

Äärimmäisen tehokkaat

Fyysikko Mikko Möttösen tutkimusryhmä on saavuttanut kansainvälisesti merkittäviä läpimurtoja ja kerännyt miljoonarahoituksen. Supertehokas kvanttietokone saatetaan tulevaisuudessa jäähdyttää suomalaisella osaamisella.

PÄIVI SAARILAHTI TEKSTI // KIMMO PENTTINEN KUVAT

Mikko Möttösen, 35, askelten tempo on samanaikaisesti täsmällinen ja vimmattu, kun hän singahtaa alas portaita Aalto-yliopiston Micronova-rakennuksen alakerrassa sijaitsevaan laboratorioonsa. Sama hallittu vimma, äärimmäisen tehokkuuden tavoittelu, on siivittänyt fyysikon jo nuorella iällä yhdeksi kvanttifysiikan kärkinimistä Suomessa. Möttösen tutkijaryhmä nousi otsikoihin viimeksi helmikuussa, kun se onnistui siirtämään lämpöä maksimaalisen tehokkaasti kymmenentuhatta kertaa pidemmälle kuin aikaisemmin on pystytty. Uutinen oli odotettu, sillä jäähdytys on ollut yksi suurista kysymysmerkeistä supertehokkaiden kvanttietokoneiden kehittämisessä. Löydös oli myös Möttöselle erityisen merkittävä. Se ei ollut hänen ensimmäinen läpimurtonsa fyysikkona. Ei liioin artikkeli ollut hänen ensimmäinen artikkelinsa fyysiikan kärkijulkaisussa *Nature Physics*.

”Harvoin uusi laite syntyy niin, että heureka, tuossa se on, vahingossa tuli tällainen.”

MIKKO MÖTTÖNEN

Mutta se oli ensimmäisiä Möttösen omassa laboratoriossa syntyneitä suuria läpimurtoja. Ja tärkeä tulos sen jälkeen, kun Möttönen oli saanut Euroopan tutkimusneuvoston (ERC) nuoren tutkijan 1,5 miljoonan euron apurahan. Lämmönjohtavuuslöydöksen ajoitus oli täydellinen, sillä Möttönen haki ja sai samoihin aikoihin ERC:ltä uuden kahden miljoonan euron rahoituksen kvanttitasan jäähdyttimen rakentamista varten.

MENNÄÄN KVANTTITIEKONEISIIN. Ei ole syytä itseruoskintaan, jos termi ei kerro mitään. Sen selittäminen kansantajuisesti ei ole helppoa alan tutkijallekaan.

Toiminnan tasolla kvanttietokone voi

ratkaista ongelmia, jotka ovat nykyisille tietokoneille ylivoimaisia. Jos nykyinen navigaattori voi laskea yhden auton nopeimman reitin Oulusta Helsinkiin, kvanttietokone voisi laskea kaikkien liikkeellä olevien autojen optimaalisimmat reitit.

Se voisi tuoda fiksumpaa tekoälyä ja auttaa esimerkiksi lentokentillä kasvojen tunnistuksessa. Myös kemianteollisuudelle kvanttietokone toisi mullistavaa laskentatehoa.

– Tässä on miljardin tai sadan miljardin dollarin kysymyksiä. Monimutkaisten molekyylien ja reaktioiden mallintaminen on ilkeän moniulotteinen ongelma klassiselle tietokoneelle, kvanttietokoneelle ongelma ei ole yhtä vakava, Möttönen kertoo.

Syy johdattaa tekniikan tasolle. Yksinkertaistettuna: tavallinen tietokone käyttää bittejä, jotka voivat olla joko asennossa yksi tai nolla.

Kvanttietokone taas käyttää kubitteja, jotka voivat sisältää joko ykkösen, nollan tai molemmat vaihtoehdot yhtä aikaa. – Sieltä kautta tulevat ehkä ensimmäiset suuret sovellukset. Saadaan kemiallisia yhdisteitä ja niiden ominaisuuksia tarkemmin ratkaistua.

Mihin kaikkeen kvanttietokone voi tuoda vastauksen, sitä ei kukaan, huippututkijakaan, osaa arvata.

VIELÄ KVANTTITIEKONEET ovat muistiltaan niin pieniä, ettei niillä voi ratkaista kuin yksinkertaisia ongelmia. Ja kooltaan suuria, koska ne toimivat superpakkastimessa, joka vie sähköä saman verran kuin saunan kiuas. Jotta näistä ongelmista päästäisiin eroon, tekniikan kehittämiseen pumpataan tällä hetkellä suuria rahoja eri puolilla maailmaa.

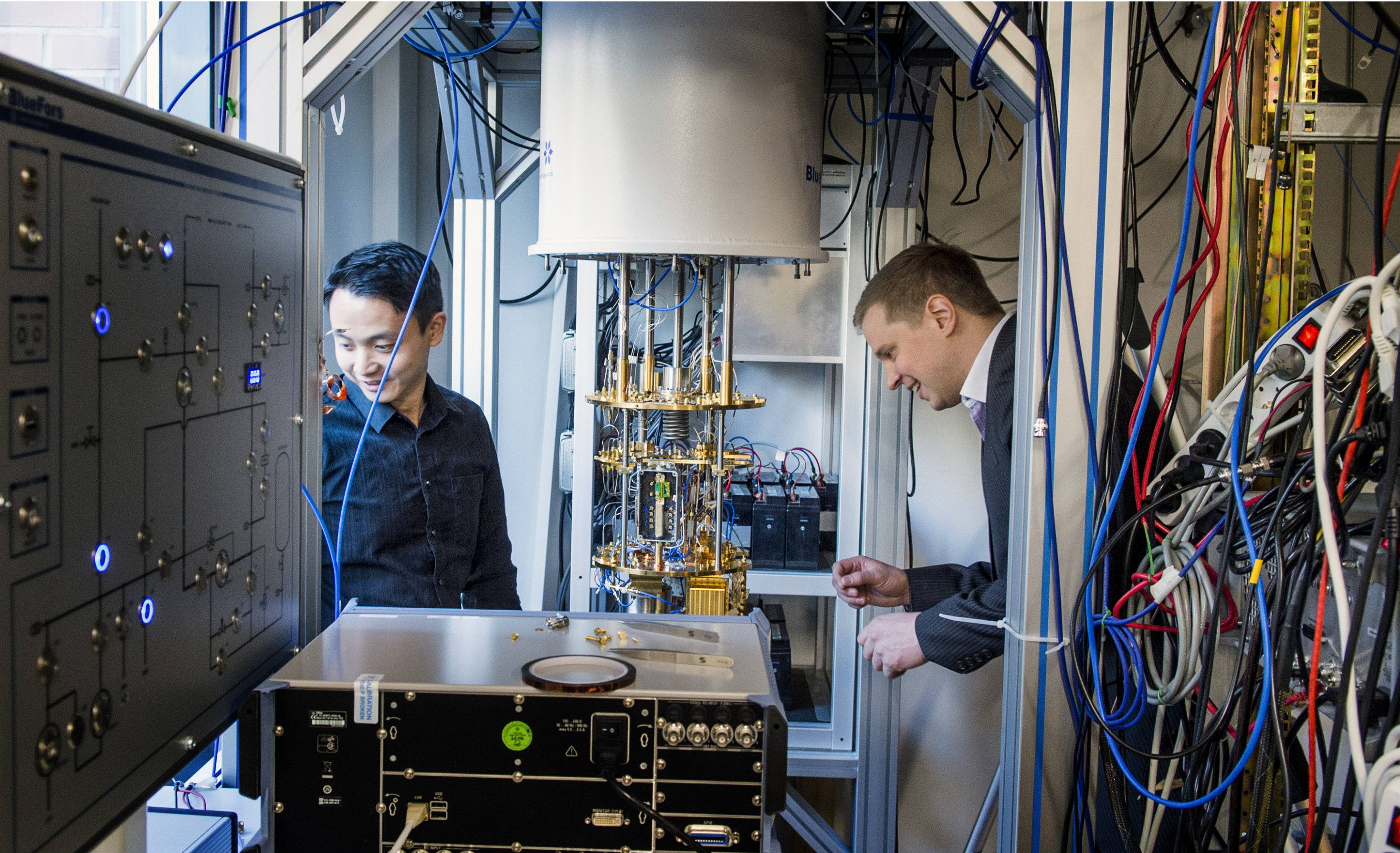
Delft University of Technology Hollannissa sai jonkin aikaa sitten teknologiayhdistiö Inteliltä lupauksen 50 miljoonan dollarin rahoituksesta kvanttietokoneen kehittämiseen seuraavan 10 vuoden aikana.

Australiassa hallitus satsoo piipohjaisen kvanttietokoneen kehittämiseen 26 miljoonaa dollaria. Britannian valtio investoi 270 miljoonaa punttaa kvanttiteknologian kehitystyöhön. Kilpailua kvanttietokoneesta johtaa Yhdysvallat, jossa Google osti vastikään University of Santa Barbaran huippututkimusryhmän. Puolet ryhmästä on nyt Googlen palkkalistoilla.

Mutta missä on Nokian jälkeinen Suomi? Kehityksen hännänhuippuna? Ehei.

– Tutkimusympäristö kvanttiteknologian ja kvanttilaitteisiin on Suomessa erittäin hyvä. Täällä on paljon alan osaamista.

– Ei ole monta paikkaa maailmassa, missä oltaisiin yhtä korkeatasoisia.



HERKÄT KVANTTILAITTEET toimivat superpakkastimessa eli kryostaatissa. Avatun

kryostaatin kytkentöjä tarkistavat tutkimusryhmän johtaja Mikko Möttönen (oikealla) ja tutkijatohtori Kuan Yen Tan.

KUKA?

Mikko Möttönen

- Syntynyt Jyväskylässä 1980.
- Väitteli tekniikan tohtoriksi 24-vuotiaana Bosen-Einsteinin kondensaateista. Kvanttilaskennan dosentti vuodesta 2007 Teknillisessä korkeakoulussa, sittemmin Aalto-yliopistossa.
- Johtaa kvanttilaskennan ja -laitteiden tutkimusryhmää Suomen Akatemian huippuyksikössä COMP – Laskennallinen nanotiede.
- Kirjoittanut yhteistyössä 85 tieteellistä artikkelia, suurimpina löydöksiään kvanttimekaaniset monopolit ja -solmut sekä lämmönjohtavuuskoe. Hankkinut tutkimukseen yli viisi miljoonaa euroa kilpailtua rahoitusta.
- Asuu perheineen Espoossa.
- Toiveissa: Professuuri Aalto-yliopistossa.

MIKKO MÖTTÖNEN johtaa kvanttilaskennan ja -laitteiden tutkimusryhmää Suomen Akatemian huippuyksikössä COMP – Laskennallinen nanotiede.

Uudella ERC-rahoituksella 12 hengen tutkimusryhmä pyrkii rakentamaan hallitun kvanttitasan jäähdyttimen.

– Se on vielä ratkaisematon ongelma kvanttietokoneen toiminnan kannalta. Kvanttibittejä ei ole pystytty alustamaan niin tarkasti kuin täytyisi, jotta suuren mitakaavan kvanttietokone voitaisiin rakentaa, Möttönen kertoo.

Hänen kanssaan vastausta etsii kuusi väitöskirjan tekijää ja viisi tutkijatohtoria. – Uusi ERC-raha kuulostaa tietysti siltä, että nythän minä uin rahassa, mutta ei se ihan niin mene, Möttönen naurahtaa.

– Kun tekee kokeellista tutkimusta, laitteisiin menee puoli miljoonaa. Satoja tuhansia kuluu pieniin nippeleihin, elektronikkaan ja näiden valmistukseen. Ja sitten joudutaan maksamaan yleiskustannuksia. Jäljelle jäävä osuus on noin kolmen ihmisen palkka. Jos minulla on 12 ihmistä töissä, pelkällä ERC-rahalla ei pysty pyörittämään tutkimusryhmää.

Möttönen haki ETH:n Zürichin professoria viime vuonna muun muassa siksi,

että kymmenen miljoonan euron alkupaketin avulla hän olisi pystynyt paremmin keskittymään tutkimukseen. Nyt rahoituksen varmistaminen on laitettava etusijalle.

Tutkimusrahojen leikkaukset näkyvät fyysiikan kuumimpiin lukeutuvalle alalle.

– Se on ikävä juttu, mutta rahoituksen hakeminen pitää laittaa prioriteettijärjestyksessä korkeimmalle, korkeammalle kuin normaali tutkimuksen tekeminen. Koska jos emme saa rahaa, tutkimus loppuu.

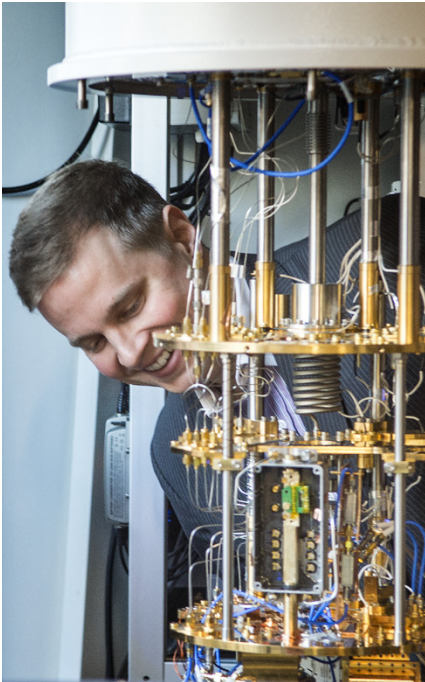
JOIDENKIN ARVIOIDEN mukaan kvanttietokoneet tulevat jo 2020-luvulla. Möttönen suhtautuu kysymyksiin tulevaisuudesta tiedemiesmäisellä harkinnalla.

– Tutkimuksessa on oppinut sen, että yksi asia johtaa toiseen ja se taas kolmanteen. Voit ehkä ensimmäisen asian arvata, mutta et enempää.

Toki hän toivoo, että kvanttietokone saadaan hänen aikanaan tehtyä.

– Sen näkee sitten, keitä ne pelurit ovat, jotka koneita alkavat myymään, mutta siinä olisi hienoa olla mukana, hän visioi.

– Itse kvanttietokoneettahan me emme suunnittele, vaan se rakennettaisiin jossain muualla. Me yritämme tehdä jäähdyttimiä, jotka auttavat sen kehittämisessä.



MIKKO MÖTTÖNEN oli opiskeluaikoina kiinnostuneempi teoriasta kuin laboratoriotyöskentelystä. Hän päätyi puolivahingossa kylmälaboratorioon töihin ja innostui.

Keksintö ei synny vahingossa

Vielä opiskeluaikana näytti siltä, että **Mikko Möttösestä** tulee puhdas teoreetikko, jonka työ sijoittuu kauas käytännön sovelluksista. Hän paahoteli läpi lukion pikavahtia ja siirtyi Teknilliseen korkeakouluun opiskelemaan materiaalfysiikkaa. Teoria tuntui helpolta.

– En tykännyt pakollisista labrakursseista. Piti käyttää enemmän aikaa, että sai samat opintoviikot kuin teoriakursseista. Möttösen diplomityö kansitettiin vuonna 2002. Jo joulukuussa 2004 hän piti väitöstilaisuutensa. Uralle osui surullinen satuma. Pari viikkoa ennen Möttösen väitöstilaisuutta hänen väitöskirjan valvojan, professori **Martti Salomaa** menehtyi.

Väitöstilaisuus pidettiin, ja Möttönen lähti post doc -tutkijaksi Berkeleyn yliopistoon Yhdysvaltoihin. Vierailu päättyi ennen aikojaan, sillä osa Salomaan opiskelijoista oli jäänyt ilman ohjaajaa.

– Se oli ikävä tilanne, mutta toisaalta sain vähän pakonomaisesti ohjauskokemusta jo nuorella iällä. Siitä on ollut hyötyä esimerkiksi raha-anomuksissa.

Kvanttilaskentaan Möttösen johdatteli opiskeluaikana vieraileva professori **Mikio Nakahara**, jonka kanssa hän teki ensimmäiset julkaisunsa.

Berkeleyn aika vei syvemmälle aiheeseen. Suomeen palattuana Möttönen päätyi puolivahingossa Teknillisen korkeakoulun kylmälaboratorioon töihin. Puolet työajastaan hän ohjasi opiskelijoita.

– Kokeissa pystyi tekemään laitteiden toiminnan. Se oli hienoa. Sen jälkeen olen tehnyt kokeellista tutkimusta. Aika kylmälaboratoriossa toi tärkeää osaamista, joka luo perustaa nykyiselle tutkimustyölle.

– Harvoin uusi laite syntyy niin, että heureka, tuossa se on, vahingossa tuli tällainen. Yleensä pitää olla teoreettinen ajatus päässä, jos haluaa jonkin täysin uuden veikkotimen keksiä. Kaikkein hienointa on, miten jokin ajatus realisoituu todellisudessa. Se on suuri motivaattori.