

Väitöstyö tarkoista kaasuvirtausmittauksista

Mittatekniikan keskuksen tutkija Sampo Sillanpää väittelee perjantaina 30. tammikuuta. Väitöstyössä osoitetaan, että virtausyksiköiden toteutusta pystytään parantamaan ottamalla huomioon mittaustapahtumaan liittyvät termodynaamiset ilmiöt.

Mittaustuloksen luotettavuudesta varmistutaan mittalaitteen säännöllisellä kalibroinnilla, jolloin jäljitettävyydetun kautta sen näyttämä on kytketty mitattavan suureen määritelmään. Jäljitettävyydetju muodostuu tarkkuustasoltaan laskevista saman suureen mittalaitteista. Parhaimman mittaustarkkuuden omaavaa jäljitettävyydetjun mittalaitetta kutsutaan primaarinormaalksi. Sen näyttämän tarkkuustaso on siten olennainen koko jäljitettävyydetjun luotettavuudelle. Väitöstyössä saatiin uutta tietoa pienten kaasuvirtausten toteutuksessa käytettävien, toimintaperiaatteiltaan erilaisten primaarinormaalien keskinäisestä vertailukelpoisuudesta. Työssä osoitettiin, että Mittatekniikan keskuksessa kehitetty punnitukseen perustuva gravimetrinen kaasun massavirran primaarinormaali antaa yhteneviä tuloksia verrattaessa sitä kaasun tilavuusvirran toteutuksessa käytettävään mäntä-sylinteri-normaaliin.

Työssä rakennetun gravimetrinen kaasun massavirran primaarinormaalin tärkeimmät osat ovat vaaka, kaasusäiliö ja ajanmittauslaite. Keskimääräinen massavirta tietynä tarkasteluajana saadaan mittaamalla kaasusäiliöstä ulos virranneen kaasun massa vaa'an avulla ja jakamalla tämä tarkasteluajanjakson pituudella. Termodynaamisesti tarkasteltuna kaasusäiliö ei kuitenkaan saavuta termistä tasapainotilaa ympäristönsä kanssa mittauksen aikana. Se on jatkuvassa termisessä muutostilassa, jolloin tapahtuu lämmönvaihtoa kaasusäiliön seinämän ja ympäristön välillä. Lämpötilaero aiheuttaa virtauskentän kaasusäiliön seinämän rajakerrokseen. Virtauskenttä synnyttää edelleen leikkausjännityksen kaasusäiliön pintaan, jolloin syntyy ajasta riippuva häiritsevä voima vaakaan. Väitöstyössä kehitettiin menetelmä tämän häiritsevän voiman suuruuden määrittämiseen, jolloin sen vaikutus gravimetrinen kaasun massavirran primaarinormaalina näyttämään pystytään ottamaan huomioon.

Väitöstutkimuksessa esitetään myös uudenlainen menetelmä ilman virtausnopeusmittauksen jäljitettävyyden toteuttamiseksi. Mittatekniikan keskuksessa kehitetyllä massansiirtoon perustuvalla sekoitusmenetelmällä voidaan ilman virtausnopeuden jäljitettävyydetju rakentaa massan ja ajan määrittelyihin pituuden ja ajan määrittelyjen sijasta. Menetelmä tarjoaa nykyisin yleisesti käytettyä laser-Doppler anemometriä edullisemmän ja yksinkertaisemmän ratkaisun jäljitettävyyden toteuttamiseksi metrologisissa tuulitunneleissa.

Työssä tutkittiin kaasuvirtausten lisäksi nesteiden tiheyden määrittämistä. Tämä määrittäminen on tärkeää esimerkiksi muunnettaessa massavirta tilavuusvirraksi. Tarkka ja yksinkertainen mittalaite nesteen tiheyden mittaamiseen on areometri. Ongelmia tuottavat kuitenkin tällöin nesteessä esiintyvät pystysuuntaiset tiheyserot. Ne vaikuttavat areometrin mittaustulokseen. Tutkimuksessa kehitetyllä matemaattisella menetelmällä pystysuorien, lämpötilaeroista aiheutuvien tiheyserojen vaikutus voidaan ottaa huomioon ja areometrin näyttämää korjata.

Tutkija Sampo Sillanpää on opiskellut Teknillisessä korkeakoulussa. Hän on työskennellyt Mittatekniikan keskuksessa vuodesta 2002 kehittäen pienten kaasuvirtausten, ilman virtausnopeuden ja nesteen tiheyden mittayksiköiden toteutuksessa käytettäviä menetelmiä ja primaarinormaaleja. Sillanpää väittelee 30.1. kello 12 Teknillisen korkeakoulun insinööritieteiden ja arkkitehtuurin tiedekunnassa, osoitteessa Konetekniikka 1, Otakaari 4, sali K216. Vastaväittäjinä toimivat professori Riitta Keiski, Oulun yliopisto, sekä tohtori Peter Lau, SP Technical Research Institute of Sweden, Ruotsi. Väitöstyön otsikko englanniksi on "Thermodynamic studies in flow metrology".

Lisätietoja:

Tutkija Sampo Sillanpää, puhelin 010 6054 433, sampo.sillanpaa@mikes.fi

Väitöskirja on luettavissa TKK:n sivulta: <http://lib.tkk.fi/Diss/2009/isbn9789525610499/> .

Tämä on Mittatekniikan keskuksen uutiskirje. www.mikes.fi

Voit liittyä tai poistua sähköpostilistalta lähettämällä viestin osoitteeseen: info@mikes.fi