

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

KYLMÄLABORATORION TOIMINTAKERTOMUS

1.9.1978 - 31.8.1979



TOIMINTAKERTOMUS

1.9.1978 - 31.8.1979

ISBN 951-751-785-8

TKK OFFSET

## A s e m a   j a   t e h t ä v ä t

Kylmälaboratorio on hallintokollegin alainen tutkimuslaitos, jonka tehtävänä on

- suorittaa tutkimustyötä matalien lämpötilojen fysiikassa ja kryogeniikassa sekä läheisillä fysiikan ja tekniikan aloilla,
- antaa alan koulutusta mm. järjestämällä tutkimusmahdollisuuksia sekä ohjausta opinnäytteiksi tarkoitettuja tutkimustöitä varten,
- edistää alan tutkimuksen ja sovellutusten kehitystä maassamme tarjoamalla asiantuntija-apua sekä tutkimusmahdollisuuksia,
- ylläpitää sekä kehittää maamme kansainvälisiä yhteyksiä toimialueellansa.

## V o i m a v a r a t

Kylmälaboratorion toimintaa johtaa johtokunta, jonka jäseninä olivat 1.9.1978 - 30.9.1978:

vararehtori, prof. Matti R a n t a , puheenjohtaja  
 apul.prof. Juhani K u r k i j ä r v i , varapuheenjohtaja  
 tutkijaprof. Olli L o u n a s m a a , laboratorion johtaja  
 dosentti Heikki C o l l a n (Tkt Peter B e r g l u n d)  
 Tkt Gösta E h n h o l m (DI Jouko S o i n i)  
 dosentti Seppo I s l a n d e r (lab.ins. Marja H o l m -  
 s t r ö m)

Johtokunnan jäsenet ajalla 1.10.1978 - 31.8.1979:

vararehtori, prof. Matti R a n t a , puheenjohtaja  
 apul.prof. Pekka H a u t o j ä r v i , varapuheenjohtaja  
 tutkijaprof. Olli L o u n a s m a a , laboratorion joh-  
 taja  
 dosentti Tapio A l v e s a l o (dosentti Seppo  
 I s l a n d e r)

dosentti Heikki Collan (tekn.lis. Börje Ranta  
talla)

dosentti Gösta Ehnholm (lab.ins. Marja Holm-  
ström)

Johtokunnat ovat pitäneet viisi kokousta, joissa sihteerinä on toiminut osastosihteerinä Kyllikki Jauho.

#### TUTKIMUSHENKILÖKUNTA

- O.V. Lounasmaa, Ph.D., Suomen Akatemian tutkijaprofessori,  
laboratorion johtaja
- A.I. Ahonen, TKT, tutkija, TKK-assistentti 1.3.1977 alkaen,  
virkavapaa 1.3.1977 - 31.8.1979; tutkimustyö Cornellin  
Yliopistossa USA:ssa
- T.A. Alvesalo, TKT, tutkija, dosentti, 1.1. - 31.1.1979  
vart. tiet. harj. apuraha, 1.2. - 31.7.1979 Suomen Aka-  
temian vanhempi tutkija (vs.), 1.8. - 31.8.1979 vart.  
tiet. harj. apuraha
- M.B. Berglund, TKT, tutkija, dosentti, 1.8. - 31.8.1979  
Suomen Akatemian vanhempi tutkija (vs.)
- H.K. Collan, TKT, dosentti, Suomen Akatemian vanhempi tutkija
- G.J. Ehnholm, TKT, dosentti, Suomen Akatemian vanhempi tut-  
kija, virkavapaa 1.2. - 31.8.1979; tutkimustyö Cornellin  
Yliopistossa USA:ssa
- J.-Th. Eriksson, TkL, tutkija 31.5.1979 saakka
- D. Garibashvili, Dr., vieraileva tutkija (Institute of Phys-  
ics of the Georgian Academy of Sciences, Neuvostoliitto)  
3.8.1979 alkaen
- J.J. Heino, DI, tutkija 1.2.1979 alkaen  
Marja Holmström, FL, laboratorioinsinööri
- S.T. Islander, FT, dosentti
- J.F. Jacquinet, insinööri, vieraileva tutkija (C.E.N. -  
Saclay, Ranska) 20.11.1978 saakka
- S. Janos, Dr. (Czechoslovakian University of Technology,  
Praha, Tsekkoslovakia) 28.8.1979 alkaen
- P. Kumar, Ph.D., vieraileva tutkija (NORDITA, Tanska) 1.9.  
1978 - 13.8.1979

M.J. Kurkijärvi, TKT, apulaisprofessori (F-os.)  
J.T. Luomi, DI, tutkija 31.5.1979 saakka  
P.C. Main, Ph.D., vieraileva tutkija (University of Manchester, Englanti) 4.1.1978 - 30.11.1978  
J. Ray, insinööri, vieraileva tutkija (TATA Institute of Fundamental Research, Bombay, Intia) 31.8. - 30.12.1978  
P. Roubeau, Dr., vieraileva tutkija (C.E.N. - Saclay, Ranska) 31.3.1979 saakka  
M.K. Savelainen, DI, tutkija  
J.S. Tsakadze, Dr., vieraileva tutkija (Institute of Physics of the Georgian Academy of Sciences, Neuvostoliitto) 3.8.1979 alkaen  
V. Vvedensky, Dr., vieraileva tutkija (Institute of Physics of the Academy of Sciences of USSR, Neuvostoliitto) 14.9.1978 - 5.4.1979.

#### JATKO-OPISKELIJAT

H.A. Ahola 01.06.1979 alkaen  
T. Haavasoja  
O.T. Ikkala  
M.A. Kokkala  
M.T. Loponen  
M.T. Manninen  
T.B. Rantala 31.03.1979 saakka  
J.K. Soini

#### OPISKELIJAT

M.A. Arkkio  
J.P. Ekström 15.06.1979 saakka  
P.J. Hakonen 01.06. - 30.06.1979, 01.08. - 31.08.1979  
M.V.T. Huiku 01.06.1979 alkaen  
R.J. Ilmoniemä  
J.T. Jantunen 31.03.1979 saakka  
L.H. Kjälldman 01.09. - 30.10.1978, 01.06. - 30.06.1979  
K.J. Niskanen 01.06. - 30.06.1979, 01.08. - 31.08.1979  
R.K. Ritala 01.06. - 30.06.1979, 01.08. - 31.08.1979

A.R. Ritvos	14.06.1979 saakka
K.M. Saloheimo	
Terhikki Soinne	
E.V. Thuneberg	13.02.1979 saakka
O.E. Toikka	01.06.1979 alkaen
Leila Östman (Rehn)	

#### MUU HENKILÖKUNTA

J.T. Degerman, laboratorioapulainen, 21.11.1978 saakka  
Hely Ennari, toimistos sihteeri  
A.J. Huvila, mekaanikko  
A.A. Isomäki, nesteyttimen käyttöpäällikkö  
Kyllikki Jauho, osastosihteeri  
R.J. Kaasinen, laboratoriomestari  
Sinikka Karila, piirtäjä, 19.7.1979 saakka  
I.V. Kettunen, tutkimusapulainen, 27.11.1978 alkaen  
A.A. Laakso, laboratoriomekaanikko, 11.12.1978 alkaen  
Maria Lindström, toimistos sihteeri, 20.12.1978 alkaen  
S.S. Niskanen, piirtäjä, 20.7. - 26.8.1979  
K.A. Salminen, mekaanikko  
S.K. Utriainen, laboratorioteknikko

#### AKATEEMISET TUTKINNOT

Selostuskauden aikana ovat laboratoriossa työskennelleet henkilöt suorittaneet seuraavat tutkinnot:

##### diplomi-insinööri

H.A. Ahola  
J.T. Jantunen  
L.H. Kjälldman  
A.R. Ritvos  
E.V. Thuneberg  
Leila Rehn

##### tekniikan lisensiaatti

T.B. Rantala

Tasavallan Presidentti nimitti 25.5.1979 tutkijaprofessori Olli V. Lounasmaan pysyvästi Suomen Akatemian tutkijaprofessorin virkaan.

Peter Berglund on nimitetty Teknillisen korkeakoulun kryogeeniikan dosentiksi 1.3.1979 alkaen ja Gösta Ehnholm fysikaalisen elektroniikan dosentiksi 1.1.1979 alkaen.

#### Taitajanpalkinto

Teknillisten Tieteiden Akatemian vuosittain jaettavan taitajanpalkinnon saivat v. 1978 laboratoriomestarit Juhani Kaasinen ja Seppo Utriainen sekä laboratorioteknikko Seppo Kaivola työstä kaksoisydindemagnetointikryostaatti. Palkittu ryhmä työskentelee kylmälaboratoriossa. Taitajanpalkinto on tunnustus vaativaa käsityöammattitaitoa edellyttävästä työsuorituksesta, joka liittyy tekniseen tutkimus- tai kehitystyöhön.

## T u t k i m u s t y ö

Kylmälaboratorion perustutkimus on keskittynyt ultramatalissa lämpötiloissa suoritettaviin mittauksiin. Laboratoriossa on käytetty kaikkia niitä jäähdytystapoja, joilla voidaan saavuttaa alle 1 K:n lämpötiloja. Viime vuosina kryogeeninen kehitystyö on kohdistunut erityisesti adiabaattiseen ydindemagnetointiin, jolla alalla laboratorio on tällä hetkellä johtava tutkimuslaitos maailmassa. Ns. YKI-kryostaatilla saavutettiin vuoden 1979 alussa kupariytimien muodostamassa spin-systeemissä 50 nanokelviniä, mikä on uusi kylmyyden maailmanennätys. Suprajuoksevan  $^3\text{He}$ :n sekä kokeellinen että teoreettinen tutkimus on edelleen vahvasti edustettuna. ROTA-projektin pyörivä kryostaatti on rakenteilla ja valmistunee vuoden 1980 alkupuolella.

Soveltavassa tutkimuksessa on niinikään saavutettu mielenkiintoisia tuloksia. Rakenteilla ollut 50 kW:n suprajohtava unipolaarimoottori saatiin keväällä 1979 toimintakuntoon. Magneettiseen suurgradienttiseparointiin liittyvä tutkimustyö on pääsemässä sovellutusten asteelle. Laboratorioon vuoden 1980 alkupuolella valmistuva magneettisesti suojattu huone tulee avaamaan ainutlaatuisia tutkimusmahdollisuuksia mm. fysiikan, lääketieteen ja biologian piirissä. SQUID-ryhmä on osallistunut huoneen instrumentoinnin suunnitteluun ja rakentamiseen.

### Perustutkimus

$^3\text{He}$ :N SUPRAFAASIEN TUTKIMINEN YDINDEMAGNETOINTIKRYOSTAATILLA (HELY-PROJEKTI) (Alvesalo, Haavasoja, Main, Manninen, Ray, Rehn, Soine)

Ryhmän tutkimuskohteena on normaalin ja suprajuoksevan  $^3\text{He}$ :n ominaislämmön mittaaminen alle 10 mK:n lämpötiloissa.

Kahdesta rinnakkaisesta ydindemagnetointiasteesta koostuvaan jäähdytysjärjestelmään on liitetty  $^3\text{He}$ :n ominaislämmön tarkkaan mittaukseen soveltuva hopeinen näytekammio. Lämpötilan seurantaan käytetään kahta toisistaan riippumatonta lämpömittaria.

Näistä toisen toiminta perustuu laimennetun cerium-magnesium-nitraatin (CMN) susceptibiliteetin mittaamiseen SQUID-menetelmää kyväksi käyttäen. Laitteen erotuskyky on 0.00001 mK l mK:n lämpötilassa. Absoluuttiset lämpötilat saadaan ns. Korringan laista kalibroimalla CMN-lämpömittari platinan ydinmagneettiseen resonanssiin perustuvaa lämpömittaria vastaan. Mittauksissa nollapaineessa on kyetty osoittamaan, että  $^3\text{He}$ :n ominaislämpö on supratransition läheisyydessä anomaalinen poiketen huomattavasti teoreettisesti ennustetusta lineaarisesta lämpötilariippuvuudesta  $C/nR = \gamma T$ . Edelleen tutkimustulokset viittaavat siihen, että yleisesti käytössä olevien Fermionesteparametrien arvoissa on suoritettava huomattavia tarkistuksia. Mittauksia jatketaan yli koko mahdollisen painealueen.

ATOMIYTIMIEN VÄLISET KO-OPERATIIVISET ILMIÖT (YKI-PROJEKTI)  
(Ahola, Ehnholm, Ekström, Jacquinet, Loponen, Lounasmaa,  
Niskanen, Soini, Östman)

Kahta peräkkäistä ydindemagnetointiastetta käyttämällä on kupariytimet onnistuttu jäädyttämään 50 nK:iin. Lämpötila mitattiin termodynamiikan 2. pääsäännön mukaisesti. Metalliytimien väliset dipoli-dipolivuorovaikutus ja epäsuora vaihtovuorovaikutus ovat saavutetulla lämpötila-alueella termisen energian suuruusluokkaa, joten magneettisen järjestäytymisen pitäisi tapahtua.

Ydinsysteemin magneettisten ominaisuuksien selvittämiseksi projektissa on kehitetty laajakaistainen SQUID-NMR-laitteisto. Mitatuista susceptiivisuussignaaleista kyettiin määräämään vaihtovuorovaikutuksen suuruus ja ensimmäisen kerran sen etumerkki. Vaihtovuorovaikutus kupariydinten välillä on antiferromagneettinen.

Toisen ydinasteen demagnetoinnin jälkeen susceptiivisuus pysyi vakiona kahden minuutin ajan, minkä jälkeen se alkoi pienetä eksponentiaalisesti ajan funktiona. Tätä kvalitatiivista muutosta voi pitää merkkinä faasitransitiosta. Tulokset ovat vasta alustavia, järjestyneen tilan luonnetta ja sen transitiolämpötilaa ei vielä tunneta tarkasti.

Seuraavaksi on tarkoitus jatkaa mittauksia puhtaammalla näytteellä sekä eristää ydinasteet lämpökytkimellä toisistaan. Parhaassa tapauksessa spinsysteemin relaksaatioaika pitenee, jolloin järjestyneen tilan yksityiskohtaisempi tutkiminen on mahdollista.

PYÖRIVÄN HELIUMIN OMINAISUUDET (ROTA-PROJEKTI) (Garibashvili, Hakonen, Ikkala, Islander, Roubeau, Saloheimo, Tsakadze)

ROTA, TKK:n kylmälaboratoriossa 1.6.1978 aloitettu ja tammikuussa 1979 Suomen Akatemian ja Neuvostoliiton tiedeakatemiaan fysiikan alan ensimmäiseksi yhteistyöprojektiksi virallistettu tutkimustyö soveltaa matalien lämpötilojen uusinta tutkimusteknologiaa sekä kokeellista ja teoreettista heliumintuntemusta suprajuoksevan  $^3\text{He}$ :n hydrodynaamisten ominaisuuksien sekä sirkulaation kvanttiluonteen tutkimuksiin.

Rakenteilla oleva ydinjäähdytin on suunniteltu erityisesti ultramatalissa lämpötiloissa suoritettaviin pyörityskokeisiin. Laite toimii kahdessa moodissa. Toisaalta sitä voidaan käyttää stationaarisenä konventionaaliseen ulkoiseen pumppaus- ja kaasujen käsittelyjärjestelmään kytkettynä. Toisaalta sisäinen kryopumppausjärjestelmä sekä lähes kitkattomat ja tärinättömät kaasulaakerit ja langaton, optoelektroninen informaatio- ja ohjausjärjestelmä tekevät jäähdyttimestä mekaanisesta häiriöympäristöstä eristetyn pyörivän tutkimusaseman.

Kaasujen käsittely- ja tyhjöjärjestelmät ovat valmiit, laimenusjäähdytin, ilmalaakereiden varassa leijuva pumppauspää, pyöritysmekanismi sekä nopeuden automaattinen ohjausjärjestelmä ovat rakenteilla ja koetuksessa. Koejärjestelmät, automaattinen mittaus-, tulostus- ja kokeenohjausjärjestelmä ovat suunnitteilla.

Projektia varten TT-komissio, Suomen Akademia sekä Neuvostoliiton Tiedeakatemia ovat myöntäneet erikoisresursseja.

TEOREETTINEN MATALIEN LÄMPÖTILOJEN FYSIIKKA (Kjälöman, Kumar, Kurkijärvi, Ritala, Salomaa, Thuneberg, Vidberg)

Matalien lämpötilojen teoriaryhmä on yhteistyössä Helsingin yliopiston teoreettisen fysiikan tutkimuslaitoksen ja NORDITAN sekä TKK:n F-osaston kanssa. Ryhmässä oli Pradeep Kumar NORDITAN vierailevana professorina.

Olemme tutkineet kupariydinten järjestäytymistä mikrokelvin-alueella (Kjälöman, Kurkijärvi) sekä näin syntyvän järjestyneen faasin termodynaamisia ominaisuuksia (Kjälöman, Kumar) ja kuparispinien dynamiikkaa (Kumar).

Olemme myös selvittäneet Josephsonin ilmiötä  $^3\text{He}$ :ssa pienten reikien poikki ja tarkastelleet lähemmin kylmlaboratoriossa ehdotettua koetta (Thuneberg, Kurkijärvi).

Tilli on edelleen jatkanut laskujaan vahvojen vuorovaikutusten vaikutuksesta taajuudesta riippuvaan energia-aukkoon  $^3\text{He}$ :n suprajuoksevilla faaseilla.

Tämän lisäksi olemme tehneet työtä kollektiivisen kvanttitunneloinnin ymmärtämiseksi SQUID-renkaissa (Ritala, Kurkijärvi) sekä jatkaneet työtä ionien liikkuvuuden parissa (ennen kaikkea Salomaa, normaalifaasissa Ritala, Kurkijärvi).

#### Soveltava tutkimus

SQUID-PROJEKTI (Ahola, Ehnholm, Heino, Ilmoniemi, Islander, Rantala, Vvedensky)

SQUIDIin perustuvien kohina- ja NMR-lämpömittarien kehittämisestä ryhmän toiminnan painopiste on siirtynyt herkempien SQUIDien ja vähäkohinaisemman SQUID-elektronikan kehittämiseen sekä kylmlaboratorioon vuoden 1979 lopulla valmistuvan magneettisesti suojatun huoneen (MSH) vaatimien mittaustaitteiden ja muun instrumentoinnin suunnitteluun. Toroidi-piste-liitos-SQUIDin kehittäminen on jatkettu ja sen etuvahvistimena on kokeiltu kryogeenista GaAs-FET vahvistinta. Pumpaustaajuus on nostettu 1 GHz:iin. MSH:ssa käytettäväksi magnetometriksi on rakennettu ohutkalvo-SQUIDillä toimiva gradiometri.

MAGNEETTINEN EROTUS SUPRAJOHTAVIN MAGNEETEIN (MASU-PROJEKTI)  
(Collan, Huiku, Jantunen, Kokkala, Ritvos, Toikka)

MASU-tutkimusryhmä on pyrkinyt toteuttamaan kahta laboratorion ulkopuolisin varoin rahoitettua tutkimushanketta. Suomen Akatemian teknistieteellisen toimikunnan rahoittaman projektin "Suprajohdemagneetein toteutettu magneettinen erotus II" tavoitteena on magneettisen erotuksen prosessitekniisten sovelutusten selvittely ja suprajohtavalla magneetilla synnytettyyn ns. avoimeen gradienttiin perustuvan magneettierottimen konstruointi. Maj ja Tor Nesslingin säätiön rahoittama hanke "Magneettinen suodatus ympäristönsuojelutehtävissä" puolestaan selvittelee magneettisen suodatuksen mahdollisuuksia veden ja ilman saastumisen ehkäisemisessä.

Teknistieteellisen toimikunnan rahoittama hanke on luonteeltaan teknistieteellistä perustutkimusta, jonka tulokset saattavat johtaa tärkeisiin käytännön sovellutuksiin. Nesslingin säätiön rahoittamassa hankkeessa sovelletaan jo aikaisemmin hankittuja tietoja ja laitteita. Kummallekin hankkeelle on yhteistä se, että suprajohtavaan magneettiin perustuva magneettierotin kuluttaa vain vähän sähkötehoa ja on keveytensä ansiosta helposti kuljetettavissa kaukanakin sijaitsevalle koepaikalle. Näin on mm. kesällä 1979 ollut mahdollista koesuodattaa terästeollisuuden poistovesiä kenttäolosuhteissa. Ensimmäiset tulokset näyttävät osoittavan, että magneettinen suurgradienttierotus on täysin kilpailukykyinen verrattaessa sitä muihin käytössä oleviin terästeollisuuden poisto- ja kiertovesien puhdistusmenetelmiin.

SUPRAJOHDEMOOTTORI (SUMO-PROJEKTI) (Arkkio, Berglund, Eriksson, Luomi, Savelainen)

Suprajohdemoottoriprojekti on tavoitetutkimus, jota on toteutettu VTT:n projektiorganisaatiossa elokuusta 1977 alkaen yhteistyössä TKK:n sähkömekaniikan laboratorion kanssa. Rahoittajina ovat kauppa- ja teollisuusministeriö, Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Teknillinen korkeakoulu ja Oy Strömberg Ab.

SUMO-projektissa suoritettiin onnistuneesti ensimmäinen koeajo toukokuussa. Tällöin saavutettiin asetetut tavoitteet. Myöhemmin on nostettu koneen antamaa akselitehoa 73 kW:iin, 93 %:n hyötysuhteella. Suurimmat vaikeudet on kohdattu nestemetallikollektoinnin yhteydessä.

Suprajohtavat unipolaarimoottorit kuten SUMO-moottori tulevat taloudellisesti edullisiksi kun tehoa nostetaan yli 5 MW. Hyödylliseen käyttöön tuleva moottori on siten useamman prototyyppivaiheen takana.

### Palvelutoiminta

KRYOKESKUS (Haavasoja, Isomäki, Salminen)

Keskus on tuottanut kryogeenisiä nesteitä TKK:n kylmälaboratoriolle, teknillisen fysiikan osastolle ja sähköosastolle. Pienempiä eriä nesteilmaa on toimitettu myös muille Otaniemen alueen laboratorioille.

Tammikuun puolesta välistä aloitettiin kryokeskuksen siirto A-osaston kellaritiloista F-osaston vanhan puolen alakertaan. Siirto aiheutti nesteheliumin tuotantoon parin kuukauden katkon. Uudet tilat mahdollistavat sekä heliumkaasun että -nestevarastojen kasvattamisen lähitulevaisuuden kysyntää vastavaksi. Kryokeskuksen siirtoon osallistuivat sen varsinaisen henkilökunnan lisäksi Marja Holmström ja Seppo Islander.

Heliumin käyttö nestelitroina eri laboratorioissa kertomuskauden aikana

Kyl-lab	Tf-os	S-os	yhteensä
13.301	1.757	2.330	17.388
76.5 %	10.1 %	13.4 %	100 %

MAGNEETTISESTI SUOJATTU HUONE (MSH) (Heino, Ilmoniemi,  
Kettunen)

Projekti suoritetaan yhteistyönä kylmälaboratorion ja VTT:n  
kojetekniikan laboratorion (Tkt Väinö Kelhä, DI Jussi Pukki)  
kanssa. Magneettisesti suojatun huoneen suunnittelu ja ra-  
kentaminen on annettu toimeksiantona VTT:lle. Valmiiksi on  
saatu MSH:n konstruktio-laskut sekä pienoismallikokeet, joiden  
tarkoitus on selvittää nk. shakingin vaikutus suojaustekijään.  
Ulkoisilla keloilla tapahtuvan aktiivisuojaus suunnittelu  
on tehty myös VTT:llä.

Kylmälaboratoriossa on selvitetty lähinnä huoneen käyttöön ja  
instrumentointiin liittyviä kysymyksiä.

Itse ferromagneettiseen suojaan tulevat  $\mu$ -metallilevyt on ti-  
lattu ja huone valmistunee vuoden 1979 loppuun mennessä.

Yhteistyö muiden laboratorioden  
kanssa

LUENNOITSIJAVIERAAT

Seuraavat henkilöt ovat vierailleet kylmälaboratoriossa pitäen seminaariesitelmiä ja osallistuen tieteellisiin keskusteluihin:

- Dr. Ch. Archie, State University of New York, Stony Brook, USA
- Prof. D.F. Brewer, University of Sussex, Englanti
- Dr. M. Chapellier, CEN-Saclay, Ranska
- Dr. G. Frossati, CRTBT, CNRS, Grenoble, Ranska
- Dr. M. Haikin, Institute for Physical Problems, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. N.B. Kopnin, Landau Institute, Moskova, Neuvostoliitto
- Prof. J. van Kranendonk, University of Toronto, Kanada
- Dr. T. Niinikoski, CERN, Geneve, Sveitsi
- Dr. M. Nurmia, Lawrence-Berkeley Laboratory, University of California, USA
- Dr. D. Rainer, KFA-Jülich, Länsi-Saksa
- Prof. J. Ruvalds, University of Virginia, USA
- Prof. J. Zimmermann, National Bureau of Standards, Colorado, USA

MUUT VIERAILIJAT

- Dr. A. Akinov, Leningrad, Neuvostoliitto
- Dr. A. Amaya, Osaka University, Osaka, Japani
- Dr. V.A. Bokov, Phys. Techn. Inst. Acad. Sci., Neuvostoliitto
- Prof. B. Butusov, Leningrad, Neuvostoliitto
- Dr. I. Fomin, Landau Institute, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. Y. Fujii, Faculty of Science, Osaka City-University, Osaka, Japani
- Dr. E.E. Godik, Moscow Institute Radiotechnik and Electronics, Academy of Sciences, Neuvostoliitto
- Prof. G. Haradze, Institute of Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto

- Dr. T. Haseda, Osaka University, Osaka, Japani
- Prof. E. Hegenbarth, Dresden, Technische Universität, Itä-Saksa
- Dr. P. Ivashkin, P.N. Lebedev Physical Institute, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. W. Jaszczuk, Institut Niskyh Temperature i Badan Strukturalnyh, PAN, Puola
- Dr. K. Keshishev, Institute for Physical Problems, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. M. Miller, University of Massachusetts, USA
- Prof. J. Mamaladze, Institute of Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto
- Dr. Y. Narahara, Department of Physics, University of Tsukuba, Sakura, Niharigua, Japani
- Dr. D. Packard, University of Sussex, Englanti
- Dr. M. Richards, University of Sussex, Englanti
- Dr. W. Schoepe, University of Regensburg, Länsi-Saksa
- Dr. T. Shigi, Faculty of Science, Osaka City University, Osaka, Japani
- Dr. R. Serov, P.N. Lebedev Physical Institute, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. I. Silvera, University of Amsterdam, Hollanti
- Dr. J.S. Tsakadze, Institute of Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto
- Dr. V.G. Zholikov, Institute for Physical Problems, Moskova, Neuvostoliitto
- Prof. W. Zimmermann Jr., University of Minnesota, Minneapolis, USA

LABORATORION HENKILÖKUNNAN TYÖSKENTELY ULKOMAILLA

Antti Ahonen suoritti tutkimustyötä prof. D.M. Leen laboratoriossa Cornellin Yliopistossa (Ithaca, N.Y., USA) 1.1.1978 - 31.8.1979 välisenä aikana.

Gösta Ehnholm on suorittanut tutkimustyötä prof. P. Buhrmanin laboratoriossa Cornellin Yliopistossa (Ithaca, N.Y., USA) 15.1.1979 lähtien.

Markku Loponen suoritti tieteellistä tutkimustyötä prof. A. Abragamin laboratoriossa Ranskan ydintutkimuskeskuksessa (Saclay-Ranska) 30.3. - 29.4.1979 välisenä aikana.

OSALLISTUMINEN KONGRESSEIHIN JA KOULUTUSTILAISUUKSIIN

Eriksson osallistui 23.9. - 8.10.1978 Pittsburgissa Pennsylvaniassa pidettyyn konferenssiin Applied superconductivity conference.

Suomen fyysikkoseuran fysiikan päiville Jyväskylässä 2. - 3.2.1979 osallistui seuraavat henkilöt pitäen esitelmiä:

Collan "Suprajohtavuuden teknisistä sovellutuksista",  
Eriksson "Investigations on liquid metal behavior in rotating contacts",

Kjälldman "Antiferromagnetic ordering of Cu nuclei",

Loponen "Evidence for nuclear antiferromagnetism in copper",

Manninen "The specific heat of liquid  $^3\text{He}$  in the vicinity of the superfluid transition".

Ehnholm osallistui 23. - 26.4.1979 American Physical Societyyn kevätkokoukseen pitäen kutsutun esitelmän "Evidence for nuclear antiferromagnetism in copper".

Berglund osallistui 19. - 20.4.1979 Clarendon Laboratoriossa, Oxfordissa pidettyyn konferenssiin Superconducting Electrical Machines pitäen esitelmän "Superconducting machinery in Helsinki".

Bad Honnefissa, Saksan Liittotasavallassa 30.4. - 2.5.1979 pidettyyn konferenssiin Physik und Technik Ultratiefer Temperaturen osallistuvat Haavasoja pitää esitelmän "Observation of anomalous heat capacity in liquid  $^3\text{He}$  near the superfluid transition" ja alustuksen "Thermometry at ultralow temperatures", Loponen pitää kutsutun esitelmän "A cascade nuclear demagnetization cryostat" sekä Lounasmaa pitää kutsutun esitelmän "Evidence for nuclear antiferromagnetism in copper".

Islander osallistui 28.- 31.5.1979 Jaltassa, Neuvostoliitossa pidettyyn konferenssiin The XXth Colloquium Electrocadiologicum pitää esitelmän "MSH - A magnetically shielded room for weak magnetism research".

Berglund osallistui 30.5.1979 Tukholmassa pidettyyn Advanced Energy Conversion symposioon pitää esitelmän "A superconducting motor".

Kokkala piti esitelmän "Teollisuusjätevesien magneettinen suodatus" I teollisuusfysiikan päivillä Lappeenrannassa 4. - 6.6.1979.

Manninen osallistui 11.6. - 25.6.1979 Ericessä Sisiliassa pidettyyn kansainväliseen kesäkouluun Phase Transition in Surface Films.

Kokkala osallistui 17. - 20.7.1979 New Yorkissa konferenssiin Joint Intermag - MMM Conference pitää esitelmän "Analysis of magnetic filter experiments with polydisperse particle suspensions".

Lounasmaa piti kutsuttuna 3. - 5.9.1979 kongressissa "International Congress of Magnetism" Münchenissä esitelmän "Evidence for nuclear antiferromagnetism in copper".

Lammin talvikouluun 16. - 20.1.1979 osallistui melkein koko laboratorion teknillinen henkilökunta. Talvikoulussa pidettiin seuraavat luennot:

- J. Jacquinet (CEN, Saclay): "Nuclear cooperative phenomena in copper"
- P. Kumar (NORDITA): "Helium films"
- M. Lopenon (Helsinki University of Technology): "Nuclear cooperative phenomena in copper"
- M. Miller (University of Massachusetts): "Atomic hydrogen"
- R. Nieminen (University of Jyväskylä): "Atomic hydrogen"
- M. Richards (University of Sussex): "NMR on  $^3\text{He}$  films"
- I. Silvera (University of Amsterdam): "Atomic hydrogen"
- J. Zimmerman (National Bureau of Standards, Boulder): "Applications of SQUID magnetometers"

Lammin talvikoulussa "Rotating Superfluid Helium" 20. - 23.3. 1979 olivat luennoitsijoina professorit Yu.G. Mamaladze ja H. Haradze IF AN GSSR:sta (Georgian Tiedeakatemia fysiikan instituutti), W. Schoepe Universität Regensburgista (BRD), R. Packard University of California at Berkeley, (vierailija University of Sussexista) ja DI H. Vidberg TFT:stä. Talvikoulun rahoittivat Suomen ja Neuvostoliiton välinen tieteellisteknillinen yhteistoimintakomissio (UM) sekä Suomen Akatemia.

MUUT TIETEELLISET TUTUSTUMISKÄYNNIT JA VIERAILUT SEKÄ PIDETYT ESITELMÄT

Rantala piti syyskuussa 1978 Berliinissä Physikalisch-technische Bundesanstaltissa esitelmän "The Helsinki magnetically shielded room".

Kurkijärvi vieraili 5.10.1978 Tbilisissä Georgian tiedeakatemia kutsumana ja piti esitelmän " $^3\text{He}$  in restricted geometries".

Lounasmaa esitelmöi aiheesta "Towards the absolute zero" Varsovan yliopiston teoreettisen fysiikan kollokviiossa 16.11.1978, Jagiellonian yliopiston (Kravkova) fysiikan kollokviiossa 17.11.1978, Technionin (Israel Institute of Technology, Haifa) fysiikan kollokviiossa 22.2.1979 ja Weizman Institute of Science:n (Rehovot, Israel) fysiikan kollokviiossa 26.2.1979.

Islander suoritti 18.11. - 12.12.1978 tutustumis- ja esitelmämatkan seuraaviin yhteentoista USA:n tutkimus- ja teollisuuslaboratorioon pitäen seitsemässä niistä esitelmän "Intercomparison of nuclear thermometers in mK range": Cornell University, Ithaca; University of Minnesota, Minneapolis; North Western University, Evanston; Argonne National Laboratory, Argonne; University of California, Berkeley; S.H.E. Corporation, Cryogenic Instruments and Systems, San Diego; University of California, San Diego; University of Florida, Gainesville; National Bureau of Standards, Washington D.C.; Rutgers University, Piscataway; Bell Laboratories, Murray Hill.

Ikkala vieraili 1.1. - 15.1.1979 Moskovassa IFP AN SSSR:ssä (Kapitza-instituutti) ja Tbilisissä IF AN GSSR:ssä (Gruusian Tiedeakatemian fysiikan instituutti) pitäen esitelmän "Dilution refrigeration".

Lounasmaa esitelmöi aiheesta "Nuclear antiferromagnetism in copper" Technionin (Israel Institute of Technology, Haifa) fysiikan seminaarissa 25.2.1979 ja Tsekkoslovakian Tiedeakatemian Fysiikan Instituutin kollokviiossa (Praha) 7.9.1979.

Alvesalo vieraili 1.4. - 7.4.1979 Puolan Tiedeakatemian kutsumana Varsovan Fysiikan Instituutin Matalien lämpötilojen fysiikan laboratoriossa, puolijohdelaboratoriossa ja NMR-laboratoriossa pitäen esitelmän "Some experiments on normal and superfluid  $^3\text{He}$ " ja alustuksen "Dilution refrigeration".

Loponen piti esitelmän "NMR studies on copper below 1  $\mu$ K" vieraillessaan 9.4.1979 Sussexin Yliopistossa Brightonissa, 10.4.1979 Oxfordin Yliopistossa Oxfordissa ja 3.5.1979 Ørsted-instituutissa Kööpenhaminassa.

Berglund vieraili 20.4.1979 Rutherford-laboratoriossa, Chiltonissa, Englannissa.

Kokkala vieraili heinäkuisen konferenssimatkansa yhteydessä Bellin laboratoriossa ja AIRCO Inc:ssa Murray Hill:ssa.

Eriksson vieraili syys-lokakuussa konferenssimatkansa yhteydessä seuraavissa tutkimuslaitoksissa: US Navy Research and Development Center, Annapolis; Westinghouse, Pittsburgh; General Electric Research and Development Center, Schenectady, N.Y.

Nuclear Susceptibility Thermometer and an <sup>119</sup>Sn Mössbauer Effect Thermometer between 6 mK and 1 K, Cryogenics 18, 614 (1978).

J. Kokko, M.A. Paalanen, W. Schoepe, and Y. Takano, Positive Ion Mobility in Normal and Superfluid <sup>3</sup>He, J. Low Temp. Phys. 33, 69 (1978).

L.H. Kjälldman, J. Kurkijärvi, and D. Rainer, Suppression of P-Wave Superfluidity in Long, Narrow Pores, J. Low Temp. Phys. 33, 577 (1978).

O.V. Lounasmaa, The Superfluid Phases of Liquid <sup>3</sup>He, IIR XIV Congress, Moscow (1975), ed. V/O "VNESHORGIZDAT", Moscow, USSR (1978).

O.V. Lounasmaa, Low Temperature Laboratory, Teknillisen korkeakoulun kylmälaboratorion esite (1978).

O.V. Lounasmaa, Report of Prof. O.V. Lounasmaa's Visit to India in October, 1977, Indian Journal of Cryogenics 2, 67 (1978).

S.S. Chern, K.L. Goldberger, C.K. Jen, C.C. Lin, O.V. Lounasmaa, G. Shaw, Y.-R. Shen, C.-W. Woo ja C.-N. Yang, Chinese participation, Physics Today 31, 9 (1978).

O.V. Lounasmaa, Kohti absoluuttista nollepistettä, Suomen Tieteen Ulottuvuuksia, s. 417 (WSOY 1978).

O.V. Lounasmaa, Kylmäfysiikka, Otavan suuri Ensyklopedia, osa 9, s. 3426 (OTAVA 1978).

O.V. Lounasmaa, Kylmäfysiikka, Spectrum, osa 6, s. 248 (WSOY 1978).

- O.V. Lounasmaa, The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ , Progress in Refrigeration Science and Technology 1, 56 (1978).
- H. Ahola, G.J. Ehnholm, B. Rantala, and P. Östman, Cryogenic GaAs - FET Amplifier for SQUIDS, Report TKK-F-A355 (1978).
- Z.Sh. Nadirashvili, J.S. Tsakadze, and S.T. Islander, Relaxation Phenomena in Pressurized Rotating He-II, Report TKK-F-A356 (1978).
- Heikki Collan, Ohjeita ja esimerkkejä suprajohdinmagneettien suunnittelijoille, Report TKK-F-B57 (1978).
- G.J. Ehnholm, S.T. Islander, and P. Juvonen, A Low Noise Parametric Preamplifier for SQUIDS, J. Phys. E: Sci. Instrum 12, 381 (1979)
- H. Ahola, G.J. Ehnholm, B. Rantala, and P. Östman, Cryogenic GaAs FET Amplifier for SQUIDS, J. Low Temp. Phys. 35, 313 (1979).
- H. Ahola, G.J. Ehnholm, S.T. Islander, and B. Rantala, A Comparison of SQUID NMR and Noise Thermometers, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979
- T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, P.C. Main, M.T. Manninen, J. Ray, and L.M. Rehn, The Specific Heat of Liquid  $^3\text{He}$  in the Vicinity of the Superfluid Transition, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979.
- A. Arkkio, P. Berglund, J.-T. Eriksson, J. Luomi, and M. Savelainen, Investigations on Liquid Metal Behavior in Rotating Contacts, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979.
- H. Collan, Generation of Large Magnetic Fields with Superconducting Magnets, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979. (Invited paper).
- G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinet, M.T. Lopenen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, Evidence for Nuclear Antiferromagnetism in Copper, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979.

L.H. Kjaldman and J. Kurkijärvi, Antiferromagnetic Ordering of Cu-Nuclei, Fysiikan päivät Jyväskylässä 2.-3.2.1979. (abstract).

H.K. Collan, J. Jantunen, M. Kokkala, and A. Ritvos, Inversion of the Breakthrough Curve of a High Gradient Magnetic Filter: theory and experiment, Industrial Applications of Magnetic Separation, ed. Y.A. Liu, IEEE Publ. No. 78CH1447-2 MAG, 175 (1979).

H.K. Collan, M. Kokkala, and A. Ritvos, Magnetic Filtration of Industrial Waste Waters, englanninkielinen lyhennelmä, I teollisuusfysiikan päivät, Proceedings of the 1.st National Meeting on Physics in Industry in Finland, (Lappeenrannassa 4.-6.6.1979).

H.K. Collan, M. Kokkala, and A. Ritvos, Analysis of Magnetic Filter Experiments with Polydisperse Particle Suspension, Joint Intermag-MMM Conference, paper 3C-8, (New York, July 17-20, 1979). (abstract).

O.V. Lounasmaa, Dilution Refrigeration, J. Phys. W: Sci. Instrum. 12, 668 (1979).

Olli V. Lounasmaa, P.L. Kapitza, Arkhivedes 1, 3-4 (1979).

L.H. Kjaldman and J. Kurkijärvi, Antiferromagnetic Ordering of Cu-Nuclei, Phys. Lett. 71A, 454 (1979).

G.J. Ehnholm, J. Ekström, J. Jacquinet, M.T. Lojonen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, Evidence for Nuclear Antiferromagnetism in Copper, Phys. Rev. Lett. 42, 1702 (1979).

- L.H. Kjaldman and J. Kurkijärvi, Antiferromagnetic Ordering of Cu-Nuclei, Report TKK-F-A371 (1979).
- G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinet, M.T. Lopenen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, NMR Studies on Nuclear Ordering in Metallic Copper Below 1  $\mu$ K, Report TKK-F-A387 (1979).
- P. Kumar, M.T. Lopenen, and L.H. Kjaldman, Spin Density Wave Fluctuations in Copper Nuclear Spins, Report TKK-F-A388 (1979).
- H.K. Collan, M. Kokkala, and A. Ritvos, Analysis of Magnetic Filter Experiments with Polydisperse Particle Suspensions, Report TKK-F-A383 (1979).
- P. Berglund, A. Arkkio, J.-T. Eriksson, J. Luomi, M. Save-lainen, and S. Utriainen, A Superconducting Motor, Rapport 156, Ingenjörsvetenskapsakademien (1979).
- H. Collan, J. Jantunen, M. Kokkala ja A. Ritvos, Viher-lipeän magneettinen suodatus. Tilanneselvitys 11.5.1979, Magneettisuodatusraportti 1/1979.
- H. Collan, M. Kokkala ja A. Ritvos, Terästehtaan jäteveden magneettinen suodatus. Selvitys OVAKO Oy:n Äminneforsin terästehtaan hilseenpesuveden alustavista suodatuskokeista, Magneettisuodatusraportti 2/1979.
- H. Collan, M. Kokkala ja A. Ritvos, Terästehtaan jäteveden magneettinen suodatus. Selostus OVAKO Oy:n Imatran teräs-tehtaan hilseenpesuveden alustavista suodatuskokeista, Magneettisuodatusraportti 3/1979.
- H. Collan, M. Kokkala ja A. Ritvos, Kaasunpesuveden mag-neettinen suodatus. Outokumpu Oy:n Tornion jaloterästehtaan kaasunpesuvedellä tehtyjen alustavien magneettisuodatus-kokeiden tulokset ja prosessimittakaavaisen suodatuksen kustannusarvio, Magneettisuodatusraportti 4/1979.

## DIPLOMITYÖT

- H. Ahola, Lämpötilamittauksia SQUIDillä (1978).
- J. Ekström, Ydinmagneettisia resonanssikokeita kaksois-  
ydindemagnetointikryostaatilla (1979).
- L. Kjälldman, Ydinten magneettinen järjestäytyminen kuparissa (1979).
- Leila Rehn,  $^3\text{He}$ :n ominaislämpömittauksia alle 10 mK:n  
lämpötiloissa (1979).
- A. Ritvos, Magneettisen suurgradienttisuotimen tutkiminen  
(1979).
- E. Thuneberg, Josephsonilmiö  $^3\text{He}$ :ssa (1979).

## LISENSIAATTITYÖT

- B. Rantala, Två termometrar med SQUIDförstärkare (1978).