

## Rinnakkaisilla SINIS-porteilla lisää virtaa kvanttimetrologiakolmioon

MIKESin tutkija Ville Maisi on diplomityössään kehittänyt uuden tavan kasvattaa yksittäisten elektronien kontrolloituun pumppaukseen perustuvan virtalähteen sähkövirtaa. Menetelmä perustuu usean yksittäisen, nanoskaalan suprajohde-normaali-metallirakenteiden ominaisuuksiin perustuvan SINIS-käntöportin integroimiseen rinnakkain. Maisi teki diplomityönsä hyvin läheisessä yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun Kylmälaboratorion prof. Jukka Pekolan johtaman tutkimusryhmän kanssa. New Journal of Physics -lehdessä julkaistussa tutkimuksessa osoitettiin, että kymmenellä rinnakkain kytketyllä SINIS-käntöportilla saavutetaan yli 100 pA:n virtataso, joka riittää sähkömetrologian suuren haasteen, kvanttimetrologiakolmion toteuttamiseen. Tuloksesta kerrottiin Nature-lehden 10.12.2009 ilmestyneen numeron Research Highlights -palstalla.

Metrologian, mittauksia käsittelevän tieteenalan, yhtenä päämääränä on mittayksiköiden määrittäminen ja toteuttaminen mahdollisimman yksikäsitteisesti ja tarkasti. Pyrkimyksenä on uusia SI-mittayksikköjärjestelmän perusyksiköiden määritelmät luonnonvakioille sovittaviin kiinteisiin arvoihin perustuviksi. Metri määritellään jo valon nopeudelle sovitun vakioarvon avulla ja sekunti määritellään Cs-atomien ominaisuuksien kautta, mutta esimerkiksi kilogramma määritellään vielä Ranskassa BIPM:n tiloissa säilytettävän punnuksen avulla ja ampeerin määritelmä perustuu sähkövirtaa kuljettavien johdinten välisen voiman mittaamiseen. Ville Maisin diplomityö liittyy kvanttinormaaleihin, joiden avulla sähkösuureiden mittayksiköt voidaan sitoa kahden luonnonvakion - elektronin varauksen ja kvanttifysiikan Planckin vakion - arvoihin. Niiden avulla on mahdollista määritellä sekä ampeeri että kilogramma, ja metrologian kansainvälisenä tavoitteena on saada uudet määritelmät voimaan vuonna 2015 tai ehkä jo vuonna 2011.

Sähkösuureiden tarkkuusmittauksissa ja kalibroinneissa metrologit niin MIKESissä kuin muuallakin maailmassa ovat jo pitkään hyödyntäneet kahta kvanttinormaalia, suprajohteiden Josephson-ilmiöön perustuvaa jännitenormaalia ja eräissä puolijohderakenteissa havaittavaan kvantti-Hall-ilmiöön perustuvaa resistanssinormaalia. Niiden avulla sähkösuureiden mittayksiköt voidaan periaatteessa sitoa elektronin varauksen ja Planckin vakion arvoihin. Sähkövirrallekin on oma kvanttinormaalinsa, joka perustuu elektronien kuljettamiseen yksitellen nanomittakaavan metalli- tai puolijohdesaarekkeiden läpi. Ongelmana on ollut, että tällaisista virtapumpuista saatava sähkövirta on hyvin pieni, tyypillisesti muutaman pikoampeerin luokkaa. Vuonna 2007 prof. Jukka Pekola tutkimusryhmineen kehitti TKK:n Kylmälaboratoriossa uudentyypin kvanttivirtalähteen, SINIS-käntöportin, jolla on mahdollista tuottaa tarkasti yli 10 pA:n virta. Ville Maisin diplomityöhön liittyvässä MIKESin, TKK:n Kylmälaboratorion ja japanilaisen NEC:n julkaisemassa tutkimuksessa on osoitettu, että virtaa voidaan kasvattaa ainakin 100 pA:n tasolle kytkemällä useita SINIS-portteja rinnakkain. Tämä virta riittää kvanttimetrologiakolmion sulkemiseen eli sen osoittamiseen, että sähkösuureiden kolme kvanttinormaalia ovat ristiriidattomia ja toteuttavat Ohmin lain.

Uuden saavutuksen ansiosta MIKESin, TKK:n Kylmälaboratorion ja VTT:n muodostama konsortio on yhä vahvemmassa asemassa kvanttimetrologiakolmion toteuttamiseen tähtäävässä kansainvälisessä kilpailussa.

Tutkimustulos julkaistiin New Journal of Physics -lehden marraskuun numerossa (V.F. Maisi et al., New J. Phys. **11** (2009) 113057; [http://www.iop.org/EJ/article/1367-2630/11/11/113057/njp9\\_11\\_113057.pdf](http://www.iop.org/EJ/article/1367-2630/11/11/113057/njp9_11_113057.pdf)) ja siitä uutisoitiin Nature-lehden 10.12.2009 ilmestyneen numeron Research Highlights -palstalla (<http://www.nature.com/nature/journal/v462/n7274/pdf/462700e.pdf>; maksullinen lukuoikeus).

### Lisätietoja:

Tutkija Ville Maisi  
Mittatekniikan keskus (MIKES)  
etunimi.sukunimi@mikes.fi  
Puh. 010 6054 415

Johtava metrologi Antti Manninen  
Mittatekniikan keskus (MIKES)  
etunimi.sukunimi@mikes.fi  
Puh. 010 6054 416