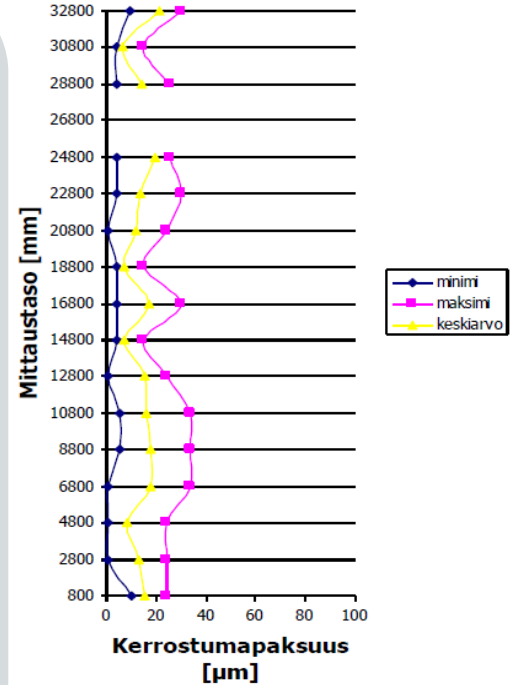
Kattilaputkien pinnat valmistellaan puhdistamalla mitattavista kohdista noin 5x5 cm alueet menetelmällä, joka ei vahingoita metallipintaa.

Tulosten luotettavuus

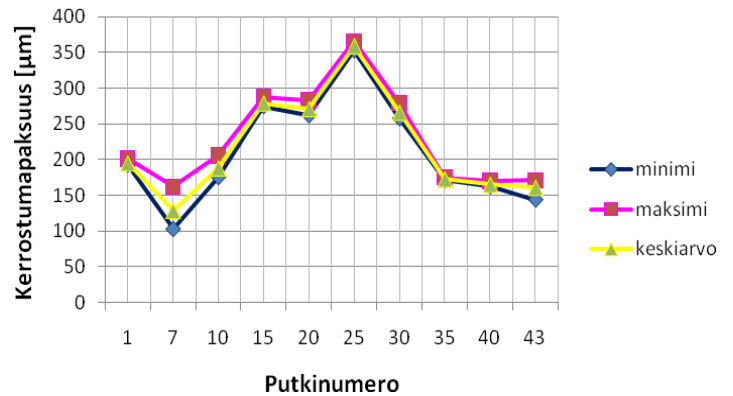
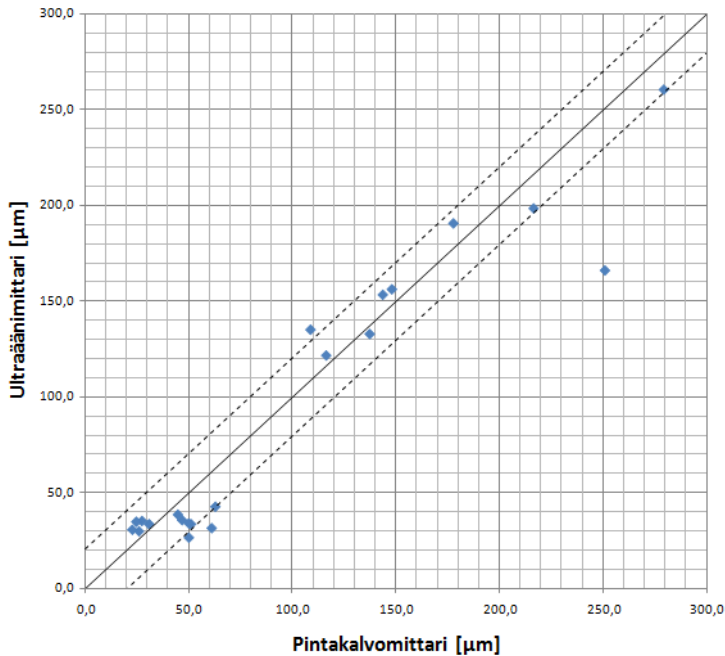
Kokemusten mukaan ultraäänimittauksen tulokset vastaavat hyvin esim. hiekuvista tai pintakalvomittarilla mitattuja kerrostumapaksuuksia, kun kerrostuma on koostumukseltaan ja rakenteeltaan tavanomainen. Erot eri menetelmillä saatujen tulosten välillä ovat tällöin tavallisesti alle 20 µm.

Alla olevassa kuvassa vasemmalla on esitetty vertailu ultraäänimittarilla ja pintakalvomittarilla samoista putkinäytteistä mitattujen kerrostumapaksuuksien välillä.

Oheisissa kuvaajissa oikealla puolella ja oikealla alhaalla on esitetty ultraäänimittalaitteella kahdessa eri kattilassa mitattuja tulipesän seinäputkien kerrostumapaksuuksia.



Mitattuja kerrostumapaksuuksia leijupeitikattilassa, jonka sisäpuoliset kerrostumat ovat ohuita, eikä tarvetta lisätarkastuksiin tai korjaaviin toimenpiteisiin ole.



Mitattuja kerrostumapaksuuksia kaasukattilassa, jonka sisäpuoliset kerrostumat on tarkastuksen jälkeen päätetty poistaa peittaamalla.

Kerrostumapaksuusmittauksilla saavutetaan parhaita tuloksia kattilan kunnonvalvonnassa, kun mittauksia tehdään säännöllisin välein niin, että mahdollinen kerrostumien poikkeuksellisen nopea kasvu voidaan havaita jo varhaisessa vaiheessa. Tilanne voidaan tällöin korjata esim. vedenkäsittelyä parantamalla tai ajotapaa muuttamalla ennen kuin kerrostumat kasvavat niin paksuiksi, että kattila joudutaan peittaamaan. Mikäli kerrostumien paksuuntumista ei havaita ajoissa, on siitä pahimmassa tapauksessa seurauksena putkivaurioita.