

# VTT:n vuosikertomus

1997



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS

VTT:n toiminta-ajatus ja arvot .....	3
Pääjohtajan katsaus .....	4
Hallituksen kertomus .....	5
Tulosyksiköt	
VTT Elektroniikka .....	12
VTT Tietotekniikka .....	13
VTT Automaatio .....	14
VTT Kemiantekniikka .....	15
VTT Bio- ja elintarviketekniikka .....	16
VTT Energia .....	17
VTT Valmistustekniikka .....	18
VTT Rakennustekniikka .....	19
VTT Yhdyskuntatekniikka .....	20
Tieto- ja konsernipalvelut sekä teknologian tutkimuksen ryhmä .....	21
Esimerkkejä tutkimustuloksista	
Uudet kilpailukykyiset tuotteet ja menetelmät ....	22
Tehokkaat, turvalliset ja ympäristö- ystävälliset laitteet ja tuotantomenetelmät .....	26
Energian tuotannon ja käytön tehostaminen ja päästöjen vähentäminen .....	30
Informaatiotekniikan käytön tehostaminen .....	32
Teollisen rakentamisen uudistaminen ja rakennetun ympäristön parantaminen .....	33
Pk-toiminnan edistäminen .....	35
VTT:n organisaatio .....	36
Yhteystietoja .....	37

## Toiminta-ajatus

*VTT on puolueeton, teknillistä ja teknis-taloudellista tutkimus- ja kehitystyötä tekevä asiantuntija-organisaatio. VTT kehittää teknologiaa yritysten kilpailukyvyyn ja yhteiskunnan perusrakenteen parantamiseksi ja myötävaikuttaa uuden liiketoiminnan syntymiseen edistäen siten Suomen kansantalouden kasvua kansallisen teollisuusstrategian mukaisesti.*

## Arvot

*VTT:n toimintaa ohjaavat perusarvot ovat:*

- asiakas- ja tarvelähtöisyys*
- yhteistyö*
- tuloksellisuus*
- jatkuva kehittyminen.*



VTT:n toimintaympäristön kehitys jatkui vuonna 1997 myönteisenä. Yritysten tutkimuspanostus kasvoi edelleen nopeasti ja kasvu ulottui nyt myös muuhun kuin elektroniikka- ja sähköalan teollisuuteen. Valtion vuosille 1997–1999 suunnitteleman julkisten tutkimusmenojen tasokorotuksen vaikutukset alkoivat puolestaan ilmetä rahoituspäätöksissä. Myös Euroopan Unionin tutkimusohjelmat ja muut kansainväliset puitteet tarjosivat hyviä mahdollisuuksia. Tämä kehitys näkyi sekä yhteisrahoitteisten hankkeiden että maksullisten palvelujemme kysynnässä toimintavuoden aikana. Vuoden päättyessä sopimus- ja tilauskanta oli myös korkealla tasolla.

VTT on ollut jatkuvasti mukana yhtenä monista toimijoista elinkeinoelämän rakennemuutoksessa. Sen näkyvimpiin piirteisiin kuuluvat tietotekniikan yhä laajempi soveltaminen yhteiskunnan eri alueille sekä elektroniikka- ja sähköalan teollisuuden tuotannon ja tutkimus- ja kehittämispanostuksen voimakas kasvu. VTT:n tulot tämän alan yrityksiltä ovat vuosikymmenen aikavälillä lisääntyneet hyvinkin samaa vauhtia yritysten oman T&K-panostuksen kanssa, vaikka viime vuosina sitä hitaammin. Myös VTT:lle osoitetuin bud-

jettivaroin sekä kilpailun kautta hankituin julkisin varoin tehdyssä työssä on toteutettu muutosta tukevia painotuksia. Elektroniikan ja tietotekniikan työvoimapula on rajoittanut niitä. Samoin on vaikuttanut julkisten tutkimusvarojen viime vuosien niukka kehitys; on ollut tarkoituksenmukaista osallistua edelleen myös yhteiskunnan infrastruktuurin sekä muun kuin nopeimman kasvun teollisuuden teknologian tason ja reaalikilpailukyvyn kehittämiseen.

Suomessa tapahtuvan T&K:n panostusta on lisätty kaikkiaan kansainvälisesti vertaillen erittäin nopeasti. Yksityisen sektorin osuus on samalla kohonnut lähes 70 %:iin. Organisaatiouudistuksen yhteydessä suoritettujen rationoimien johdosta VTT:n henkilöstön kokonaismäärä väheni tällä vuosikymmenellä sen puoliväliin saakka. Tutkijakuntamme ja vaativimman tason tutkijoiden osuus siitä ovat kuitenkin koko ajan kasvaneet. VTT:n osuus Suomessa tehdystä T&K:sta on silti viime vuosina laskenut. Pidän sitä luonnollisena.

Kansainvälisen kehityksen piirteisiin kuuluu, että yritysten globaalistuessa, erikoistuessa ja tehostaessa toimintaansa ne samalla ulkoistavat T&K-toimintaansa. Se lisää sopimustutkimuslaitoksiin kohdistuvaa kysyntää. VTT:n tulevien vuosien tärkeä strateginen tehtävä on edelleen tutkimustyön suuntaaminen tutkimuksenmukaisella jakaumalla eri teknologia-aloille sekä tavoitteiden aikajänteeltään ja vastaavasti rahoitusrakenteeltaan erilaisille tutkimuslajeille. Mutta määrääkin on lisättävä, mielestäni viime vuosia nopeammin, samalla kun tutkimustyön tuottavuutta edelleen parannetaan.

VTT toimii kauppaja- ja teollisuusministeriön laatiman kansallisen teollisuusstrategian ja valtion tiede- ja teknologianeuvoston kehittämislinjausten mukaisesti. Niitten pohjalta ministeriö asetti tavoitteet vuodelle 1997 ja sopi niistä VTT:n hallituksen kanssa. Tavoitteisiin kuuluu maksullisen toiminnan ja yhteisrahoitteisen sopimustutkimuksen tulojen nostaminen 70 %:iin koko rahoituksesta vuosituhannen vaihteeseen mennessä. Tätä kohti edettiin. Jatkuva ehto on, että taloutemme on kokonaisuudessaan tasapainoinen ja että erikseen seurattavan maksullisen tutkimustoiminnan tulot kattavat kaikki kustannukset. Myös tämä ehto täyttyi.

Arvioni mukaan VTT saavutti vuoden 1997 tavoitteensa kokonaisuutena katsoen hyvin. Kiitänkin tutkimuskeskuksen henkilöstöä lämpimästi menestyksellisestä työstä ja yhteistyökumppaneitamme hedelmällisestä vuorovaikutuksesta. Tästä on hyvä jatkaa toiminnan kehittämistä.

Markku Mannerkoski



*Pubeenjohtaja  
Jukka Viinanen  
Toimitusjohtaja  
Neste Oy*



*Varapubeenjohtaja  
Alpo Kuparinen  
Neuvotteleva virkamies  
KTM*



*Matti Ilmari  
Konsernijohdaja  
ABB Oy*

Suomen talouden kehitys oli vuonna 1997 nopeaa. Julkinen ja yrityssektori panostivat tutkimus- ja kehitystoimintaan edellisvuotta selvästi enemmän. EU:n tutkimusohjelmat loivat hyvät puitteet kansainvälisen yhteistyön laajentamiselle.

VTT:n liikekirjanpidon mukainen liikevaihto nousi 7 % ulkopuolisten tulojen kasvun myötä ja oli 1 067 Mmk. Sekä koti- että ulkomainen kilpailu julkinen tutkimusrahoitus kasvoivat. Teollisuuden toimeksiannot lisääntyivät ripeästi, ja maksullisen toiminnan kannattavuus oli hyvä. Budjettirahoitus laski 4 %.

Uusimuotoisen hallituksen nelivuotinen toimikausi päättyi kertomusvuoden lopussa. Hallitus on työskennellyt yrityksen hallituksen tapaan. Se on tehnyt päätökset VTT:n periaatteellisesti merkittävistä toimintalinjoista, budjettirahoituksen suuntaamisesta, talousarvioehdotuksesta, toimintasuunnitelmasta, tilinpäätöksestä ja toimintakertomuksesta sekä tutkimusyksiköiden neuvottelukuntien asettamisesta ja niiden tehtävistä.

### Tutkimus- ja tarkastustoiminta

VTT:n harjoittaman tutkimus- ja kehitystyön sekä testaus- ja tarkastustoiminnan tavoitteena on parantaa suomalaisen elinkeinoelämän teknologista kilpailukykyä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä ja edistää uusiin tekniisiin innovaatioihin perustuvaa liiketoimintaa sekä työllisyyttä ja tuotantoa Suomessa.

VTT:n toiminta muodostuu oma-aloitteisista ja yhteishankkeina suoritettavista tehtävistä sekä toimeksiannoista. Oma-aloitteisesti tehdään teknologia- ja biotieteiden strategista tutkimusta pelkällä budjettirahoituksella. Yhteishankkeet ovat tarvelähtöisiä, kahden tai useamman osapuolen yhdessä rahoittamia, pääosin kuitenkin julkisrahoit-

teisia ja strategisia hankkeita. Toimeksiannot tehdään maksullisina, asiakaslähtöisesti välitöntä kysyntää tyydyttäen.

### Tutkimustoiminnan painotukset elinkeinoelämän tarpeiden mukaan

Toimintaa on viime vuosina kehitetty aikaisempaa markkinavetoisempaan suuntaan. Tätä kuvastaa osaltaan tutkimus- ja kehitystoiminnassa tapahtunut toimeksiannoten ja yhteishankkeiden osuuden kasvu. Kertomusvuonna VTT:n toiminnasta 40 % oli toimeksiannota ja 46 % yhteishankkeita. Yhteishankkeet ovat pääosin VTT:n, Tekesin ja EU:n yhdessä rahoittamia, mutta myös yritykset ovat niissä usein mukana. Yksityisen sektorin tulot nousivat kolmanneksen liikevaihdosta. VTT:n rahoitusrakenne on kehittynyt tasaisesti KTM:n kanssa sovittuun suuntaan. Ulkopuolisten tulojen osuus rahoituksesta oli lähes 68 %, kun tavoite on 70 % vuosituhannen vaihteessa.

Toiminnassa on painotettu tutkimusintensiivisiä tuotannonaloja vahvistavaa tutkimustoimintaa. Tieto- ja viestintätekniikka sekä elektroniikka ja näitä hyödyntävä teollisuus, palvelut ja vienti ovat kehittyneet ja tulevat kehittymään jatkossakin erittäin nopeasti. VTT on viime vuosina suunnannut budjettirahoitusta näitä aloja tukevaan tutkimukseen suhteellisesti eniten. Budjettirahalla on vahvistettu etenkin Elektroniikan ja Tietotekniikan yksiköiden osaamista ja valmiuksia ja sen myötä t&k-palveluja teollisuudelle ja muulle yhteiskunnalle. Myös VTT Bio- ja elintarviketekniikan budjettirahoitus on pidetty korkeana biotieteiden nopean kehityksen vuoksi.

VTT Elektroniikan toimintapuitteet parani-  
vat merkittävästi, kun Espoossa valmistui kiinteine varusteineen noin 100 Mmk mak-



*Pertti Koskinen  
Erikoistutkija  
VTT Rakennus-  
tekniikka*



*Markku Mannerkoski  
Pääjohtaja  
VTT*



*Martti Mäenpää  
Pääjohtaja  
Tekes*



*Seppo Säynäjäkangas  
Professori, Oulun yliopisto  
Polar Electro Oy*

## VTT:N TUTKIMUSOHJELMAT

*Perusteknologiaohjelmat*

- Langaton tiedonsiirto
- Optoelektronikka
- Piitekniologia
- Sulautettujen järjestelmien suunnittelu
- Älykkäät tuotantojärjestelmät ja ohjausarkkitehtuurit
- Ultrahienot hiukkaset
- Metabolian muokkaus
- Suurteholaskenta ja avoin simulointiympäristö

*Teollisuusalakohdaiset ohjelmat*

- Sellu- ja paperiteollisuuden mittaukset ja säädöt
- Metsäteollisuuden kemikaalikierron
- Elintarvikkeiden minimal processing
- Uudet elintarvikeinnovaatiot
- Moottoritekniikka
- Paperinvalmistuksen vedenkäytön pienentäminen
- Pienpolto
- PROGAS
- Puunkäsittelyn tuotelähtöinen optimointi massateollisuudessa
- Seos- ja monipolttaineiden käsittelytekniikka
- Teräs
- Pk-teollisuuden uudet synteettiset materiaalit ja järjestelmät

sanut uusi mikroelektroniikkakeskus. Sillä luotiin erittäin kilpailukykyinen tutkimusympäristö komponentti- ja materiaalitutkimukselle.

VTT:ssä tehtävän elektroniikan ja tietotekniikan tutkimuksen osuus oli yhteensä lähes 30 % VTT:n liikevaihdosta. Tietotekniikan tutkimusta tekevät VTT Tietotekniikan lisäksi huomattavassa määrin Automaation, Energian, Elektroniikan ja Valmistustekniikan yksiköt. Kasvua on rajoittanut Suomessa vallitseva pätevän tutkimushenkilöstön niukkuus. Vaikutukset näkyivät erityisesti VTT Tietotekniikassa, jonka volyyymi pysyi edellisvuoden tasolla.

Kertomusvuonna toiminta laajeni nopeimmin Kemiantekniikan, Yhdyskuntatekniikan ja Elektroniikan yksiköissä ulkopuolisten tulojen kasvun myötä.

Asiakastyytyväisyyden selvittämiseen ja parantamiseen panostettiin, ja tutkimuspalveluja tuotteistettiin. Asiakkaiden kanssa tehtiin useita merkittäviä yhteistyösopimuksia.

VTT voimisti technology foresight -tyyppistä teknologian pitkän aikavälin kehitysnäkymien ja mahdollisuuksien seuranta, ennakoitua ja arviointia teknologian tutkimuksen ryhmässä.

***Asiakaskunnassa korostuu teollisuus ja pk-sektori***

Tulot kotimaiselta yksityiseltä sektorilta muodostivat kolmanneksen VTT:n liikevaihdosta ja olivat 351 Mmk. Nousu oli 8,6 %. Tuloista lähes 2/3 saatiin teollisuudesta ja sitä suoranaisesti palvelevasta tutkimustoiminnasta. Viime vuosina jatkunutta kasvua voidaan pitää yhtenä osoituksena VTT:n onnistuneesta panostuksesta yritysten, erityisesti teollisuuden, teknologisen uudistumisen tukemiseen.

VTT:n teollisista asiakassektoreista suurimpia ja myös eniten kasvaneita olivat sähkö ja elektroniikka, metalli ja kemia. Muut tärkeät teollisuudenalat olivat metsä ja elintarvike. Myös varsinaisella palvelusektorilla, kuten kauppa, kuljetus ja tietoliikenne, on useita yrityksiä, jotka ovat VTT:lle merkittäviä asiakkaita. Tämän ryhmän osuus oli noin 23 % yksityisen sektorin tuloista.

VTT:n runsaasta 6 000 asiakkaasta alle 500 henkeä työllistäviä pk-yrityksiä oli noin

2 900. Näiden osuus yksityisen sektorin laskutuksesta oli noin puolet eli 177 Mmk, 5 % edellisvuotta enemmän. Pk-yrityksistä oli alle 10 henkilöä työllistäviä mikroyrityksiä noin 1200. Näiden osuus yksityisen sektorin laskutuksesta oli 15 %.

VTT on aktiivisesti mukana Tekesin klinikatoiminnassa, jonka avulla teknologiaa siirretään pk-yrityksiin. Toiminta on osoittautunut joustavaksi ratkaisumalliksi yrityksille. Tekes arvioitutti klinikatoiminnan, ja tulokset olivat positiivisia.

Tutkimusyksiköt toimivat pk-yritysten palvelemiseksi myös kotimaisissa eri alojen ja yritysten verkostoissa ja pyrkivät osaltaan kehittämään niitä.

***VTT osallistui aktiivisesti kansallisiin tutkimusohjelmiin***

Kansallisilla teknologiaohjelmilla on merkittävä rooli VTT:n strategisessa tutkimuksessa. Kertomusvuonna osallistuttiin 60 monivuotiseen ohjelmaan. Niistä 50 oli Tekesin ja loput ministeriöiden ja Suomen Akatemian ohjelmia. Monissa hankkeissa VTT:llä oli koordinaatiovastuu. Myös uusien ohjelmien suunnittelussa oltiin mukana. Muun muassa VTT Elektroniikka osallistui hyvin aktiivisesti elektroniikka- ja sähköteollisuuden kehitysvisioiden toteuttamiseksi käynnistetyn teknologiaohjelman valmisteluun.

VTT:llä oli käynnissä 21 omaa monivuotista tutkimusohjelmaa. Pk-sektoria koskevat kaksi ohjelmaa valmistuivat. Neljä uutta ohjelmaa aloitettiin: Future Foods (uudet elintarvikeinnovaatiot), Puulaatu (metsäteollisuuden integroitu puunhankinta), Progas (kaasutus- ja pyrolyysitekniikkaa kiinteälle biomassalle ja hiilelle) sekä Jätekonversio (uudet teollisuus- ja yhdyskuntajätteiden käsittelyratkaisut).

***EU-projektit muodostavat pääosan kansainvälisestä yhteistyöstä***

Meneillään olevien kansainvälisten projektien määrä oli vuoden lopussa 486, joista 306 oli EU-projekteja. Yhteistyötä EU:n tutkimuskeskuksen Joint Research Centren (JRC) kanssa lisättiin. Kansainvälisten hankkeiden määrä ei noussut edellisvuodesta, mutta niiden arvo kasvoi projektien koon kasvun myötä.

Ulkomaiset tulot kasvoivat 28 % viime vuodesta 104 Mmk:aan. Eniten ulkomaisia tuloja saatiin Belgiasta, Hollannista, Ruotsista,

Saksasta ja Ranskasta. Belgia on kärjessä, koska noin 2/3 EU-tuloista saatiin sieltä.

Ulkomaisista tuloista noin 60 % oli EU-tuloja. Ne olivat lähes 40 % suuremmat kuin edellisvuonna. Myös tulot ulkomaiselta yksityiseltä sektorilta lisääntyivät 25 %.

### **Korkeakouluysteistyötä vahvistettiin**

Tiivis ja laaja yhteistyö korkeakoulujen ja yliopistojen kanssa jatkui. Vakiintuneita yhteistyön muotoja ovat tutkimushankkeiden ohella yhteisprofessorit, yhteistyö pk-yrityksille palveluja myyvillä teknologiaklinikoilla, opetus, jatko-opinnäytteiden ohjaus, väitöskirjojen tarkastus, laitteiden yhteiskäyttö ja alihankinnat. VTT:llä on TKK:n kanssa yhteiset organisaatiot Laiva- ja meritekniikan instituutti ja MilliLab. Mikroelektronikan alalla pyritään yhteistyön parantamiseen. Yksi yhteistyöfoorumi on myös korkeakoulujen FUNET-tietoverkko, jossa VTT on jäsenenä.

Yhteistyötä lisättiin lukuisissa tutkimushankkeissa. Uusia yhteisprofessoreja perustettiin: kaksi TKK:n kanssa (fotoniikka, informaatiotekniikka sähköenergia-automaatiossa) ja yksi LTKK:n kanssa (hitsaustekniikka). Oulun Yliopiston kanssa käynnistettiin Infotech Oulu -perustutkimusohjelma.

### **Testaus- ja tarkastustoiminta**

Toiminta käsittää testausta, kalibroitua, kansallisen mittanormaalilaboratorion toimintaa, sertifiointia, tarkastusta ja ilmoitetun laitoksen tehtäviä. Tavoite on tuotteiden laadun ja turvallisuuden varmistaminen sekä yritysten vientituotteiden hyväksyntä kansainvälisillä markkinoilla. Toimeksiantoista kertyi tuloja 45 Mmk.

Testaustoiminnan akkreditoitajia ja sertifiointi- ja tarkastustoimintaan liittyviä muita hyväksyntöjä on yli 40 alueella useissa sadoissa menetelmissä. VTT:llä on myös valmiudet suorittaa noin 60:n EU-direktiivin mukaisia tehtäviä. Neljän direktiivin osalta VTT:llä on ilmoitetun laitoksen asema ja lisäksi yksi esinotifiointi. VTT Automaatio otti käyttöön uuden sähkömagneettista testausta suorittavan EMC-laboratorion.

VTT Rakennustekniikka solmi vientiä edistäviä yhteistyösopimuksia rakennustuotteiden testauksen ja tarkastuksen hoitamisesta Japanin, Viron, Venäjän, USA:n ja Saksan tuotehyväksyntäorganisaatioiden kanssa.

### **Toimintaa arvioitiin ja tehostettiin**

VTT jatkoi tutkimusyksiköittensä evaluoimista. Kansainväliset asiantuntijat arvioivat Yhdyskuntatekniikan ja Tietotekniikan yksiköiden toiminnan. Tulokset olivat myönteisiä, mutta niihin sisältyi useita kehittämissuosituksia. Parannustoimia käynnistettiin. Tutkimusohjelmien arviointia jatkettiin.

VTT:n tulosjohtamisessa painottuu laadun kokonaisvaltainen parantaminen. Yksiköt käyttävät Suomen laatupalkintokriteerejä arvioidessaan toimintaansa ja valitessaan sisäisten menettelyjen kehittämiskohteita. Perustaa kehittämistoimille antoi myös kansainvälinen benchmarking useiden tutkimuslaitosten kesken. Tähän osallistui VTT Elektronikka EACROn puitteissa ja VTT Rakennustekniikka alansa tutkimuslaitosten kanssa. Yksiköt jatkoivat myös tutkimusohjelmien ja muiden strategisten projektien arviointeja.

Ulkopuolisessa yrityskuvatutkimuksessa VTT sijoittui suuryritysten, keskusjärjestöjen ja julkisten laitosten joukossa hyvin. Sijoitusta eniten nostaneita tekijöitä olivat tuotteiden ja palvelujen laatu sekä tulevaisuudennäkymät.

### **Henkilöstö**

Henkilöstövoimavarojen ja -johtamisen kehittämisen keskeiset tavoitteet liittyivät henkilöstön määrään ja rakenteeseen, teknologia- ja muuhun osaamiseen ja henkilöstön tyytyväisyyden parantamiseen.

#### **Määrä kasvoi ja rakenne kehittyi**

VTT:n palveluksessa oli 2 785 henkilöä. Henkilötyövuosia kertyi 2 605, 19 htv eli 0,7 % edellisvuotta enemmän. Henkilöstön määrä kasvatettiin lähinnä Kemiantekniikan ja Elektronikan yksiköt.

Uutta henkilöstöä palkattiin 433 henkilöä, joista lähes kolmannes oli tutkijoita ja lähes puolet harjoittelijoita. Vakinaiseen palvelukseen palkattiin 73 henkilöä. Vaihtuvuus oli 7,3 %. Palveluksesta erosi 380 henkilöä, joista vakinaisia oli 123. Harjoittelijoiden keskimääräinen palvelusaika oli 1,3 vuotta, muilla määräaikaisilla 2,1 vuotta ja eronneilla vakinaisilla 9,9 vuotta.

Henkilöstörakenteen muuttamista jatkettiin. Tutkijakunnan määrä on nyt 1 498 henkilöä eli 6,3 % enemmän kuin henkilöstömäärän huippuvuonna 1991, jolloin palve-

#### **KANSALLISIA TEKNOLOGIAOHJELMIA, JOIHIN VTT OSALLISTUU**

- Bioenergia
- Vähävetinen paperinvalmistus
- Elektroninen painoviestintä
- Elektronikka tietoyhteiskunnan palveluksessa
- Fuusioenergia
- Poltto- ja kaasutustekniikka
- Materiaali- ja rakennustekniikka
- Liikenteen energiankäyttö ja ympäristövaikutukset
- Multimedian teolliset sovellukset
- Nanotekniikka
- Uudistuva elintarvike
- Oppivien ja älykkäiden järjestelmien sovellukset
- Kaukolämmitys
- Virtausdynamikka
- Ydinvoimalaitosten rakenteellinen turvallisuus

#### **TEKNOLOGIAKLINIKOITA, JOIHIN VTT OSALLISTUU**

- EMC
- Hitsaus
- Hygienia
- Koneenäkö
- Käytettävyys
- Lujitemuovirakenteet
- Maarakenteiden uusiomateriaalit
- Melu ja värähtely
- Puutavaran kuivaus
- Rakennusalan teknologiastrategia
- Rakennustuotteiden tuotehyväksyntä
- Valu

luksessa oli 2 870 henkilöä. Vaativampaa asiantuntijatyötä tekevien tutkijoiden määrä on kasvanut 14 %. Toimistohenkilöstön määrä on pienentynyt 30 %:lla ja teknikoiden ja muun laboratoriohenkilöstön määrä 15 %:lla.

### ***Koulutukseen panostettiin***

Tutkijoiden jatko-opiskeluun panostettiin. Vuoden aikana jatkotutkinnon suorittaneiden määrä kasvoi 540:een. Koko henkilöstöstä joka viidennellä on nyt lisensiaatti- tai tohtoritutkinto ja tutkijoista laskettuna joka kolmannella. Eniten jatkotutkintoja on VTT Bio- ja elintarviketekniikan tutkijoilla (49 %:lla) ja VTT Energian tutkijoilla (41 %:lla).

Ulkomailla oli 35 VTT:n tutkijaa vähintään yhden kuukauden ajan, ja VTT:llä työskenteli 53 ulkomaista tutkijaa.

Muu koulutus painottui paitsi ammatilliseen osaamiseen myös kommunikaatio- ja ryhmätöytäitoihin, asiakashallintaan, liikeluottamukseen, laatutoimintaan ja päällikkötason johtamisvalmennukseen. Yhteensä 137 esimestä on nyt läpikäynyt vuonna 1994 aloitetun henkilöjohtamistaitoihin keskittyvän johtamisvalmennusohjelman. Tämän lisäksi useat yksiköt ovat toteuttaneet muuta esimieskoulutusta.

Koulutuskustannusten yhteismäärä oli 11,6 Mmk eli 4 470 mk/htv, mikä vastaa edellisen vuoden tasoa. Myös henkilöstön kannustaminen suoritusidonnaisiin palkankorotuksiin ja tulospalkkioihin oli viime vuosien tasoa eli yhteisvaikutukseltaan 3,5 % palkkasummasta.

### ***Henkilöstön hyvinvointi***

Henkilöstön hyvinvointia ja jaksamista kuvaavat sairauspoissaolot pysyivät edellisten vuosien hyvällä tasolla. Poissaoloja ei ollut lainkaan 50 %:lla henkilöstöstä. Sairauspoissaolopäiviä oli keskimäärin 5,9 henkilötyövuotta kohti.

Henkilöstön keski-ikä oli 40,9 vuotta, eli nousi hieman edellisvuodesta.

## **Talous**

Liikevaihto kasvoi kertomusvuonna 7 % ja oli 1 067 Mmk. Tulot maksullisista toimeksiannoista kohosivat 8 % eli 428 Mmk:aan. Niiden osuus liikevaihdosta oli edelleen 40 %. Yhteisrahoitteisen toiminnan laajuus oli

493 Mmk, mihin saatiin ulkopuolisia tuloja 295 Mmk ja käytettiin budjettirahoitusta 198 Mmk. Omiin hankkeisiin budjettirahoitusta käytettiin 146 Mmk, joten budjettirahoituksen volyyymi oli omakustannusarvona yhteensä 344 Mmk. Tämä on 4 % edellisestä vuodesta vähemmän.

Ulkopuoliset tulot olivat kaikkiaan 724 Mmk, 13 % edellisvuotta enemmän. Tulojen kehitys oli pääosin tavoitteiden mukaista. Kotimaisen yksityisen sektorin tulot kasvoivat 351 Mmk:aan (9 %) ja julkisen sektorin tulot 269 Mmk:aan (13 %). Ulkomaiset tulot kasvoivat 28 % ja olivat 104 Mmk.

Toiminnan kulut olivat 1 065 Mmk. Kasvu 64 Mmk (6 %) johtui lähinnä toiminnan volyymin kasvusta.

Käyttöomaisuusinvestoinnit olivat 90 Mmk, 42 % edellisvuotta enemmän. Suurin investointi oli mikroelektroniikkakeskuksen varustaminen.

Koko toiminnan taloudellinen tulos oli liikekirjanpidon mukaan 2 Mmk ylijäämäinen. Maksullisen toiminnan erillistulos oli 13 Mmk, mikä ylitti selvästi KTM:n asettaman kannattavuustavoitteen.

## **Lähtökohtien näkymät**

Suomen taloudellinen kehitys näyttää jatkuvan suotuisana. Myös t&k-panostus jatkaa kasvuaan.

Nopean teknologiakehityksen ohella vaatimuksia asettaa etenkin informaatioteknologian alaa vaivaava puute osaavista ihmisistä. Osaamispääoman kehittäminen onkin keskeisin haaste. Henkilöstön merkitys kilpailukykyyn osatekijänä korostuu.

Kansainvälisessä yhteistyössä ajankohtaista VTT:lle ovat kotimaisten yrityspartnereiden lisääminen EU-hankkeissa ja yhteistyön vahvistaminen USA:n ja Japanin kanssa.

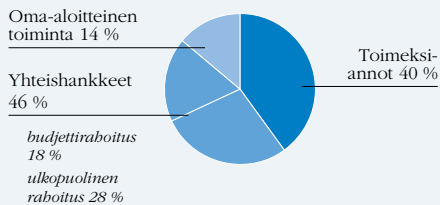
VTT:n tilauskanta oli kertomusvuoden lopussa 560 Mmk, selvästi edellisvuoden vastaavaa enemmän. Tämä antaa hyvät lähtökohdat vuodelle 1998.



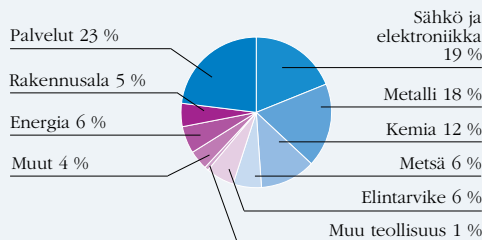
VTT:n kehitystä kuvaavia tietoja

	1997	Muutos-%	1996	Muutos-%	1995
Liikevaihto, Mmk	1 067,1	7	996,4	5	950,5
• Ulkopuoliset tulot	723,8	13	641,6	9	587,4
Yksityinen sektori, kotimaa	350,9	9	323,2	10	293,7
- teollisuus ja sen tutkimuspalvelut	220,4	15	192,1	24	155,1
- varsinainen palvelusektori	80,1	-3	82,7	14	72,8
- energia	21,2	4	20,4	-28	28,3
- rakennusala	17,7	-15	20,8	12	18,5
- muut	11,5	61	7,2	-62	19,0
Julkinen sektori, kotimaa	268,5	13	236,7	-1	239,7
- Tekes	134,6	14	118,6	-13	136,8
- KTM	20,8	6	19,7	1	19,6
- muut	113,1	15	98,4	18	83,3
Ulkomaat	104,4	28	81,7	52	53,9
- EU	59,4	39	42,8	172	15,8
- ESA	8,2	54	5,4	47	3,7
- yhteispuhjoismainen julkinen rahoitus	4,2	-25	5,7	-24	7,5
- muu julkinen sektori	7,4	-4	7,8	-4	8,1
- yksityinen sektori	25,1	25	20,0	6	18,9
• Budjettirahoitus omakustannusarvona	343,8	-4	356,5	-2	364,1
Liikekirjanpidon tulos, Mmk	2,3		-4,0		15,7
Maksullisen toiminnan ylijäämä, Mmk	13,5		2,4		13,3
Tutkimuslостukset, kpl	14 408		14 000		
Julkaisut, kpl	2 080		1 842		2 099
Patentit, kpl	28		54		21
Keksintöilmoitukset, kpl	92		77		72

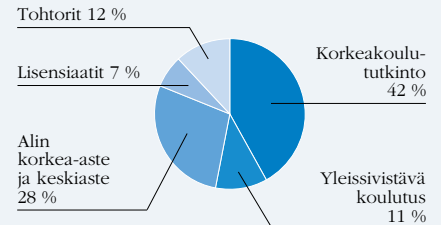
TUTKIMUS- JA KEHITYSTOIMINTA



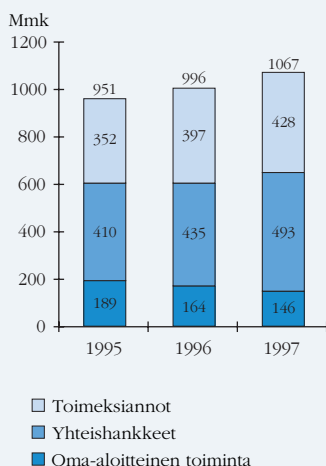
TULOT YKSITYISELTÄ SEKTORILTA TOIMIALOITTAIN



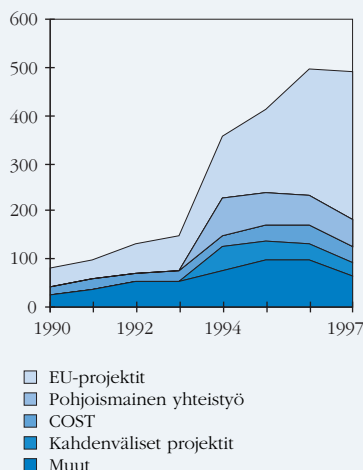
HENKILÖSTÖN KOULUTUSTAUSTA



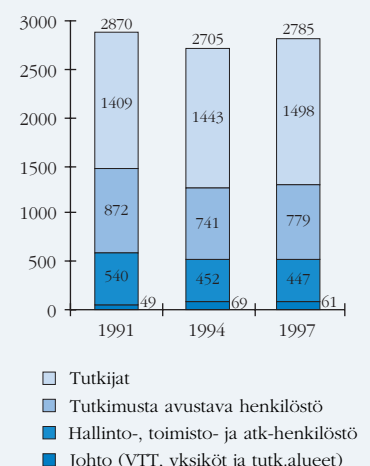
LIKEVAIHDON KEHITYS



KANSAINVÄLISTEN TUTKIMUSHANKKEIDEN MÄÄRÄN KEHITYS



HENKILÖSTÖN MÄÄRÄN JA RAKENTEEN KEHITYS



**Tuloslaskelma**

1 000 mk	1.1.-31.12. 1997	1.1.-31.12. 1996
<b>Liikevaihto 1)</b>		
Maksullisen toiminnan tulot	427 861	396 644
Budjetti- ja yhteisrahoitteinen toiminta		
- yhteisrahoitteisen sopimus- tutkimuksen tulot	295 422	243 322
- budjettirahoitus	343 824	356 466
	<b>1 067 107</b>	996 432
<b>Kulut</b>		
Henkilöstökulut 2)	592 744	562 473
Matkat	48 170	43 359
Aineet ja tarvikkeet	95 225	77 415
Vuokrat	85 913	80 271
Tutkimuksen vieraat palvelut	74 964	64 224
Muut kulut	94 883	86 623
Keskeneräisten projektien muutos	-10 994	-10 143
	<b>980 905</b>	904 222
<b>Käyttökate</b>		
Poistot käyttöomaisuudesta ja muista pitkävaikutteisista menoista 3)	86 202	92 210
	<b>72 787</b>	84 646
<b>Toiminnallinen tulos</b>		
Rahoitustuotot (+) ja -kulut (-) 4)	13 415	7 564
	<b>-13 782</b>	-14 720
<b>Tulos ennen satunnaiseriä</b>		
Satunnaiset tuotot (+) ja kulut (-) 5)	-368	-7 156
	<b>2 702</b>	3 119
<b>Tilikauden tulos</b>		
	<b>2 335</b>	-4 037

**Talousarvion toteutumalaskelma**

1 000 mk	Määräraha tai tuloarvio		Käytet-	Käytetty	Siirretty vuo-
Talousarviotili	Vuodelta	Edellisiltä	tävissä	tai	delle 1998
	1997	vuosilta		kertynyt	(siirtomäärä- rahat)
32.42.21. Toiminta- menot (smr 2 v)					
bruttomenot	1 003 000			1 078 353	
- bruttotulot	-680 000			-730 095	
= nettomenot	323 000	47 724	370 724	348 258	22 466
32.42.89 Osake- hankinnat (smr 3 v)		1 000	1 000	0	1 000
Muiden virastojen määrärahan käyttö		4 461		7 806	999
Lahjoitukset	80	1 272	1 352	85	1 267

**Tase**

1 000 mk	31.12.1997	31.12.1996
<b>VASTAAVAA</b>		
<b>Käyttöomaisuus ja muut pitkäaikaiset sijoitukset</b>		
Aineettomat hyödykkeet 6)	12 341	12 903
Aineelliset hyödykkeet 6)	208 199	190 817
Käyttöomaisuusarvopaperit ja muut pitkäaikaiset sijoitukset 7)	5 246	4 396
	<b>225 786</b>	208 116
<b>Vaihto- ja rahoitusomaisuus</b>		
Vaihto-omaisuus	38 465	29 254
Saamiset		
Myyntisaamiset	180 174	176 210
Siirtosaamiset	98	114
Muut saamiset	265	59
Rahat, pankkisaamiset ja rahoitusomaisuusarvopaperit	5 325	1 650
	<b>224 327</b>	207 287
<b>Vastaavaa yhteensä</b>		
	<b>450 113</b>	415 403
<b>VASTATTAVAA</b>		
<b>Oma pääoma</b>		
VTT:n pääoma 8)	214 695	209 298
Lahjoitusvarat 9)	1 459	1 464
Budjettirahoitus 10)	11 595	15 239
Ed.tilikausien tulos (+/-)	11 635	15 671
Tilikauden tulos (+/-)	2 335	- 4 037
	<b>241 719</b>	237 635
<b>Vieras pääoma</b>		
Saadut ennakot	42 070	20 565
Ostovelat	44 029	45 663
Siirtovelat 11)	108 554	101 042
Muut lyhytaikaiset velat	13 741	10 498
	<b>208 394</b>	177 768
<b>Vastattavaa yhteensä</b>		
	<b>450 113</b>	415 403

**Maksullisen toiminnan kannattavuuslaskelma \*)**

1 000 mk	31.12.1997	31.12.1996
Maksullisen toiminnan tulot	433 991	402 735
Henkilöstökulut	172 129	159 407
Muut välittömät kustannukset	99 875	90 585
Osuus välillisistä kustannuksista	148 529	150 321
Kustannukset yhteensä	420 533	400 313
Ylijäämä (+)/alijäämä (-)	13 458	2 422

\*) Laskelmassa ovat mukana sisäiset erät

## Tilinpäätöksen liitetiedot

### Laadintaperiaatteet

Vuoden 1997 tilinpäätös on laadittu sekä valtion virallisen hallinnollisen kirjanpidon että VTT:n sisäisen liikekirjanpidon mukaisena. Liikekirjanpidosta johdettujen tuloslaskelman ja taseen lisäksi tilinpäätöslaskelmana esitetään hallinnollisesta kirjanpidosta johdettu talousarvion toteutumalaskelma. Laskelmista on eliminoitu tulosityksiköiden väliset sisäiset liikepahtumat.

### Käyttöomaisuus ja poistot

Käyttöomaisuuden arvot perustuvat pääomakustannuslaskennan osoitamiin jäännösarvoihin. Poistot on laskettu suunnitelman mukaisina poistoina hankintahinnoista ennen vuotta 1996 tehtyjen hankintojen osalta kuitenkin käyttöomaisuuskirjanpidon jälleenhankintahinnoista menojäännöksistä.

Suunnitelman mukaiset poistot on laskettu käyttöomaisuushyödykkeiden taloudellisen pitoajan mukaisina tasapoistoina. Pitoajat ja poistoprosentit ovat seuraavat:

	Vuotta	Poistoprosentti
Aineettomat hyödykkeet		
• atk-ohjelmat	5	20 %
Aineelliset hyödykkeet		
• koneet ja kalusto	4 – 7	14,3 – 25 %

Eräiden suurinvestointien poistot on laskettu yksilöllisesti.

### Vaihto-omaisuus

VTT:n vaihto-omaisuutta ovat pitkäaikaisten keskeneräisten projektien toteutuneista kustannuksista se osuus, jota ei vielä ole laskutettu asiakkaalta. Keskeneräisen tuotannon arvoon on sisällytetty muuttuvien menojen lisäksi hankintaan ja valmistukseen liittyvät kiinteät menot. Lisäksi vaihto-omaisuuteen lasketaan aine- ja tarvikevarasto sekä projektilaitteiden ennakkomaksut.

### Ulkomaanrahan määräiset erät

Ulkomaanrahan määräiset saamiset ja velat on muutettu Suomen rahaksi kirjauspäivän kurssiin.

## Tuloslaskelma

### 1 Liikevaihto

VTT:n liikevaihto muodostuu ensinnäkin ulkopuolisista tuloista, jotka on saatu maksullisista toimeksiannoista tai osarahoitukseksi yhteishankkeisiin. Lisäksi valtion talousarviosta saatua budjettirahoitusta, jota käytetään omatoimiseen toimintaan ja osarahoitukseksi yhteishankkeisiin, tulotetaan liikevaihdoksi toteutuneiden kustannusten mukaan.

### 2 Henkilöstökulut

(1 000 mk)	1997	1996
Palkat	486 841	463 899
Eläkekulut	72 017	65 740
Muut henkilösivukulut	33 886	32 834
<b>Yhteensä</b>	<b>592 744</b>	<b>562 473</b>

Henkilöstökuluista on vähennetty työvoima-avustuksena työministeriön, opetusministeriön ja valtiovarainministeriön rahoitus palkkamenoihin 1,5 Mmk (1996 1,7 Mmk).

### 3 Poistot

Poistot sisältävät tilikauden suunnitelmapoistojen lisäksi kertaluonteisia lisäpoistoja 2,6 Mmk, jotka kohdistuivat lähinnä VTT Yhdyskuntatekniikan mittaus- ja tutkimuslaitteisiin.

### 4 Rahoitustuotot ja -kulut

Rahoituskulut ovat pääosin käyttöomaisuuteen sidotun pääoman laskennallisia korkoja, jotka on laskettu Valtiokonttorin antamien ohjeiden mukaan 6,8 %:n korolla käyttöomaisuuden arvosta.

## 5 Satunnaiset tuotot ja kulut

Satunnaisiin tuottoihin on kirjattu varsinaisten satunnaisten erien lisäksi VTT:n saamat vuokratuotot sekä käyttöomaisuuden myynnistä saadut tuotot.

## Tase

### 6 Käyttöomaisuuden muutokset

(1 000 mk)	1997	1996
<b>Aineettomat hyödykkeet</b>		
Käyttöomaisuuden arvo 1.1.	12 903	12 712
Lisäykset	3 522	3 233
Poistot	4 094	3 353
Muu lisäys/vähennys	10	311
Käyttöomaisuuden arvo 31.12.	12 341	12 903
<b>Aineelliset hyödykkeet</b>		
Käyttöomaisuuden arvo 1.1.	190 817	212 771
Lisäykset	86 085	59 650
Poistot	68 692	81 293
Muu lisäys/vähennys	11	311
Käyttöomaisuuden arvo 31.12.	208 199	190 817

### 7 Käyttöomaisuusarvopaperit ja muut pitkäaikaiset sijoitukset

Osakkeet ja osuudet	Lukumäärä	Omistus- osuus %	Nim.arvo tmk	Kirjanpito- arvo tmk
Finntech Oy	60	60	600	3 500
Helsingin Puhelin Oy	219			723
Muut osakkeet yht.				213
<b>Yhteensä</b>				<b>4 436</b>

Lainasaamiset ja muut sijoitukset ovat yhteensä 810 tmk.

## 8 VTT:n pääoma

VTT:n pääoma on taseen omaisuuden ja muiden pääomaerien välinen erotus, joka kuvaa VTT:n toiminnan peruspääomaa. Se on laskennallinen erä, koska VTT on virastona kiinteä osa valtion taloutta.

## 9 Lahjoitusvarat

(1 000 mk)	1997	1996
Arvo 1.1.	1 464	1 500
Lisäykset:		
- saadut lahjoitukset	20	30
- korkotuotot	60	55
Lahjoitusvarojen käyttö:		
- stipendit	85	116
- muut kulut	-	5
Arvo 31.12.	1 459	1 464

## 10 Budjettirahoitus

Erä kuvaa tilikauden lopussa käyttämättä olleen tilikauden budjettirahoituksen määrän omakustannusarvona. Rahoitus kokonaisuutena esitetään talousarvion toteutumalaskelmalla.

## 11 Siirtovelat

Siirtovelkoja ovat lähinnä palkanmaksuun liittyvät työnantajasuoritukset sekä tilikaudelta kirjattu lomapalkkavelka.

## Talousarvion toteutumalaskelma

Taulukossa on esitetty valtion talousarviosta saadut määrärahat ja niiden käyttö hallinnollisen kirjanpidon mukaisesti.



Tutkimusjohtaja  
Jorma Lammasniemi

*Elektroniikkateknologioita hyödyntävän teollisuuden kasvu näkyi VTT Elektroniikassa vilkkaana t&k-palvelujen kysyntänä vuonna 1997. Kehitystyön kohteita ovat olleet erityisesti langattoman tietoliikenteen teknologiat ja niihin liittyvät tuotteet, elektroniikkateknologioiden perusosaaminen, tuotesuunnittelu ja tuotantotekniikka sekä anturointiin ja instrumentointiin liittyvä osaaminen.*

Elektroniikka- ja sähköteollisuuden kehitysvision toteuttamiseksi käynnistettiin vuonna 1997 laajaan valmistelutyöhön pohjautunut uusi kansallinen teknologiaohjelmakokonaisuus. VTT Elektroniikka osallistui hyvin aktiivisesti ohjelmakokonaisuuden muodostamiseen.

Sulautettujen järjestelmien suunnittelun alueella jatkettiin virtuaaliprototyypointiin perustuvaa havainnollista tuotteen suunnittelun ja konseptoinnin ympäristön kehittämistä. Tietoliikenne-, koneautomaatio- ja terästeollisuudelle sekä elektroniikkavalmistajille kehitettiin reaaliaikaisia diagnostikan ja optimoinnin ratkaisuja.

Digitaalisen signaalinkäsittelyn alueella kehitettiin nopean langattoman datasiirron vaatimia signaalinkäsittelyalgoritmeja lähettin-vastaanotinrakenteisiin sekä kanavakoodauksen menetelmiä. Tuotekehitystyötä tehtiin useisiin tietoliikennealan ja muihin langatonta tiedonsiirtoa hyödyntäviin tuotteisiin.

Mikroelektronikan alueella saatiin päätökseen uuden sukupolven piikiekkoprosessin kehitystyö. Teollisuustoimeksiannoissa on siirretty mikropiirien ja piimateriaalien valmistusosaamista sekä suunniteltu ja valmistettu anturirakenteita ja koekomponentteja. Lisäksi uuden mikroelektronikkakeskuksen käyttöönotto on antanut erinomaisen tutkimusympäristön komponentti- ja materiaalitutkimukselle.

Optoelektronikan alueella työ on painottunut anturirakenteissa tarvittavien tarkkuustekniikoiden ja mikrosysteemien tutkimiseen ja niiden teollisuussovellusten kehittämiseen.

VTT Elektroniikalla on hyvin kattava yhteistyöverkko suomalaisen elektroniikkateollisuuden kanssa. Asiakaskuntaan sisältyy runsaasti pkt-yrityksiä. Vuoden 1997 aikana solmittiin kaksi uutta sopimusta laajemmasta puiteyhteistyöstä. Yhteistyötä Teknillisen korkeakoulun ja Oulun yliopiston kanssa

Tulevaisuuden matkaviestin CyPhone.



on jatkettu muun muassa yhteisprofessorin ja Infotech Oulu -perustutkimusohjelman kautta. Kansallinen yhteishanke on vahvistunut ja VTT Elektroniikka tekee työtä kahdeksassa Tekes-hankkeessa pelkäämään digitaalisen signaalinkäsittelyn alueella.

Toiminnan ja sisäisten menettelyjen kehittämässä käytettiin apuna TQM-itsearviointia, laatusertifikaatin seuranta-auditointia ja benchmarking-toimintaa. Strategisissa ohjelmissa käytetään ohjausryhmää ja ohjelman suuntausta ja tilannetta arvioidaan kahdesti vuodessa teollisuuden ja yhteistyökumppaneiden kanssa.

Kokonaisuudessaan VTT Elektroniikan toiminta on ollut erinomaisella tasolla. Asetetut haastavat tulostavoitteet saavutettiin ja kokonaisvolyyymi henkilötyövuosina oli 267 htv.

Tulevaisuudessa erityisiä vaatimuksia asettaa nopean teknologiakehityksen ohella elektroniikka-alaa vaivaava puute osaavista ihmisistä. Tämän johdosta yksikön strategisilla tutkimusohjelmilla on myös suuri koulutuksellinen merkitys.

#### Tutkimusalueet:

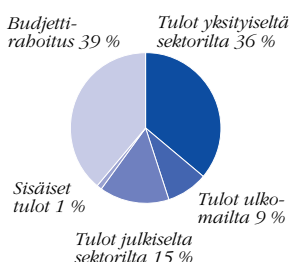
Mikroelektronikka  
Elektronikan piirit ja järjestelmät  
Sulautetut ohjelmistot  
Optoelektronikka

Henkilötyövuosia: 267

Henkilömäärät paikkakunnittain:

Oulu 213  
Espoo 78

Liikevaihto: 129 Mmk



*VTT Tietotekniikka tukee Suomen tieto- ja viestintäteollisuuden sekä alan palveluyritysten kilpailukykyä tarjoamalla tutkimustulokset ja kehitetyt tuoteaihiot yrityskumppaneidensa tuotteistettavaksi. Tieto- ja viestintäteknologioiden nopea kehitys on ollut omiaan luomaan suotuisat puitteet VTT Tietotekniikan tutkimus- ja kehitystyölle myös vuonna 1997.*



*Tutkimusjohtaja  
Pekka Silvennoinen*

VTT Tietotekniikan liikevaihto, 82 Mmk, pysyi edellisvuoden tasolla. Maksullisen toiminnan osuus liikevaihdosta kasvoi edelleen. Voimakkaimmin kasvoivat ulkomaiset tulot. Näiden tulojen osuus liikevaihdosta oli nyt 16 %. Toiminnan kasvua rajoittaa lähinnä Suomessa vallitseva tutkimushenkilöstön niukka saatavuus.

Tietojärjestelmien tutkimus on keskittynyt kahteen pääalueeseen. Toimintaprosessien päätöstukea edistävän tutkimuksen kohteena ovat olleet erityisesti logististen verkkojen hallinta ja älykäs ongelmanratkaisu. Toisena painoalueena on ollut teollisuusprosessien tiedonhallinta, -välitys ja -haku.

Tietoliikennetekniikan tutkimuksen avulla on kehitetty tietoverkkoarkkitehtuureja ja tietoverkon hallintaan soveltuvia protokolla- ja sovellusrajapintaohjelmistoja, tehokkaita tiedonsiirron menetelmiä ja järjestelmiä sekä radioaaltojen mittaus-, mallitus- ja simulointimenetelmiä.

Multimedian tutkimusalueella painopiste on ollut laajakaistaiseen ja langattomaan viestintään pohjautuvissa palvelualueissa

sekä niiden varaan rakennettavien koesovelluskohteiden kehittämisessä.

Painoviestinnän tutkimus on suuntautunut lähinnä viestintäprosessien integrointiin, digitaaliseen painoviestintään, toimintoketjujen mallinnukseen ja tiedonhallintaan sekä tuotantoprosesseihin, materiaalit ja automaatio mukaanlukien.

Merkittäviä uusia tuotteita olivat työnkulun hallintaan perustuva, JAVA- ja organisaatioiden välisten teknologioiden (OVT) varaan rakentuva yritystenvälisen sähköisen kaupankäynnin järjestelmä, ohjelmisto matkapuhelinverkkojen peitealuesuunnittelua varten, videokuvan siirtojärjestelmän sovellusrajapinta ja sanomalehtien tuotantojärjestelmän simulointiohjelmisto.

VTT edistää tietoyhteiskunnan tuloa myös yritysten kysynnästä riippumattomin keinoin. Yksikkö kehitti simulointimallin, jota käyttäen voidaan laskea matkapuhelimen aiheuttaman sähkömagneettisen kentän voimakkuus. Tulosten perusteella voidaan arvioida kentän vaikutukset elimelliseen kudokseen ja herkkiin sähköisiin laitteisiin.

Tekesin kansalliseen multimediaohjelmaan kuuluneessa hankkeessa kehitettiin kokeiluasteelle mediajärjestelmä, jossa aineisto poimitaan automaattisesti sanomalehtitilojen ja TV-yhtiöiden tietokannoista ja koostetaan yksilöllisen mielenkiintoprofiilin pohjalta kaapeliverkossa jaettavaksi multimediajulkaisuksi.

Ulkopuolinen asiantuntijaryhmä arvioi yksikön tutkimuksen tason. Arvioinnin mukaan yksikkö on hyvässä kunnossa sekä tieteellisen tason että asiakasrajapinnan toimivuuden suhteen. Tutkimusyksikössä toteutettiin myös Suomen laatupalkintokriteerien mukainen itsearviointi henkilöstön kehittämisen ja johtajuuden osalta. Tuloksia tullaan käyttämään henkilöstön sekä yksikön palvelujen ja strategisen suunnittelun toimintamallien kehittämisessä.



*VTT Tietotekniikan kehittämän MVQ-videokoodausmenetelmän pohjalta toteutettiin ohjelmistotuote langattomaan videovalvontaan.*

**Tutkimusalueet:**

*Tietojärjestelmät  
Tietoliikenne  
Multimedia  
Painoviestintä*

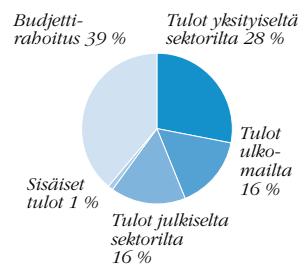
*Graafinen tekniikka  
Terveydenhuollon tekniikka*

**Henkilötyövuosia: 196**

**Henkilömäärät paikkakunnittain:**

*Espoo 185  
Tampere 25*

**Liikevaihto: 82 Mmk**





Tutkimusjohtaja  
Heikki Seppä

*Tieto- ja tietoliikennetekniikan kehitys sekä antureiden hinnan alentuminen ovat laajentaneet mittaus- ja säätöjärjestelmien käyttöä. Sen seurauksena automaatio on siirtynyt tehdassaleista kappaletavaratuontoon, ajoneuvoihin, työkoneisiin, koteihin ja kulutustavaroihin. Tutkimuspalvelujen kysyntä lisääntyikin mittaustekniikan ja koneautomaation alueilla. Suurimmiksi asiakkaiksi nousivat sähkö- ja tietoliikenneteollisuuden yritykset.*

Mikromekaniikan tutkimus kasvoi erittäin merkittävästi. Automaatiossa jo yli 20 tutkijan työ sivuaa tavalla tai toisella mikromekaniikkaa. Tekniikka on käyttökelpoista myös avaruustutkimuksessa. Telematiikkaan sekä ihmisen ja automaatiojärjestelmien yhteistoimintaan liittyvä tutkimus vahvistui merkittävästi. Yksikössä kehitettyjä menetelmiä sovellettiin esimerkiksi merenkulun turvallisuuteen.

Käynnissä olevat tutkimusohjelmat johtivat Tekes- ja yrityshankkeisiin sekä uusiin tuotteisiin. Näitä ovat muun muassa pyörätuolin anturointi ja ohjaus, ekoharvesteri, paperin painettavuusominaisuuksien mitalaite, kolmiulotteinen kuvauslaitteisto selukuidun laadun analysoimiseksi ja mekaanisen massan hienoaineen laadunmittausjärjestelmä.

Yhteisrahoitteisissa hankkeissa kehitettiin muun muassa satamalukkiin automaatiointia, mikromekaniikkaa ja fuusiovoimoihin liittyvää laitetekniikkaa. VTT Automaatio ja VTT Elektroniikka lisäsivät yhteistyötä antureita koskevissa strategisissa tutkimushankkeissa.

Kansallisesti merkittävä multimediaa ja simulointimalleja hyödyntävän prosessitekniikan ja automaation oppimisjärjestelmän kehitystyö käynnistettiin yhdessä tärkeimpien metsäklusterin yritysten kanssa.

Yksikön perinteisten avainasiakkaiden rinnalle nousi aiempaa vahvemmin tietoliikenne- ja elektroniikkateollisuus. Tärkeimpiä asiakkaille kehitettyjä tuotteita olivat veden virtausmittari, paperirullien tärinä-analysaattori ja erittäin pienikohinainen SQUID-magnetometri. NOAA-satelliitin välittämiin kuviin perustuva paloasemaohjelmisto osoittautui tehokkaaksi metsäpalojen seurantamenetelmäksi.

Anturi- ja RF-tekniikkaan liittyvät patentit myytiin kotimaisille yrityksille. VTT:n nimiin jääneiden patenttien määrää on alen-



Teräslaiipan laboanturi mittaa labon läpimitan.

nettu hallitusti, mikä on vähentänyt patenttitoiminnan kustannuksia yksikössä.

Yksikkö osallistui yhteensä 47 kansainväliseen hankkeeseen, joista 17 sai puolet rahoituksestaan EU:n IV puiteohjelmasta. Lähes kaikissa EU-hankkeissa oli mukana kotimainen teollisuuspartneri.

Kansainvälisen toiminnan näyttävin saavutus oli Saturnukseen matkalla olevaan Cassini-avaruusaluukseen valmistetut pyörityskoneistot ja ionisuihkuanalysaattori.

Yksikön talous tervehti merkittävästi, mikä johtui kustannussäästöistä ja ulkopuolisten tulojen 2,5 miljoonan markan kasvusta.

Organisaatiota ja toimintatapoja tehostettiin. Tavoitteena oli syventää osaamista muodostamalla ammatillisesti ja teknisesti ehjiä tutkimusryhmiä sekä parantaa asiakaspalvelua luomalla ryhmien väliselle yhteistyölle hyvät edellytykset.

Tutkimusohjelmista ja muusta tutkimustoiminnan keskittämisestä saatujen kokemusten pohjalta yksikkö loi uuden tavan ryhmitellä tutkimusta. Yksikön tutkimusprojektit jaetaan koreihin, jotka ovat anturitekniikka, verkottunut talous, palveluautomaatio ja automaatiojärjestelmien kokonaisluotettavuus.

#### Tutkimusalueet:

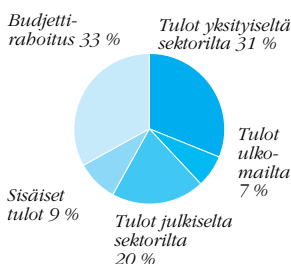
Teollisuusautomaatio  
Koneautomaatio  
Mittaustekniikka  
ProTechno

Henkilötyövuosia: 225

Henkilömäärät paikkakunnittain:

Tampere 42  
Espoo 180  
Oulu 16

Liikevaihto: 93 Mmk



*VTT Kemianteekniikan toiminta oli kokonaisuudessaan tuloksellista vuonna 1997. Ympäristöön ja kestävään kehitykseen liittyvät hankkeet ovat edenneet hyvin. Keskeisiä alueita tutkimuksessa ovat olleet teollisuuden ympäristötalous ja ympäristöanalytiikka ja elektroniikka-teollisuutta palveleva materiaaliteekniikka.*



Tutkimusjohtaja  
Markku Auer

Yksikön liikevaihto kasvoi edellisvuodesta 19 Mmk. Tutkimuspalveluiden tarve yksityisellä sektorilla lisääntyi ja rahoitusmahdollisuudet Tekesissä ja EU:ssa paranivat. Samalla kuitenkin suoran budjettirahoituksen osuus liikevaihdosta laski.

VTT Kemianteekniikassa oli vuoden aikana käynnissä 30 merkittävää yritystoimeksiantoa. Yksiköllä oli ratkaiseva merkitys kolmen uuden yrityksen perustamisessa.

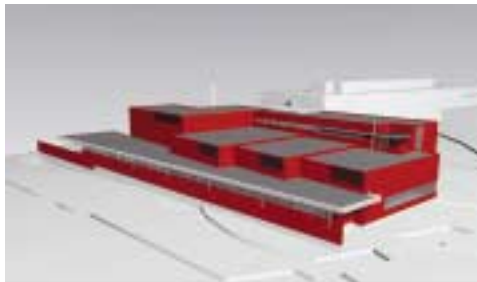
Metsäteollisuuden kemianteekniikassa on parannettu toimintaedellytyksiä ja Metsäteollisuuden kemikaalikierron tutkimusohjelma on valmistumassa.

HYKS on ottamassa VTT:n tuella käyttöön boorineutronikaappausmenetelmää aivokasvainten hoitoon.

Yksikkö ylläpiti SFS-EN ISO 9001 laatusertifikaattia. Akkreditoitujen menetelmien määrää kasvatettiin. Tällä hetkellä akkreditointialueita ovat orgaaninen analytiikka, epäorgaaninen analytiikka, sisäilmamittaukset, jätetutkimukset, tekstiilitestaus, päästömittaukset ja muovien testaus.

Tekninen palvelu ja asiakaskohtainen tuotekehitystyö pk-muoviteollisuudelle ovat tulleet entistä tärkeämmiksi. Pk-sektorin synteettiset materiaalit ja järjestelmät -tutkimusohjelma päättyi, kun sille asetetut tavoitteet oli saavutettu. Pk-sektorin toimintaan osallistuttiin muun muassa projekteissa, joissa selvitettiin organisaatioiden välisen paperittoman tiedonsiirron soveltamista tevanake-alan pk-yrityksissä, pehmuste- ja suojaintuotteiden valmistajien ja käyttäjryhmien yhteensaattamista sekä miten pk-yrityksille saataisiin kansainvälistä kokemusta. Kemia-alan pk-teollisuuden ja uusyrittämiseen liittyvän tuotekehitystoiminnan tukemiseksi VTT teki päätöksen pilotihallin ja erityistutkimustilojen rakentamisesta Otaniemeen.

Vuoden aikana käynnistyi yhteensä 12 uutta EU-hanketta. Näistä VTT Kemianteek-



*Kemianteekniikan pilotballi Otaniemessä tulee tukemaan kemianalan tuotekehitystoimintaa.*

niikka toimii koordinaattorina viidessä. Yhteistyötä muiden VTT:n yksiköiden kanssa on lisätty erityisesti uuden teknologian hankkeissa, kuten nanomateriaalien aerosolisynteesitutkimuksessa, korkean erotuskyvyn elektronimikroskopiassa, aktiivisen äänenvaimennuksen projekteissa ja elektronisen painoviestinnän ympäristövaikutusten tutkimuksessa.

Toiminnan kehittämiseksi kokonaislaatuperiaatteiden mukaisesti tehtiin Suomen Laatu yhdistyksen palkintokriteerien mukainen itsearviointi. Sen pohjalta alettiin arvioida kaikki yli 100 000 markan projektit.

Alan suhtanteiden odotetaan jatkuvan myönteisinä. Materiaaliteekniikassa näkyy merkittävänä trendinä suomalaisen elektroniikkateollisuuden voimakas kasvu. Toiminnan rahoitusrakenteessa on nähtävissä pitkällä tähtäimellä, että merkittäviä perustutkimusta lähellä olevia toimintakokonaisuuksia on vaikea käynnistää ja ylläpitää.

#### Tutkimusalueet:

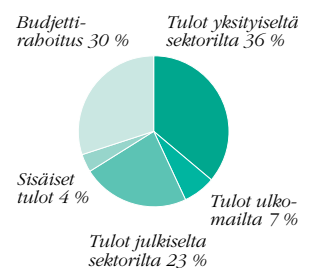
Teollisuusfysiikka  
Materiaaliteekniikka  
Ympäristöteekniikka  
Prosessiteekniikka  
Mineraaliteekniikka

Henkilötyövuosia: 293

#### Henkilömäärät paikkakunnittain:

Espoo 223  
Outokumpu 41  
Tampere 63

Liikevaihto: 135 Mmk





Tutkimusjohtaja  
Juba Abvenainen

*VTT Bio- ja elintarviketekniikka on keskittynyt vaativiin, uutta teknologiaa kehittäviin ja hyödyntäviin tutkimus- ja kehityshankkeisiin. Tärkeimmät asiakkaat ovat elintarvikeklusteri, metsäteollisuus, biotekninen ja kemian teollisuus sekä lääke- ja diagnostiikkateollisuus.*

VTT Bio- ja elintarviketekniikan tulokset olivat erinomaisia vuonna 1997. Tutkimustoiminta eteni suunnitelmien mukaisesti, tieteellisten julkaisujen määrä oli edelleen suuri ja patentointi lisääntyi entisestään. Ulkopuoliset arviot yksikön toiminnasta olivat hyvin myönteisiä. Taloudellinen tulos ylitti budjetoidun tason.

Yksikkö kohdisti strategista tutkimustaan entisestään käynnistämällä laajan Future Foods -tutkimusohjelman. Siinä sovelletaan bioteknistä osaamista elintarvikeprosessien ja terveysvaikutteisten elintarvikkeiden kehittämiseksi. Ohjelma tuottaa myös tietoa elintarvikebiotekniikkaa koskevaan keskusteluun.

Myös metaboliamuokkauksen ja elintarvikkeiden minimal processing tutkimusohjelmat etenivät hyvin. Yksikkö osallistui laajasti kansallisiin tutkimushankkeisiin. Merkittävin panostus kohdistui Tekesin käynnistämään Uudistuva elintarvike -teknologiaohjelmaan.

EU-hankkeet etenivät odotetulla tavalla. Yksikkö on vakiinnuttanut asemansa arvostettuna yhteistyökumppanina ja hankekoordinaattorina. Se oli vuoden lopulla mukana yli 30 EU-projektissa.

VTT Bio- ja elintarviketekniikka on saavuttamassa strategiset tavoitteensa kansainvälisen tutkimustoiminnan määrän osalta. Sitä laajennetaan nykyisestä hallitusti ja kotimaisen teollisuuden intressit huomioon ottaen. Yksikkö on ollut useilla tahoilla valmistelemassa EU:n viidettä puiteohjelmaa.

Lähinnä elintarviketeollisuuden pk-sektorille suunnattu Tekesin Hygieniaklinikka toimi erittäin aktiivisesti. Myönteisten kokemusten perusteella käynnistettiin valmistelut klinikkatoiminnan laajentamiseksi muun muassa leipomoteknologian ja pakkausteknologian tutkimuspalvelujen tarjoamiseksi pk-yrityksille.



*Koemallastamoon on bankittu automaattinen, monipuolisesti säädettävä mal-lastuslaitteisto, jota voidaan hyödyntää muissakin kuin perinteisen obramaltaan tutkimuksissa.*

VTT:n teettämä ulkopuolinen arviointi totesi yksikön työn olevan korkeatasoista. Yksikkö sai hyvät arviot myös Suomen molekyylibiologian ja biotekniikan arvioinnissa, mikä vauhditti Helsingin Yliopiston ja VTT:n valmisteluja rakennebiologian tutkimusyksikön perustamiseksi.

Tulot painottuivat entistä selvemmin yhteisrahoitteisiin hankkeisiin, missä heijastuu hyvä menestys sekä EU:n että Tekesin ja Suomen Akatemian tarjouskierroksilla. EU:n tutkimusrahoitus kasvoi noin 60 % edellisestä vuodesta.

Biotieteiden nopea kehitys tuottaa jatkuvasti uusia tutkimus- ja sovellusalueita asiakasteollisuuden hyödynnettäväksi.

Kysynnän ja tilauskannan kehitys näyttää myönteiseltä, esimerkiksi kotimaisen elintarviketeollisuuden t&k-toiminta lisääntyy edelleen ja kemianteollisuus on entistä kiinnostuneempi bioteknistä sovelluksista. Keskeisiä asiakasteollisuuden kehityssuuntia ovat ympäristö- ja kuluttajakysymysten painoarvon kasvu, kansainvälistyminen sekä yritysrajoitteiden muutokset.

#### Tutkimusalueet:

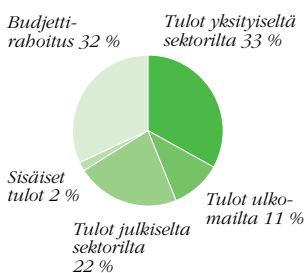
Biotekniikka  
Elintarviketekniikka  
Geenitekniikka  
Mikrobiologia ja turvallisuus

Henkilötyövuosia: 253

Henkilömäärät paikkakunnittain:

Espoo 271

Liikevaihto: 92 Mmk





*VTT Energia osallistui merkittävällä tavalla Suomen energia- ja teknologiastrategioiden valmisteluun sekä sähkömarkkinoiden toimintatapojen kehittämiseen vuonna 1997. Teollisuus- ja ybdyskuntajätteiden käsittelytekniikoiden kehittäminen kotimaahan ja vientimarkkinoille nousi toiminnassa esiin uutena tutkimuskobteena.*



Tutkimusjohtaja  
Mikko Kara



*Polttoainevalinnalla voidaan vaikuttaa autojen pakokaasupäästöihin. Maakaasu (metaani) on erinomainen polttoaine, joka antaa alhaisen päästötason kaikissa olosuhteissa. Metaania voidaan valmistaa myös esimerkiksi kaatopaikkakaasusta puhdistamalla.*

Vuosi 1997 toteutui VTT Energiassa tutkimus- ja tuotekehitystyön tavoitteiden osalta hyvin ja talouden osalta erittäin hyvin. Liikevaihto 154 Mmk oli suunniteltua suurempi. Liikevaihdon rakenne kehittyi strategisten tavoitteiden mukaisesti. Ulkomaan tulot olivat suunniteltua tasoa, 10 prosenttia liikevaihdosta. Projektointiaste on pysynyt korkeana ja yleiskustannukset hyvin alhaisina.

Kioton ilmasopimuskonferenssia varten valmisteltiin teollisuuden ja viranomaisten käyttöön laaja taustaselvitys, jossa verrattiin Suomen ja eräiden muiden maiden hiilidioksidipäästöjä ja energiatehokkuutta.

VTT Energiassa käynnistettiin vuonna 1997 kolme uutta teknologiaohjelmaa: Puulaatu, Jätekonversio ja Progas. Dieselvoimaloiden ydinosamisalueella yksikön asiantuntemusta parantanut teknologiaohjelma päättyi. Osana Jätekonversio-ohjelmaa toteutettiin merkittävä nestepakkauskartongin kierrätystä koskeva tuotekehitystoimeksianto.

Keksintöilmoituksia, patenteja sekä toimiksiantajalle luovutettuja keksintöjä syntyi nyt ennätysmäärä.

Kemijoki Oy:n kanssa tehtiin sopimus arktisen tuulivoimaosaamisen kaupallistamisesta ja yhteistyön jatkamisesta. Valmetin

kanssa solmittiin pitkäaikainen puitesopimus, ja Säteilyturvakeskuksen kanssa yleissopimus.

Merkittävimmät pk-yritysten toimintaa tukevat hankkeet liittyvät teknologiaohjelmiin Pienpoltto ja Puulaatu sekä jätteiden käsittelytekniikan tutkimuksiin muun muassa Jätekonversio-ohjelmassa. Teknologian siirtoprojekteja toteutettiin EU:n ALTE-NER- JA THERMIE-rahoituksella ennätysellinen määrä. Tietoa siirrettiin pk-yrityksille pääosin monipolttoainetekniikoista ja biopolttaineteiden tuotannosta.

Ulkomainen yhteistyö kasvoi EU:n tutkimusohjelmiin osallistumisen lisäksi japanilaisen NEDOn (New Energy and Industrial Technology Development Organization) ja Yhdysvaltojen kanssa.

Tutkimusalueiden itsearviointiprosessi käynnistettiin Suomen laatupalkinnon arviointiperusteiden mukaisesti.

Kysyntä VTT Energian toimialueella näyttää lähivuosina jatkuvan hyvänä. Energiamarkkinoiden, metsäteollisuuden energiatekniikan sekä edistysellisen yhdistetyn lämmön ja sähkön tuotannon tekniikan alueilla tutkimustoiminnan laajuus on kasvamassa.

#### Tutkimusalueet:

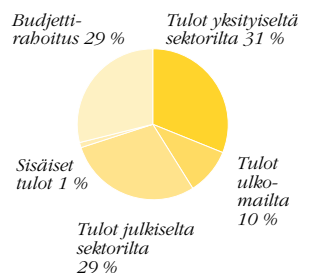
Polttoaineiden tuotanto  
Energian tuotantoteknologiat  
Ydinenergia  
Energian käyttö  
Energiajärjestelmät

#### Henkilötyövuosia: 291

#### Henkilömäärät paikkakunnittain:

Jyväskylä 108  
Espoo 195  
Lappeenranta 5  
Oulu 1

#### Liikevaihto: 154 Mmk





Tutkimusjohtaja  
Heikki Kleemola

*VTT Valmistustekniikan tutkimuskysyntä voimistui edelleen vuonna 1997. Erityisesti laitojen ja laitteiden käytettävyyteen, turvallisuuteen ja luotettavuuteen sekä tietotekniikan soveltamiseen liittyvien toimeksiantojen määrä kasvoi voimakkaasti.*

Kysynnän voimistumisen ansiosta yksikön ulkopuoliset tulot nousivat 13 %. Tämä mahdollisti toiminnan laajuuden pitämisen entisellä tasollaan budjettirahoituksen pienenemisestä huolimatta. Suurinta kasvu oli ulkomaisissa tuloissa, jotka kasvoivat edellisvuoteen verrattuna 19 %.

Energiateollisuudelle kehitettiin menetelmiä muun muassa voimalaitosten toimintavarmuuden, eliniän ja rakenteellisen turvallisuuden hallintaan. Voimalaitoskomponenttien eliniän hallintaan tuotetun asian-  
tuntijärjestelmän avulla pystytään osien jäljellä oleva kestoikä arvioimaan entistä paremmin.

Kone- ja laitevalmistajille kehitettiin teknologioita ja tietotekniikan sovelluksia tuotannon ohjaukseen ja verkostoituneeseen hankittiin Suomen ensimmäinen suuritehoinen Nd:YAG-laser. Vähämeluisten laitteiden suunnitteluun sovellettiin aktiivista äänenhallintaa hyödyntäen uusia materiaali-  
ratkaisuja.

Kulkuneuvojen valmistajia ja kuljetusalan yrittäjiä palveltiin muun muassa optimoimalla kulkuneuvojen rakenteita, parantamalla niiden turvallisuutta sekä pienentämällä laitteiden melua. Työkoneiden ja laivojen ohjaamosuunnittelua tehostettiin ottamalla käyttöön virtuaalitekniikkaan perustuva simulaattori. Yksikkö osallistui merkittävällä panoksella Estonia-autolautan onnettomuuden tutkimuksiin.

Prosessi- ja puunjalostusteollisuudelle tehtiin laitteiden ja tuotantojärjestelmien käytettävyyteen, turvallisuuteen ja ympäristöystävällisyyteen liittyvää tutkimus- ja kehitystyötä. Muun muassa sellun valkaisu-  
prosesseihin liittyvistä materiaalikysymyksistä kerättiin järjestelmällisesti tietoa ja materiaalien tutkimiseksi kehitettiin laboratoriomittausmenetelmiä.

Materiaalitoimittajille kehitettiin uusia



*VTT:lle bankittu Suomen ensimmäinen suuren erotuskyvyn analyyttinen läpivalaisuelektronimikroskooppi parantaa merkittävästi materiaalien tutkimusmahdollisuuksia.*

materiaaleja ja pinnotteita sekä niiden valmistusmenetelmiä erityisesti kulumis- ja korrosionkestävyyttä vaativiin kohteisiin.

Toiminnan tuloksellisuudesta ja vaikutavuudesta kertoo yritystoimeksiantojen kasvun lisäksi laaja osallistuminen ja koordinaativastuun lisääntyminen niin alan keskeisissä valtakunnallisissa kuin EU-hankkeissa. Kansallisista tutkimushankkeista yksikkö oli mukana ydinvoimalaitosten rakenteellisen turvallisuuden ja fuusiotutkimuksen hankkeissa. Yhteistyössä yritysten kanssa yksikkö osallistui noin 60 EU:n IV puiteohjelman hankkeeseen sekä noin kymmenen TACIS/PHARE-projektiin.

Pk-yritysten palvelemiseksi yksikkö oli mukana kuuden Tekesin teknologiaklinikan toiminnassa.

Toiminta-alueen kehitysnäkymät ovat hyvät, sillä pääasiakkaiden liiketoiminnan ennakoitaan kehittyvän hyvin. Verkostoituminen myös kasvaa, ja yrityksillä on tarve nopeuttaa tuotannon läpimenoaikaa, lisätä tuotantoa ja parantaa laatua ilman merkittäviä laiteinvestointeja, joten tutkimustoimintaa tarvitaan enenevästi.

#### Tutkimusalueet:

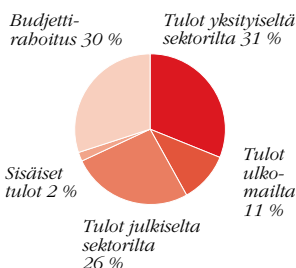
Turvallisuustekniikka  
Konepajatekniikka  
Materiaalien valmistustekniikka  
Käyttötekniikka  
Ydinvoimalaitosten materiaalteknikka  
Laiva- ja konetekniikka

Henkilötyövuosia: 381

#### Henkilömäärät paikkakunnittain:

Espoo 296  
Tampere 89  
Lappeenranta 12

Liikevaihto: 170 Mmk



*Rakennusalan elpyminen jatkui vuonna 1997. Tämä beijastui myönteisesti tutkimusyksikön toimintaan asiakaskunnan tutkimusaktiviteetin lisääntyessä. Tutkimukselliset tavoitteet saavutettiin varsin hyvin. Tutkimusyksikön toiminnan kehityksestä ja vaikuttavuuden lisääntymisestä kertoo ulkopuolisten tulojen kasvu lähes 70 prosenttiin liikevaihdosta.*



*Mekaanisen metsäteollisuuden raaka-aineen mallintamisessa käytetään värikameraan perustuvaa konenäköjärjestelmää.*

Talotekniikan rooli lisääntyi. Energiatekniikka, sähköjärjestelmät, automaatiojärjestelmät, ilmäteknikka ja sisäilmasto olivat toimintavuoden keskeisiä panostusalueita.

Rakennus- ja kiinteistöklusterin kehittämiseen osallistuttiin aktiivisesti keskeisiä teknologioita ja liiketoimintamahdollisuuksia kartoittamalla. Euroopan sosiaalirahaston ESR:n rahoittamassa hankkeessa analysoitiin rakennusalan tulevasta kysynnästä johdettua työvoiman osaamistarvetta ja yritysten menestystuotteita.

Rakennusten kunnonhallintaan kohdistuvat toimeksiannot lisääntyivät. Kiinteistöjen kosteus- ja homevaurioiden selvittämiseksi kehitettiin kuntotutkimusmenetelmiä, joita sovellettiin lähes 200 kohteessa.

Mekaanisen metsäteollisuuden jatkojalosteiden kannattavuuden analysointiin kehitettiin järjestelmä, jolla voidaan laskea optimaalinen jalostusreitti metsästä eri väliprosessien kautta lopputuotteeksi ja paikallistaa lupaavimmat kehittämiskohteet jalostusketjussa.

Rakennustuotteiden laadun varmistamiseen tähtäävien tuotesertifikaattien merkitys on nopeasti lisääntymässä. VTT-sertifi-

kaatteja laadittiin yli 40 kpl. Teollisuutemme viennin edistämiseksi solmittiin yhteistyösopimuksia rakennustuotteiden testauksen ja tarkastuksen hoitamisesta useiden Japanin, Viron, Venäjän, USA:n ja Saksan tuotehyväksyntäorganisaatioiden kanssa.

Tutkimusyksikön toiminnasta kohdistuu merkittävä osa pkt-sektorin yrityksiin. Pk-yritysten osuus kotimaisen yksityisen sektorin laskutuksesta on 60 % ja noin 200 pk-yritystä osallistuu yksikön strategiaan tutkimushankkeisiin.

Tekesin käynnistämästä klinikkatoiminnasta saatiin myönteistä palautetta. Klinikatoiminta on osoittautunut joustavaksi ja nopeaksi ratkaisumalliksi varsinkin pk-yrityksille. Teknologiasstrategiaklinikka on koko yksikön toiminnan vaikuttavuuden tehostamisessa osoittautumassa merkittäväksi. Pk-yritysten vientiä avustavassa tuotesopeutuslinikassa on kahden vuoden aikana ollut 36 hanketta.

Kansainvälinen yhteistyö EU:n tutkimusohjelmissa sekä kansainvälisissä järjestöissä oli vilkasta. Myös ulkomaisten yritysten toimeksiannot lisääntyivät. Yksikön tulot ulkomailta olivat 11 Mmk, joten kasvua edellisestä vuodesta oli 9 %.

Suomen laatupalkintokriteeristön mukainen itsearviointi ja kansainvälinen rakennusalan tutkimuslaitosten kesken toteutettu benchmarking antoivat hyvän viitekehysten toimintaprosessien kehittämistoimille.

Tutkimusyksikön palvelujen kysyntä näyttää pitkällä aikajänteellä kehittyvän myönteisesti. Teknologiapolitiikan mukaiset painotusten muutokset ovat kuitenkin vähentäneet tutkimusyksikölle suunnattua valtion budjettirahoitusta kolmessa vuodessa 20 %. Osaamispääoman edelleen kehittäminen onkin lähitulevaisuuden suurimpia haasteita.



*Tutkimusjohtaja  
Erkki K M Leppävuori*

#### **Tutkimusalueet:**

*Rakennusfysiikka, talo- ja palotekniikka  
Rakentaminen ja kiinteistönhallinta  
Rakennusmateriaalit ja -tuotteet sekä puuteknikka*

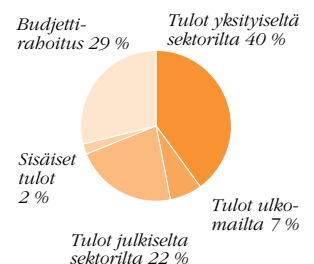
*Strateginen teknologiakehitys  
Palvelukeskus*

#### **Henkilötyövuosia: 368**

#### **Henkilömäärät paikkakunnittain:**

*Espoo 326  
Tampere 38  
Oulu 23*

#### **Liikevaihto: 153 Mmk**





Tutkimusjohtaja  
Asko Saarela

*Vuosi 1997 oli VTT Yhdyskuntatekniikalle erittäin tuloksellinen. Liikevaihto oli 2,6 Mmk suunniteltua suurempi. Tuloksen huomattavaan parannukseen vaikutti koko henkilöstön yrittäminen. Koetiekone oli yksikön tärkein laitebankinta.*

VTT Yhdyskuntatekniikassa oli käynnissä viisi strategista hanketta. Nämä olivat Ekokilpailukyky, Tietoinfran kehittäminen, Kilpailuttamisen vaikutus tuottavuuteen julkisella sektorilla, Kansainvälinen osaaminen ja Lähiöuudistus.

Yksikön suurimmat asiakkaat olivat tielaitos, liikenne- ja ympäristöministeriöt, Helsingin kaupunki ja POSIVA Oy. Näiden lisäksi tutkimusohjelmia valmisteltiin UPM Kymmenen ja VR:n kanssa.

Tielaitoksen kanssa jatkettiin laajaa tien pohja- ja päällysrakennetutkimusohjelmaa. Sen tuloksena odotetaan tienpidon taloudellisuuden parantuvan 5-10 %.

Tienrakteista voidaan tehdä sivutuotteilla entistä kestävämpiä ja kevyempiä. Muun muassa metsäteollisuuden kanssa yksikkö kehitti puukuidun hyväksikäyttöä tiemassojen lujittamiseksi. Näin saadaan metsäteollisuuden prosesseissa syntyviä sivutuotteita hyötykäyttöön.

Yksikkö käynnisti ympäristö- ja liikenne-ministeriöiden kanssa Ympäristövaikutusiltaan edullinen yhdyskuntarakenne ja liikennejärjestelmä sekä ympäristöministeriön ja Kuntaliiton kanssa Katurakenteet ja päällysteet -tutkimusohjelmat.

Tielaitoksen, Tekesin ja teollisuuden kanssa yksikkö osallistui Ympäristögeotekniikkaohjelman koerakentamiseen ja palveluklinikan toimintaan. Ohjelman tuloksena saatiin muutamia teollisuuden sivutuotteita kuten esimerkiksi lentotuhkia laajemmin hyötykäyttöön.

POSIVA Oy:n kanssa selvitettiin ydinjätteiden loppusijoituspaikkojen ympäristövaikutuksia.

Pk-yrityksiä koskevia tutkimus- ja kehittämishankkeita olivat pienerälogistiikka-, rengas- ja nastakehitys- ja sivutuoteprojektit sekä klinikkapalvelut. Nämä kaikki projektit tähtäsivät yritysten kilpailukykyyn parantamiseen.

Yksikön uusia tuotteita ja palveluja olivat



*Vedenpinnan säännöstely aiheuttaa suuria muutoksia rantavyöhykkeen eliöyhteisössä.*

muun muassa maaperätomografia mittausta ja tulkintamenetelmien sekä tie- ja katuverkon kartoittamisen digitaalinen paikkatietojärjestelmä.

Suomen lähialueilla yksikkö toimi yhdessä yritysten ja konsulttien kanssa. Nämä toimet johtivat useiden PHARE-hankkeiden käynnistymiseen. Niistä mainittakoon intermodaalikuljetusjärjestelmä-, Venspilsin satamaväylä- ja Baltian TEN-verkkohankkeet.

Yksikön arviointiraportissa esitetään useita parantamiskohteita. Niistä keskeisin on ydinosaamisen määrittäminen. Ydinosaamisalueet onkin esitetty vuoden 1998 toimintasuunnitelmassa.

Liikevaihdon kasvu oli 8,4 Mmk. Eniten lisääntyivät ulkopuoliset tulot, jotka ylittivät suunnitelman 3,6 Mmk:lla. Suurin tulojen kasvu tuli ulkomailta, lähinnä EU:sta.

Yksikön johto vaihtui ja johtoryhmä uudistui. Muutokset merkitsivät yhtäältä toiminnan keskittämistä ja uuden strategian käyttöön ottamista sekä toisaalta erittäin tiukkaa työtahtia, jotta sovitut työt saatiin tehtyä.

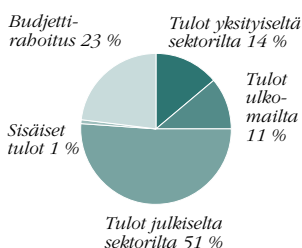
Yksikön lähitulevaisuuden näkymät ovat hyvät. Suurimmat uhat on nähtävissä vuonna 1999, jolloin uusia EU-hankkeita ei vielä käynnisty.

**Tutkimusalueet:**  
Liikenne, logistiikka ja yhdyskunnat  
Väylät ja ympäristö

**Henkilötyövuosia: 141**

**Henkilömäärät paikkakunnittain:**  
Espoo 148  
Oulu 4

**Liikevaihto: 64 Mmk**



# Tieto- ja konsernipalvelut sekä teknologian tutkimuksen ryhmä

VTT 1997

## VTT Tietopalvelu

VTT Tietopalvelu toimii tutkimuskeskuk- sen tietopalveluyksikkönä ja valtakunnal- lisenä tietopalvelukeskuksena. Se palvelee teknisen tiedon siirrossa tutkimustoiminnan eri vaiheissa myös yrityksiä ja muita tiedon tarvitsijoita.

Tutkijoiden omatoimisen tiedonhankin- nan helpottamiseksi panostettiin erityisesti Tietopalvelun elektronisen kirjaston kehittä- miseen. Tämä hanke keskittyy tekniselle tutkimukselle tärkeiden verkkopalveluiden ja tietoresurssien, muun muassa elektronis- ten lehtien, ylläpitoon ja tarjontaan. Yhteen- sä noin kolmesataa tieteellistä lehteä oli käy- tettävissä elektronisessa muodossa. Tieto- palvelun ylläpitämien tietokantojen käyttö kasvoi voimakkaasti. Vuonna 1997 niistä teh- tiin yhteensä noin 190 000 tiedonhakua.

Vuonna 1997 jo lähes viidennes VTT:n julkaisusarjoihin kuuluvista julkaisuista il- mestyi myös elektronisessa muodossa. Myös ensimmäinen multimedijulkaisu valmistui.

Pohjoismaisen ministerineuvoston alai- sen Nordinfon nimeämänä elektronisen jul-

kaisemisen osaamiskeskuksena Tietopalve- lu antoi elektroniseen julkaisemiseen liitty- vää neuvontaa ja koulutusta sekä selvitti käytäntöjä pohjoismaisissa tieteellisissä kir- jastoissa. Lisäksi osaamiskeskus tuotti UNES- CON toimeksiannosta kirjastojen käyttöön oppaat www-sivujen suunnittelusta ja lehtien verkkojulkaisemisesta.

VTT Tietopalvelulla on sopimus tai muu- ta yhteistyötä merkittävien kansainvälisten tieteellis-teknistä tietoa välittävien organi- saatioiden kanssa. Tietopalvelu toimii STN International -tietopankin Suomen edusta- jana. Vuoden 1996 lopulla tuli käyttöön tie- topankin www-liittymä STN Easy, jonka käyttö kasvoi tasaisesti koko vuoden. Tie- topalvelu on toiminut myös Euroopan avara- ruustutkimusjärjestön tiedonhakujärjestel- män ESA-IRSin kansallisena keskuksena.

VTT Tietopalvelu aloitti Euroopan Unio- nin INFO2000-ohjelmaan kuuluvan MI- DAS-NETin eli multimediatiedon esittely- ja neuvontaverkoston Suomen osuuden koor- dinaattorina.



VTT Tietopalvelun päälikkö  
Sauli Laitinen

## Teknologian tutkimuksen ryhmä

Ryhmän tutkimusedellytykset ja palvelujen kysyntä ovat kehittyneet myönteisesti. KTM:n käynnistämä Teknologian tutkimuk- sen ohjelma lisää omalta osaltaan yksikön tutkimuskysyntää. Uusina palveluina on tarjottu muun muassa teknologian arvioin- tia ja teknologian kehityksen ennakoivia.

Ryhmän tärkeimmissä hankkeissa on tut- kittu ja arvioitu EU:n tutkimusohjelmien vai- kutuksia, suomalaista innovaatiota, tervey- denhuollon tekniikan innovaatioita markki- noiden murroksessa, Euroopan integraatio- ta ja kansallisia innovaatiojärjestelmiä.

Teknologian kehityksen ennakoimiseksi käynnistettiin vuoden alussa uutena aluee- na technology foresight -toiminta. Ryhmäs- tä tuli aktiivinen jäsen eurooppalaiseen ESTO (European Science and Technology Observatory) -hankkeeseen, joka palvelee EU:n tietotarpeita. Ensimmäinen TF-hanke teollisuudelle käynnistettiin elintarvikete- ollisuudessa osin Tekesin rahoittamana. Uutena palvelumuotona saatiin liikkeelle myös eduskunnan tilaama Technology As- sessment -projektin esiselvitys kasvigeeni- tekniikasta.

## Konsernipalvelut

Konsernipalveluissa jatkettiin vuonna 1997 yksikön muutosstrategian toteuttamista ja valmisteltiin yksikön talousohjausmallin muutos.

VTT:n infrastruktuuriin liittyvät merkittä- vimät hankkeet vuonna 1997 olivat VTT:n tietoverkon uudistaminen, VTT:n intranet- palvelujen kehittäminen ja VTT:n vanhan rakennuskannan peruskorjausohjelma, jot- ka toteutuivat suunnitelmien mukaisesti.

Hallintopalveluiden kehityshankkeissa keskeisimpiä ovat olleet hallinnon tietojär- jestelmien kehitys ja järjestelmien hyväksi- käytön edistäminen, valmistautuminen val- tion kirjanpidon uudistukseen vuoden 1998 alussa sekä uuteen palkanlaskentajärjestel- mään siirtyminen ja VTT:n suunnittelu- ja seurantaprosessien kehittäminen.

Koulutustoiminta on ollut aktiivista ja yk- sikkö osallistui noin 170 koulutustilaisuus- den järjestämiseen. Viestinnässä www-si- vuista on tullut uusi, toimiva kanava niin sisäiseen tiedonvälitykseen, VTT:n toimin- nan ja tulosten esittelyyn kuin ulkomailta ja kotimaasta tulevien kyselyjen ja asiakaspa- lautteiden välitykseen.

**Uudet  
kilpailukykyiset  
tuotteet ja  
menetelmät**

**Kauppa- ja teollisuusministeriö on asettanut VTT:n toiminnalle seuraavat vaikuttamistavoitteet:**

- yritysten uusien ja nykyistä kilpailukykyisempien tuotteiden kehittäminen
- tehokkaampien, turvallisempien ja ympäristöystävällisempien laitteiden ja tuotantoprosessien aikaansaaminen teollisuuden käyttöön
- informaatiotekniikan käytön tehostaminen
- energiabuollon toimivuuden sekä energiantuotannon ja käytön tehostaminen ja päästöjen vähentäminen
- teollisen rakentamisen uudistuminen ja rakennetun ympäristön laadun parantaminen sekä
- uusien yritysten synnyn ja yleensä pk-yritystoiminnan tekninen edistäminen.

*Obessa esimerkkejä VTT:n tutkimustoiminnasta näiden vaikuttamistavoitteiden mukaisesti ryhmiteltyinä.*



*Silmälaseihin yhdistetty paikannusjärjestelmä on esimerkki tulevaisuuden virtuaalipalveluista.*

**Tulevaisuuden matkaviestimien virtuaalipalvelut**

VTT Elektronikan ja Oulun yliopiston virtuaalitodellisuustutkimusryhmässä tutkitaan tulevaisuuden matkaviestimiä ja niissä tarjottavia palveluita. Tulevaisuudessa matkaviestin ei ole erillinen puhetta ja tietokoneen dataa siirtävä päätelaite, vaan vaatteiden ja silmälasien mukana päälle puettava huomaamaton jokaisen ihmisen viestintäväline.

Virtuaalipalveluissa tavanomaiset fyysiset tiedonsyöttölaitteet kuten näppäimistö, hiiri tai kynä korvataan virtuaalisilla vastineilla, joiden muodon, materiaalin ja läm-

pötilän käyttäjä voi tuntea, mutta jotka ovat olemassa ainoastaan tietokoneen luomassa keinotodellisuudessa. Lisäksi käyttäjä voi syöttää tietoa puhumalla, kasvonilmeillä tai esimerkiksi viittomakielen käsimerkeillä.

Silmälaseihin integroidun silmikkonäytön avulla käyttäjä voi nähdä tietokoneen luomia 3-ulotteisia näkymiä ja kuulla 3-ulotteista ääntä. Silmikkonäyttö on puoliläpäisevä, mikä tarkoittaa, että käyttäjä näkee virtuaalisen näkymän todellisen näkymän lisäksi.

Käyttöliittymän lisäksi käyttäjän vaatteisiin voidaan integroida paikannusjärjestelmä, jolla seurataan käyttäjän sijaintia sekä silmien, pään ja raajojen asentoja. Paikannusjärjestelmän avulla matkaviestin osaa kertoa käyttäjälle hotellin tai rautatieaseman sijainnin vieraassa kaupungissa.

Tutkimusyhteistyössä on mukana Nokia Mobile Phones, Telecom Finland, Elektrobitt, Polar Electro ja CCC Software Professionals. Tulevaisuuden tuotteita tullaan kokelemaan osana Mobile City Oulu -tietoyhteiskuntapilottia.



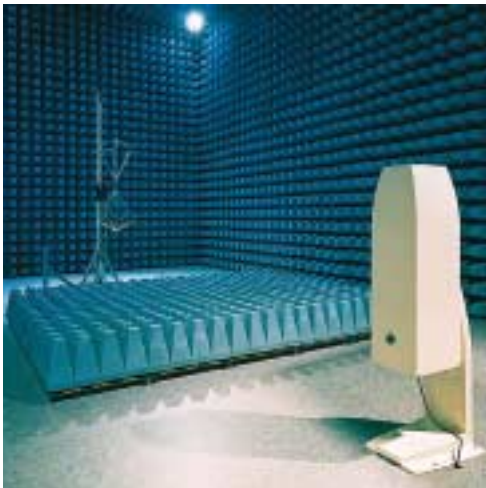
## EMC-laboratorio elektroniikkateollisuuden mittauksiin

VTT Automaation EMC-laboratorio palvelee Suomen elektroniikkateollisuutta mittaamalla sekä laitteiden aiheuttamia sähkömagneettisia häiriöitä että niiden häiriöiden sietokykyä. EMC-testejä tarvitaan osoittamaan, että laitteet täyttävät Euroopan Unionin EMC-direktiivin vaatimukset. Laboratorio tekee myös alan tutkimustyötä ja avustaa asiakkaita tuotekehityksessä.

EMC-laboratoriossa on useita erilaisia testipaikkoja. Laboratorion suorituskyvyn kannalta keskeisiä ovat kuitenkin säteilymittapaikat, jotka ovat kalliita erikoisrakenteita. Näiden suunnitteluun kiinnitettiin rakennustyössä erityistä huomiota.

EMC-direktiivi kuten useimmat muutkin kansainväliset EMC-standardit viittaavat säteilevien häiriöpäästöjen mittauksissa CISPR:in kehittämään avoimen tilan mittapaikkaan, jolloin emissiomittaus tehdään laajan metallisen maatason päällä muuten vapaassa tilassa. VTT:n avoimen tilan mittaushalli on rakennettu liimapuukaarien varaan ja päällystetty muovikatteella. Se on lämpöeristetty, jotta mittauksia voidaan tehdä myös kylmänä talviaikana.

Toinen EMC-laboratorion perusmittapaikka on sähkömagneettisesti suojattu huone, jonka seinät, katto ja lattia on päällystetty absorptiomateriaalilla. Lattia-absorbaattorit voidaan tarvittaessa helposti poistaa. Päällystemateriaali absorboi radioaaltoja laajalla taajuusalueella ja ehkäisee siten pinnasta



*EMC-laboratorio palvelee elektroniikkateollisuutta mittaamalla laitteiden sähkömagneettista säteilyä.*

syntyvän heijastuksen. Heijastuksen eliminoinnin ansiosta sähkömagneettinen kenttä etenee huoneessa ainoastaan säteilylähteestä pois päin ja kentän voimakkuus alenee tasaisesti etäisyyden kasvaessa. Radiokaiuttomaksi tilaksi kutsuttua testipaikkaa käytetään mitattaessa laitteiden aiheuttamia säteileviä häiriöpäästöjä sekä niiden kykyä sietää säteilevää sähkömagneettista kenttää.

## Mikroelektroniikkakeskus tukee puolijohdealan tuotekehitystä

VTT Elektroniikan Mikroelektroniikkakeskus Espoossa vihittiin käyttöön syksyllä. VTT pyrkii tällä investoinnilla omalta osaltaan vauhdittamaan mikroelektroniikkateollisuuden kehittymistä maassamme ja samalla tarjoamaan koko elektroniikkateollisuudellemme korkeatasoiset tutkimus- ja kehityspalvelut.

Mikroelektroniikan tutkimuksessa ja valmistuksessa tarvittavien tilojen tulee puhtauden lisäksi täyttää ankarat vaatimukset tärinättömyyden suhteen. Tärinättömyys on varmistettu perustamalla kaikkein herkimpien laitteiden sijoituspaikat suoraan peruskallioon 12 m korkean betonijalustan päälle. Tilat ovat kansainvälisestikin verrattuna huippuluokkaa.

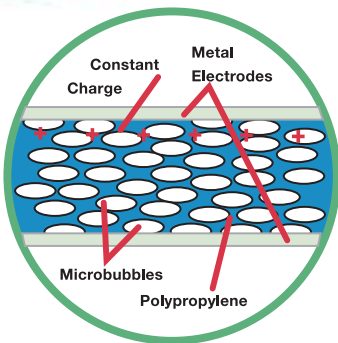
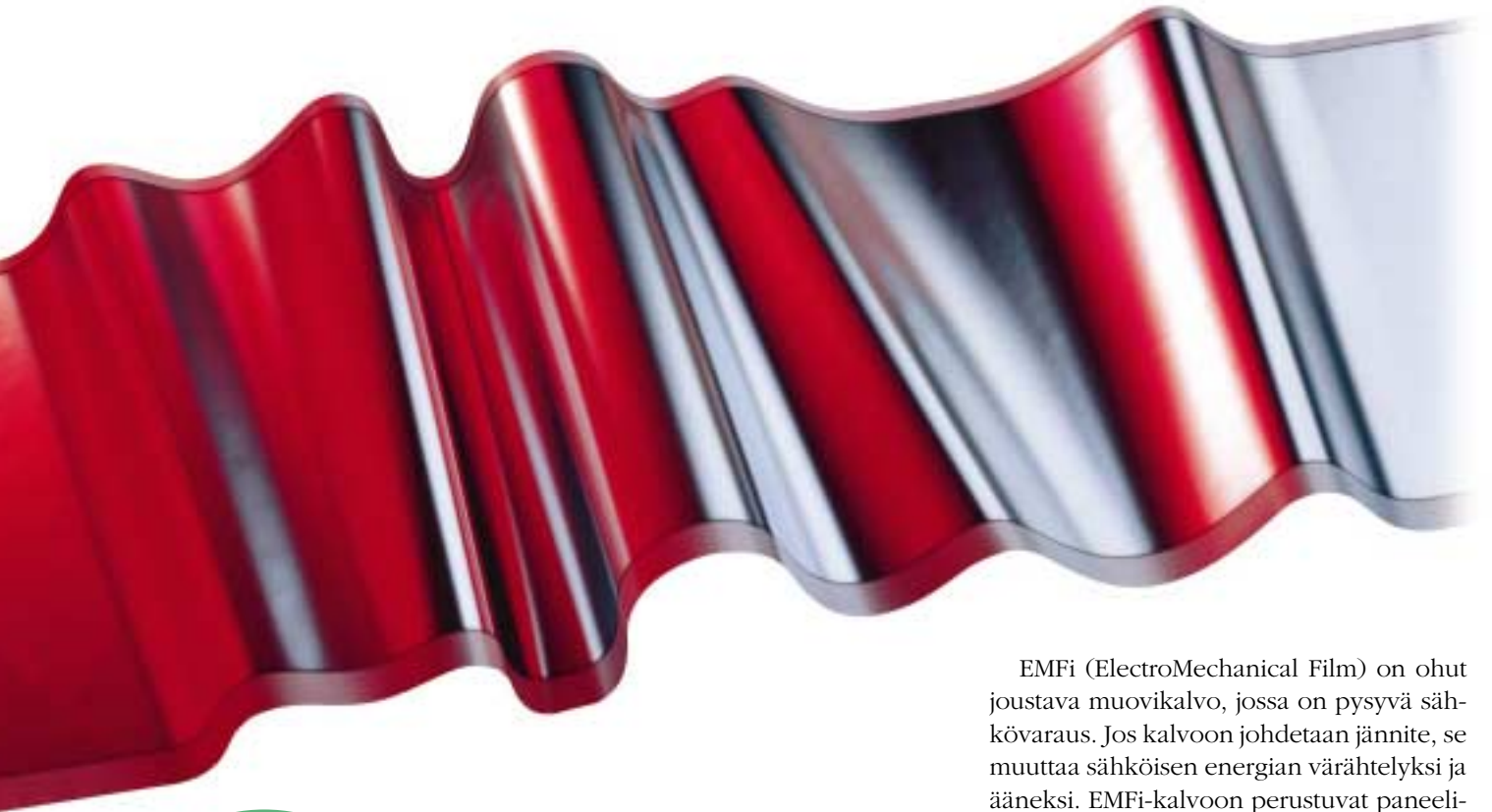
Mikroelektroniikkakeskuksen tutkimustoiminnan keskeiset alueet ovat suurtaajuiset piistä valmistetut komponentit, joita käytetään langattomissa tiedonsiirtoyhteyksissä, piimateriaalit ja ns. mikrosysteemit, joissa sähköisten toimintojen lisäksi on mekaanisia tai optisia toimintoja.

Keskuksen asiakaskunnan muodostavat puolijohdealan yritykset, puolijohdekomponenttien loppukäyttäjät ja yhä useammin myös yritykset, jotka toimivat muilla alueilla kuin elektroniikkateollisuudessa. Keskus tarjoaa yrityksille mahdollisuuden sijoittaa henkilöitä ja laitteita keskuksen tiloihin yhteisten projektien ajaksi.



*Uusi mikroelektroniikkakeskus vauhdittaa suomalaisen puolijohde- ja elektroniikkateollisuuden kehittymistä tarjoamalla huippuluokan tutkimus- ja kehityspalveluja.*





*Elektromekaaninen EMFi-kalvo tarjoaa teollisuudelle mielenkiintoisia sovellusmahdollisuuksia niin anturikäytössä kuin äänenhallinnassa.*



### **Aktiivista äänenhallintaa EMFi-kalvolla**

VTT on kehittänyt yhteistyössä keksijän ja teollisuuden kanssa EMFi-kalvon anturikäyttöön, audiotekniikkaan, melunvaimennukseen ja äänikenttien hallintaan tarkoitettuja ratkaisuja. Ensimmäiset kaupalliset sovellukset – vanhainkotien valvontalattiat ja ilkkivallan kestävä näppäimistö – on saatu jo markkinoille.

EMFi (ElectroMechanical Film) on ohut joustava muovikalvo, jossa on pysyvä sähkövaraus. Jos kalvoon johdetaan jännite, se muuttaa sähköisen energian värähtelyksi ja ääneksi. EMFi-kalvoon perustuvat paneelikaiutinelementit tuottavat tehokkaasti ääntä, ja niistä voidaan rakentaa vaikkapa valkokangas, joka toimii kokonaisuudessaan kaiuttimena. Anturitoiminnassa kalvo puristuu ulkoisten voimien, esimerkiksi askeleen, vaikutuksesta, jolloin elektrodien liikkeestä aiheutuu mitattava varausmuutos.

EU:n rahoittamassa FACTS-hankkeessa on VTT Valmistustekniikan vetämänä tutkittu autojen ja metrojunien aktiivista melunvaimennusta EMFi-paneelielementeillä. FACTS-projektin laajaan eurooppalaiseen yritysconsortioon kuuluvat muun muassa Fiatin tutkimuskeskus, Ford ja metrojuna-valmistaja ADtranz. Kotimaisessa AKTIVA-hankkeessa on keskitytty puhallinmelun vaimentamiseen ja esitystekniikkaan. AKTIVA:ssa ovat mukana muun muassa Koja Oy, Valmet Oyj sekä Noisetek Oy. Molemissa projekteissa on mukana VTT Valmistustekniikan lisäksi VTT Kemiantekniikka sekä VTT Rakennustekniikka.

Erilaiset aktiivisen melunvaimennuksen käytännön sovellukset ovat kehitystyön seuraava askel. EMFi-elementit voivat tulevaisuudessa esimerkiksi lisätä tai vähentää tilan kaiuntaa tai parantaa rakenteiden äänenherkyyttä.





*SHS-menetelmä on tehokas ja edullinen tapa tuottaa kovametallikomponentteja ja paksuja pinnoitteita.*

### Kovametallikomponentteja SHS-tekniikalla

VTT Valmistustekniikassa kehitetyllä SHS-menetelmällä voidaan valmistaa nopeasti ja edullisesti korkealaatuisia suurikokoisia kovametallikomponentteja ja paksuja pinnoitteita. Jyrsin-Kierreväline Oy on aloittamassa teollista valmistusta uudella tekniikalla.

SHS-menetelmä perustuu jauhemaisten aineiden välillä tapahtuvaan voimakkaasti lämpöä tuottavaan reaktioon, jonka tuloksena saadaan uutta yhdistettä. Jauheet pakataan halutun muotoiseen muottiin ja reaktio käynnistetään kuumentamalla jauhe-seos paikallisesti syttymistilaan. Välittömästi reaktion jälkeen materiaali voidaan puristaa tiiviiksi kappaleeksi.

Tuotantoon tarvittava laitteisto on yksinkertainen ja edullinen, ja tuotanto sillä nopeaa. Tämä tekee uudesta tekniikasta konkavisuutena taloudellisesti kilpailukykyisen. Valmistusaineina voidaan käyttää yleisesti saatavilla olevia kaupallisia jauheita. Energiaa tarvitaan ainoastaan hyvin pieni määrä jauheen sytyttämiseen.

Pääsovellukset ovat kulumista ja korroosiota kestävässä komponenteissa. Menetelmä sopii myös korkean lämpötilan sovelluksiin, luotisuojamateriaaleihin ja sähkötekniisiin komponentteihin. Kovametallien lisäksi menetelmällä voidaan valmistaa myös keraamisia materiaaleja ja metallienvälisiä yhdisteitä sekä monenlaisia jauheita.

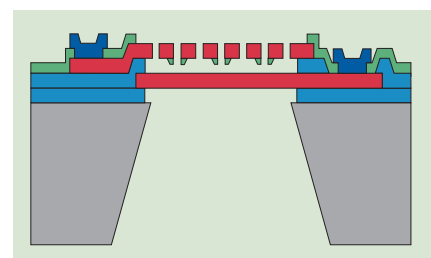
### Miniatyrisoitu mikrofoni

VTT on valmistanut mikrofonin, joka kokonsa puolesta mahtuu vaikka nuppineulan päähän. Mikrofonin tehtiin VTT Elektronikan Mikroelektroniikkakeskuksessa tekniikalla, jota kutsutaan pintamikromekaniikaksi.

Mikrofoni muodostuu kahdesta toisistaan lähellä olevasta 500 µm x 500 µm suuruudesta kalvosta. Kalvojen etäisyys toisistaan on vain noin 1 µm. Kalvot on esijännitetty ja reijitetty siten, että ne reagoivat 100 Hz–20 kHz taajuudella värähtelevään paineaaltoon. Kalvon taipuessa sen kapasitanssi ja varauksen säilymisestä johtuen myös kalvojen välinen jännite muuttuu. Jännite ilmaistaan kenttätransistorilla.

Pieni mikromekaaninen mikrofoni saavuttaa riittävän alhaisen kohinatason vain jos elektronikan vaikutus kohinaan voidaan lähes kokonaan eliminoida. VTT Automaatio kehitti mikrofonin pienikohinaisen vahvistimen ja uuden biasointitekniikan. Tuloksena mikrofonin kohina saatiin hiljaisen huoneen taustakohinan tasolle.

Miniatyrimikrofonia voidaan käyttää normaalina audioalueen mikrofonina tuotteissa, missä mikrofonin pitää olla pienikokoinen ja hinnaltaan halpa. Lisäksi sitä voidaan käyttää viritetyn lukuelektronikan kanssa miniatyrisoiduissa kaasuantureissa, missä sähköinen tai optinen teho muutetaan kaasun absorptioon kautta paineeksi.



*Miniatyrisoitu mikrofoni muodostuu kahdesta toisistaan lähellä olevasta esijännitetystä ja reijitetystä kalvosta, jotka reagoivat paineaaltoon.*

**Tehokkaat,  
turvalliset ja  
ympäristöystävälliset  
laitteet ja  
tuotantomenetelmät**

**Optisten instrumenttien  
tuotantoon tehoa**

VTT Elektroniiikan optoelektroniiikan määrätietoinen työ vauhditti vuoden 1997 alusta liikkeelle kansallisen Optopakkaus-ohjelmahankkeen, jolla syntyy huomattavasti uutta teollista tuotantovoimaa jo 1990-luvulla.

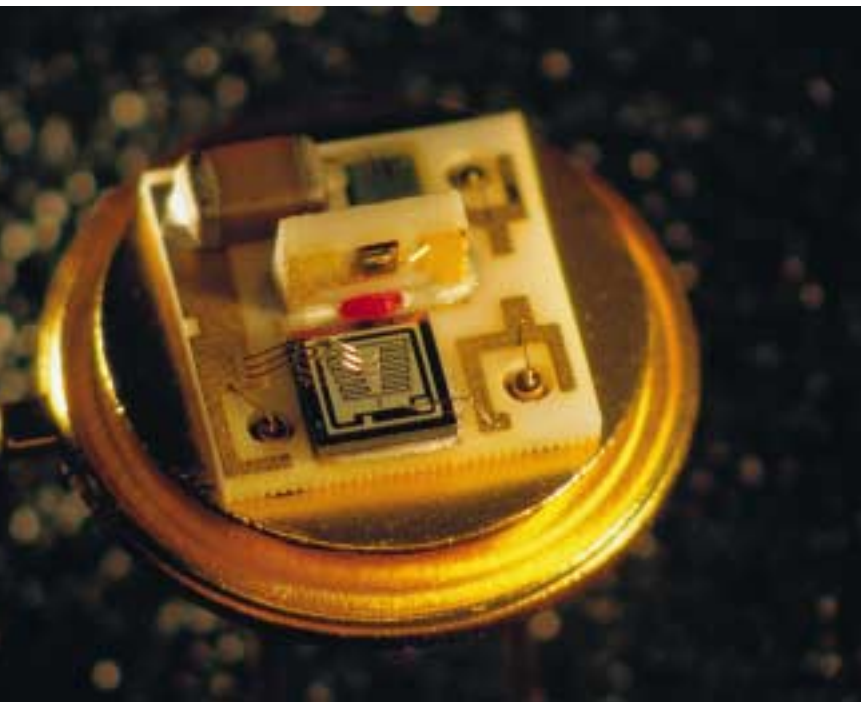
Optoelektroniiikka valloittaa nopeasti maailmaa. Suomessa on optista tekniikkaa soveltavassa teollisuudessa liikevaihtoa jo useita miljardeja markkoja. Optoelektronisten tuotteiden tehokas ja laadukas valmistuksen hallinta on tulevaisuuden avainkysymys.

**Nanohiukkasia yhden elektronin  
transistoriin**

Transistori, elektroniiikan peruskomponentti, on nykyisellä valmistusteknologialla saavuttamassa fyysikaalisen minimikokonsa. Uudentyyppisen, yhden elektronin transistorin käyttö näyttää lupaavalta ratkaisulta entistä pienempiin komponentteihin pyritäessä. VTT on yhdessä Teknillisen korkeakoulun kanssa kehittänyt menetelmää tarpeeksi pienen yhden elektronin transistorin valmistamiseksi.

Toimiakseen huoneenlämmössä yhden elektronin transistorin on oltava huomattavasti pienempi kuin nykyiset 100 nm:n kokoiset komponentit, jotka toimiakseen vaativat erittäin matalan lämpötilan. Varaus-elementtinä käytetään aerosolimenetelmällä tuotettua metallihiukkasta, joka tuodaan piipohjaiselle alustalle. Muut transistorirakenteet prosessoidaan alustan pinnalle jo aiemmin elektronisuihkulitografiolla. Metallihiukkanen siirretään atomivoimamikroskoopilla pintaa pitkin transistorin kanta-, kollektori- ja emitterielektrodien väliin. Eristävät kerrokset metallihiukkasen ja transistorielektrodien välillä mahdollistavat elektronin tunneloitumisen.

VTT:ssä on aerosolimenetelmällä tuotettu yhdenkokoisia metallihiukkasia, joiden halkaisija on 10–100nm. Hiukkasten hallittu siirtäminen pinnalla on myös osoitettu. Tärkeää on pystyä tuottamaan metallihiukkasille oikeanlainen kiteisyys ja pintarakenne. Tuotettuja hiukkasia on analysoitu VTT:n korkean erotuskyvyn analyttisellä mikroskoopilla. Ajanmukaiset analyysimenetelmät mahdollistavat sekä valmistusvaiheiden että valmiin toimivan rakenteen karakterisoinnin.



*Optoelektronisilla antureilla tuotteille voidaan luoda aivan uudenlaisia käyttöominaisuuksia.*

VTT Elektroniiikan työ keskittyy mikrometritarkkuudella valmistettavien optisten komponenttien ja kokoonpanojen kehittämiseen. Teknologioita sovelletaan teollisuuden tuotantolinjoilla.

Vaisala, Oras ja Noptel Oy ovat ottaneet käyttöön maailman mittakaavassakin uutta piimikromekaniikkaa ja mikro-optiikkaa kymmenien tuhansien sarjoihin tähtäävissä tuotteissa. Oraksen hanat toimivat vipuja koskettamatta, Vaisalan anturit ohjaavat tilojen ilmanvaihtoa älykkäästi energiaa säästäten ja Noptelin etäisyystunnistimet viestivät ympäristöstä roboteille. Tämä on tarkkojen, halpojen ja luotettavien miniatyyrisien optisten anturien ansiota.



*Atomitason erotuskyvyn läpäisyelektronimikroskooppikuva hopeahiukkasen pinnasta.*

## Näytteenotto- ja mittausten menetelmiä sellutehtaille

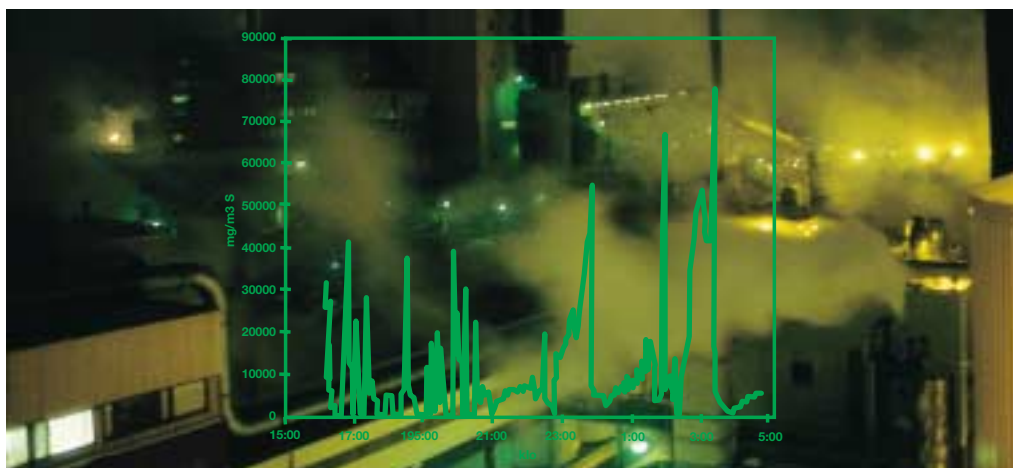
VTT Kemiantekniikka on kehittänyt näytteenotto- ja mittausten menetelmiä sellutehtaan haihtuvien kaasumaisten yhdisteiden jatkuvatoimiseen mittaamiseen laajassa Tekesin ja teollisuuden rahoittamassa metsäteollisuuden suuntautuvassa projektissa. Tulosten pohjalta teollisuus voi tehostaa prosessin sivutuotteiden talteenottoa.

Sellutehtaan hankalat olosuhteet asettavat erityisvaatimuksia näytteenotolle. Esimerkiksi prosessihöngkien määrittäminen on vaikeaa, sillä tilavuusvirrat vaihtelevat paljon ja niiden tarkka mittaaminen on ongelmallista. Tutkimuksessa kehitettiin muun muassa höngkien kaasumaisen massavirran näytteenottoon soveltuva menetelmä.

Tärpätti on yksi sulfaattisellutehtaiden sivutuotteista, jota sellutehtaat myyvät edelleen jatkojalostettavaksi muun muassa kemianteollisuuden liuotin- ja raaka-aineeksi. Hankkeessa kehitettyjä menetelmiä käytettiin muun muassa tärpätin sekä rikkiyhdisteiden ainevirtojen ja taseiden määrittämisessä. Tärpätin talteenottoa voidaan tehostaa, kun jatkuvatoimisten mittausten perusteella pystyttiin selvittämään, missä sellutehtaan virroissa tärpättiä esiintyy eniten.

Alan yrityksistä mukana hankkeessa ovat olleet Sunds Defibrator Pori Oy, Enso Oy, UPM-Kymmene Oyj Wisaforest, Kemijärven Sellu Oy, Metsä-Rauma Oy, Arizona Chemical Oy, Environics Industry Oy sekä Lännen Laboratoriot Oy.

*Uudet näytteenottomenetelmät auttavat sellutehtaan ainevirtojen määrittämisessä ja sivutuotteiden talteenoton kehittämisessä.*



## GSM-verkkojen vikatilanteet hallintaan

Nokia Telecommunications Oy ja VTT Elektroniikka ovat kehittäneet yhteistyössä tietämystekniikkaan perustuvia menetelmiä GSM-verkon vikatilanteiden hallintaan. Kehitystyö on tehty Tekesin Oppivien ja älykäsien järjestelmien sovellukset -ohjelmassa.

GSM- ja muillekin verkoille tyypilliset suurat hälytysmäärät ja -ryöpyt ovat verkon operoinnin kannalta erittäin ongelmallisia. GSM-verkon operointi on keskitetty verkonhallintajärjestelmään, jonne kootaan verkkoelementtien lähettämät vikatilanteet. Tukiasemasta laaditun toiminnallisen mallin avulla on kyetty vähentämään ja uudelleensuunnittelemaan tukiaseman lähettämien hälytysten sisältöä ja paremmin paikallistamaan hälytysryöpyn aiheuttaneet viat.

Toiminnallisia malleja voidaan hyödyntää myös tuotesuunnittelun ja -koulutuksen sekä vikatilanteiden simuloinnin tarpeisiin. Mallien monipuolinen hyödynnettävyys ja joustava päivitettävyys ovatkin osoittautuneet kehitetyn ratkaisutavan parhaiksi ominaisuuksiksi.



*GSM-verkkojen vikatilanteiden hallinnassa hyödynnetään tukiaseman toiminnallista mallia.*

### Biohajoavuuden testaukseen uusia menetelmiä

Biohajoavat muovit ja niistä valmistetut pakkaukset ovat tulevaisuudessa osa biojätettä, joka kompostoidaan muun orgaanisen talousjätteen mukana. VTT Bio- ja elintarviketekniikalla on ollut keskeinen osuus Tekesin Biopolymeerit -tutkimusohjelmassa, jossa on luotu ja standardoitu biohajoavuutta testaavia tutkimusmenetelmiä. Tutkimusohjelman yritysosapuolet ovat hyödyntäneet uusia menetelmiä kehittäessään muovia korvaavia polymeerejä.

Pakkausten biohajoavuuden tutkimisek-



*Uusilla menetelmillä voidaan selvittää pakkausten biobajoavuutta kompostiaumassa.*

si on nyt olemassa testimenetelmien patteristo, jolla voidaan selvittää polymeerien biohajoavuus niin aerobisissa kuin anaerobisissa olosuhteissa. Myös hajoavuus kompostointiolosuhteissa tai anaerobijätteenkäsittelylaitoksessa voidaan selvittää tarpeen mukaan.

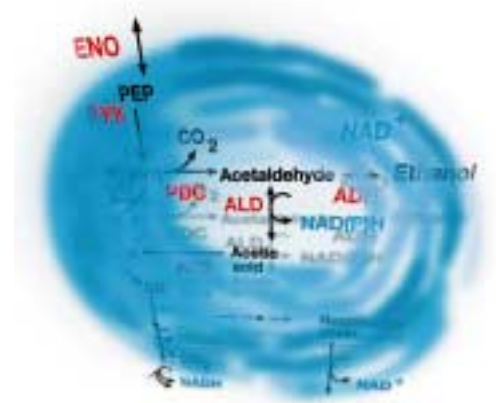
Kompostointitestejä on kehitetty sekä talousjätekomposti- tai aumakompostimittakaavaan soveltuviksi. Polymeerien tai niiden hajoamistuotteiden haitattomuuden osoittamiseksi kompostista ollaan kehittämässä ekotoksisuutta kuvaavia mikrobi- ja kasvitestejä.

### Etanolia pentoosisokereista leiviniivalla

Metabolianmuokkauksella tarkoitetaan solun aineenvaihduntareittien ohjaamista siten, että solu tuottaa mahdollisimman tehokkaasti haluttua tuotetta. Näin on mahdollista tuottaa molekyylejä entistä puhtaampina ja tehokkaammin sekä korvata kemiallisia prosesseja ympäristöystävällisemmällä bioteknisillä prosesseilla. VTT:n metabolianmuokkauksen tutkimusohjelmassa ohjailaan leiviniivän aineenvaihduntareittejä.

Metaboliamuokkauksen tutkimusohjelmaa rahoittavat Tekes, EU, teollisuus ja VTT. Ohjelman yhtenä tarkoituksena on tehostaa *Saccharomyces cerevisiae*-leiviniivän alkoholin tuottoa pentoosisokereista. Tämä etanolin tuotannossa käytetty hiiva ei pysty luonnostaan käyttämään hyväkseen ksyloosia, mutta pentoosiaineenvaihdunta saadaan aikaan siirtämällä sopivat geenit hiivaan muista organismeista. VTT Bio- ja elintarviketekniikassa on eristetty useita solun yleismetaboliaan vaikuttavia geenejä, jotka tehostavat merkittävästi etanolin tuottoa. Koska pentoosien osuus kasviraaka-aineen sokereista voi olla yli 30 %, saadaan raaka-aine käytettyä etanoliksi huomattavasti taloudellisemmin, kun prosessissa hyödynnetään muiden sokereiden ohella myös pentoosit fermentoivaa hiivaa.

Ohjelmassa on VTT Bio- ja elintarviketekniikan lisäksi mukana VTT Kemianteekniikka, jonka NMR-laitteistolla voidaan seurata geneettisten muutosten vaikutusta solun aineenvaihduntatuotteiden määriin ja metaboliareittien vahvuuksiin.



*VTT:ssä on eristetty useita geenejä, jotka tehostavat etanolin tuottoa.*



*Kokopuun käsittelyn tutkimuslaitteisto tukee karsinnan, kuorinnan, haketuksen ja seulonnan menetelmien kehittämistä.*

### Uusia laitteistoja metsäteollisuuden tutkimuksiin

VTT Energiassa on otettu käyttöön uudet kokopuun käsittelyn sekä kuituvirtausten tutkimuslaitteistot. Lajissaan ainutlaatuiset laitteistot palvelevat metsäteollisuuden ja siihen liittyvän laitevalmistuksen tarpeita.

Kokopuun käsittelyn tutkimuslaitteistolla selvitetään puun käsittelyn yksikköprosesseja, kuten karsintaa, kuorintaa, haketusta ja seulontaa. Puu voidaan syöttää kokonaisena oksineen yksitellen, nippuina tai runkopuunosina. Lisäksi laitteiston avulla voidaan kehittää uusia puunkäsittelyn menetelmiä, joissa erotetaan puupolttoaine ja teollisuuden raaka-aine kemialliseen ja mekaaniseen metsäteollisuuteen.

Kuituvirtausten tutkimuslaitteistolla tutkitaan paperin valmistukseen käytettävän kuitumassan virtausta ja sekoittumista. Laitteisto koostuu pulpperista, neljästä säiliöstä, pumpuista, saostimesta ja painelajittimesta. Sen avulla kehitetään myös mittaus- ja analyysitekniikkaa massavirtauksen analysointiin.

Tutkimuksissa käytetään myös uutta suurnopeusvideokameraa, jolla saadaan jopa 40 500 osakuvaa sekunnissa.

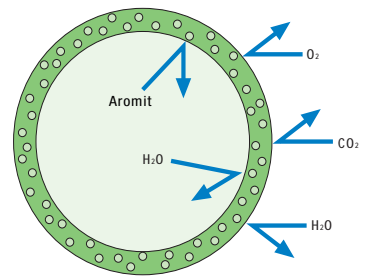
Hankkeita ovat rahoittaneet Jyväskylän Teknologikeskus, Tekes ja VTT Energia yhteensä 15 milj. markalla.

### Säilyvyyttä ja suojaa elintarvikkeille

VTT Bio- ja elintarviketekniikan tutkimuksissa on todettu, että suurpainetekniikka soveltuu hyvin lihavalmisteen, tuoreraasteiden sekä marja- ja hedelmätuotteiden prosessointiin ja säilöntään. VTT:ssä on tutkittu myös elintarvikkeiden laadun parantamista päällystämällä ne biopolymeerikalvolla.

Suurpainetekniikka parantaa elintarvikkeiden säilyvyyttä, rakennetta ja usein myös nautittavuutta. Suurpainekäsittelyn matalassa lämpötilassa pienimolekyyliset yhdisteet, kuten vitamiinit ja aromit, säilyvät paremmin kuin lämpökäsittelyssä. Tekniikan vaikutuksia elintarvikkeeseen on tutkittu laajassa EU-projektissa ja useissa kotimaisissa hankkeissa.

Mielenkiintoinen keino parantaa elintarvikkeiden laatua on päällystää tuote tai osia siitä biopolymeeristä valmistetulla suojakalvolla. Luonnollisia kalvomateriaaleja ovat tärkkelys, algiinaatti, proteiinit ja lipidit tai näiden seokset. VTT:n, Tekesin ja EU:n rahoittamissa projekteissa on tutkittu biopolymeerikalvojen ja -päällysteiden teknologiaa, ominaisuuksia ja käyttökohteita, joita ovat muun muassa terveysvaikutteiset elintarvikkeet ja lääkevalmisteet. Valmiita tekniikoita ei ole käytettävissä, joten biopolymeerien soveltuvuus laadun parantamiseen tai teknologisiin ongelmiin on tutkittava tuotekohtaisesti.



*VTT:ssä on tutkittu sekä biopolymeerikalvolla päällystämisen että suurpainekäsittelyn vaikutuksia elintarvikkeiden säilyvyyteen.*



## Energian tuotannon ja käytön tehostaminen ja päästöjen vähentäminen

### Enemmän sähköä dieselvoimalasta

Wärtsilä NSD on johtava keskinopeiden dieselmoottoreiden valmistaja, jolla on merkittävä markkinaosuus muun muassa Aasiassa sähköntuotantoon käytettävien dieselvoimaloiden markkinoilla. VTT Energia on ollut vuodesta 1995 mukana kehittämässä dieselmoottoriin perustuvaa voimalakonseptia, jossa sähkön tuoton nettohyötysuhde kohotetaan 55 % tasolle.

Dieselvoimalan etuna on ollut lyhyt rakennusaika ja mahdollisuus hyödyntää laajaa polttoainevalikoimaa. Kiristyneessä kilpailussa tuotettu sähkömäärä on kuitenkin



*Laskennalliset keinot ovat keskeisiä pyrittäessä optimoimaan dieselmoottoriin perustuvan voimalan rakennetta.*

entistä tärkeämpi. Tutkimushankkeen ensimmäisessä vaiheessa moottoriin perustuvan voimalan rakennetta optimoitiin laskennan keinoin tavoitteena maksimoida sähkön tuotto. Työ tehtiin pääosin VTT Energiassa.

Kehitystyön tuloksena syntyneitä uusia konstruktioita on myöhemmin kokeiltu VTT:ssä 1,5 MW Vasa 4L32 moottorissa ja Wärtsilä NSD:n moottorilaboratoriossa suuremmassa 46-moottorissa. Konstruktioilta vaaditaan paitsi toivottuja muutoksia energiataseeseen myös luotettavuutta.

Uusien konstruktioiden osalta työ jatkuu edelleen. Voimalakonseptin testaamiseksi ollaan rakentamassa referenssilaitosta Vaasan Vaskiluotoon.

### Arktinen tuulivoima tuotteistamisvaiheessa

Arktisen tuulivoiman tutkimus alkoi VTT:ssä vuonna 1990, kun Lapin tuntureiden tuulisuustutkimuksista oli saatu lupaavia tuloksia. Ensimmäinen lapalämmitysjärjestelmällä varustettu tuulivoimala pystytettiin Pelkosenniemen Pyhätunturille vuonna 1993. Lapalämmitysjärjestelmää kehitettiin edelleen tietokonemallinnusten ja käytännön kenttäkokeiden pohjalta. Ensimmäiset kaupalliset lapalämmitysjärjestelmällä varustetut tuulivoimalat pystytettiin Enontekiön Lammasoavin tunturille syksyllä 1996.

VTT:ssä kehitettyjen virtauskenttä- ja lämmönsiirtomallien avulla on saatu selvitettyä lapalämmityselementtien asennuskohdat sekä oikeat pintatehojakaumat. Lisäksi vuotuista lapalämmitysenergian kulutusta on voitu huomattavasti alentaa kehittyneen jäätunnistuksen ja lämmityksenohjauksen avulla. Aiemmin käytettyihin pintaelementteihin verrattuna tuulivoimalan lapoihin integroidut lämmityselementit ovat osoittautuneet mekaanisesti luotettavammaksi ratkaisuksi.

Lapalämmitysjärjestelmän tuotteistamista edesauttaa kesällä 1997 Kemijoki Oy:n ja VTT Energian välillä solmittu sopimus. VTT Energia tulee jatkamaan arktisen tuulivoiman kehitystä suunnittelemalla lämmityselementtejä erilaisiin tuulivoimaloihin sekä kehittämällä lämmityksen ohjausjärjestelmää ja lämmitysjärjestelmän integrointia tuulivoimalan rakenteisiin. Kemijoki Oy:n osaksi tulee arktisen tuulivoiman rakentamisen ohella sen tuotteistaminen ja markkinointi. Yhteisenä tavoitteena on teknisesti luotettavan ja kustannusrakenteeltaan kehittyneen, arktisen tuulivoimatekniikan kehittäminen.



*Arktisen tuulivoiman sovelluskohteita löytyy Pohjoismaiden, Kanadan ja Venäjän lisäksi myös muun muassa Keski-Euroopan, Kiinan ja Japanin vuoristoalueilta.*



*Lämmönkulutus on pystytty puolittamaan uusilla ratkaisuilla energiaa säästävissä kerrostaloissa asumismukavuuden ja äänieristyksen kärsimättä.*

### Energiaa säästäviä asuinkerrostaloja

VTT Rakennustekniikka on yhteistyössä yritysten kanssa kehittänyt ratkaisuja energian säästämiseksi asuinkerrostaloissa. Uusilla ratkaisuilla koetalossa on pystytty puolittamaan lämmönkulutus ja käyttövetä on säästynyt lähes kolmannes kerrostalojen tavanomaiseen kulutukseen verrattuna.

Rakennus- ja talotekniikan yhteensovittamisella on saatu toteutetuksi toimiva ja edullinen asuinkerrostalo. Energiaa säästävä koekerrostalo, jossa on viihtyisiä sisäilmasto ja hyvä äänieristys, on rakennettu kustannuksia oleellisesti lisäämättä. Asukkaat voivat itse säätää ilmanvaihtoa toiveidensa mukaisesti sekä ilmalämmityksessä että lattialämmityksessä huoneistoissa. Välikerrosten asunnot eivät kuluta juurikaan lämmitysenergiaa.

Energiaa säästävien talojen kehitystyötä ja teknologian kansainvälistämistä ja kaupallistamista jatketaan perusparannettavassa asuinkerrostalossa ja Saksaan rakennettavissa Besser Wohnen -taloissa. Tavoitteena on siirtyä ympäristöä säästävään rakentamiskäytäntöön koetalossa käytettyjen ratkaisumallien tuotteistamisen avulla.

Pk-yritykset ovat olleet energiaa säästä-

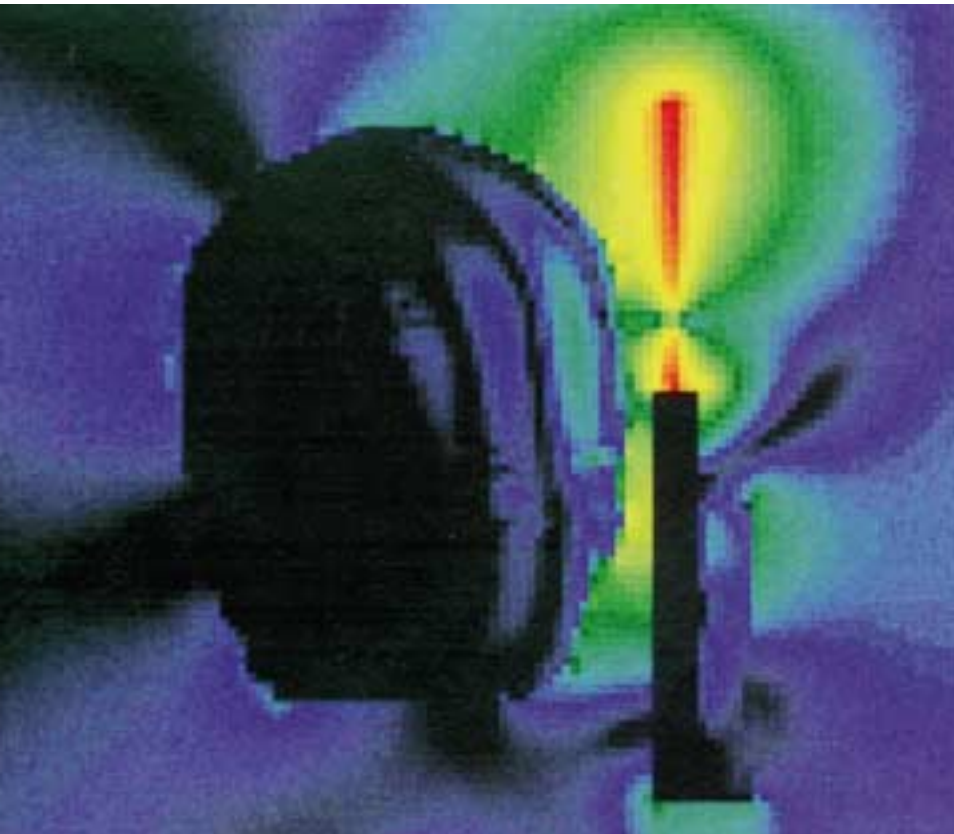
vien asuinkerrostalojen kehitystoiminnan katalysaattoreina. Tekesin Raket-tutkimusohjelman Asu Paremmi-projektissa olivat mukana Fenestra Oy, Helsingin kaupungin asuntotuotantotoimisto ATT, Konsulttitoimisto Ilkka Hämäläinen Ky, LVI-Parmair Oy, Oras Oy, NCC-Puolimatka Oy, Outokumpu Poricopper Oy, Parma Metals Oy, Paroc Oy, Senewa Oy LVI-Suunnittelupalvelu, Suomen LVI-Tukku Oy, Tekes, Oy Uponor Ab, Valtakunnallinen vuokratalosuuskunta VVO ja VTT Rakennustekniikka.

## Informaatio- tekniikan käytön tehostaminen

### Matkapuhelimen käytöstä ei haittaa terveydelle

VTT Tietotekniikka on kehittänyt matkapuhelinten mahdollisten terveysvaikutusten tutkimusta tukevan laskennallisen menetelmän, jolla matkapuhelimen antennin synnyttämät radiotaajuiset sähkö- ja magneettikentät henkilön kudoksissa voidaan määrittää. Tutkimus oli osa VTT Tietotekniikan koordinoimaa kotimaista tutkimusohjelmaa. Haitallisia terveysvaikutuksia ei havaittu.

Laskentamenetelmässä henkilö kuvataan numeerisella mallilla, joka on anatominen



Simulaatiokuvassa matkapuhelimen radiotaajuiset kentät antennin läbiympäristössä.

ja jossa eri kudokset erottuvat. Matkapuhelin mallitetaan vastaavalla tavalla. Tietokentistä kudoksissa on tarpeen sen vuoksi, että altistukselle on asetettu enimmäisrajat niiden avulla. VTT:n osuuden lisäksi tutkimusohjelmaan kuului kenttien mittaustekniikan kehittämistä sekä biologinen osuus, jossa etsittiin kenttien vaikutusta aivosähkötoimintoihin tai syövän kehitysnopeuteen.

Tärkeän osan tutkimusohjelmasta muodosti kansainvälinen yhteistyö COST 244 -projektin puitteissa. Kotimaiset yhteistyö-

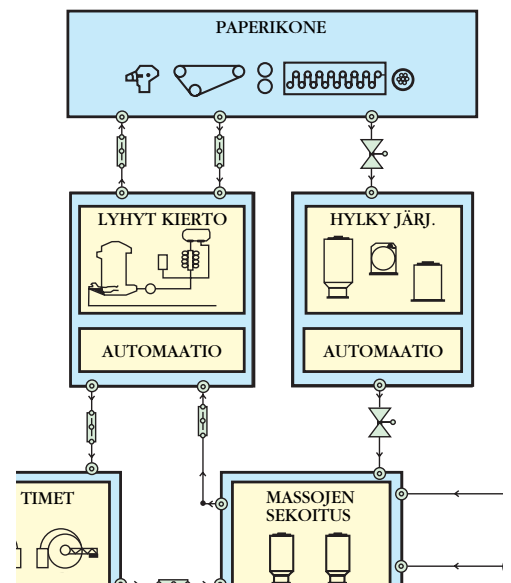
kumppanit olivat Säteilyturvakeskus, Työterveyslaitos ja Kuopion yliopisto. Kaikkiaan 23 tutkijaa osallistui tutkimustyöhön. Rahoittajina olivat alan kotimainen teollisuus ja operaattorit sekä Tekes ja Työsuojelurahasto.

### Paperin tuotantoon tehoa simuloimalla

VTT Automaatio on kehittänyt APMS-simulointiohjelmiston, jonka avulla voidaan merkittävästi parantaa monimutkaisten sellu- ja paperiprosessien hallintaa ja sitä kautta saavuttaa kustannussäästöjä.

APMS (Advanced Pulp and Paper Mill Simulator) on monikäyttöinen työkalu prosessin elinkaaren kaikkiin vaiheisiin. Simulointiohjelmistoa käytetään prosessin suunnitteluun, operaattorien koulutukseen, käytön harjoitteluun, säätöjen virittämiseen, automaatiojärjestelmän testaamiseen, ajotapojen kehittämiseen ja tulevien prosessimuutosten suunnitteluun.

Ohjelmisto on otettu hyvin vastaan sellu- ja paperiteollisuudessa. Sitä on käytetty muun muassa operaattoreiden koulutukseen usealla eri tehtaalla, vähävetisen paperinvalmistusprosessin dynamiikan tutkimiseen sekä lajinvaihtojen automaatiikan kehittämiseen.



APMS-simulointiohjelmisto auttaa parantamaan sellu- ja paperituotannon prosessien hallintaa.





*Suurten laite-toimitusten hyvin laajan dokumentaation jakelu ja koostaminen helpottuu, kun yhdistetään tuotetieto rakenteiseen dokumentointiin.*

### Apu laite-toimitusten asiakasdokumentaatioon

VTT Tietotekniikka on kehittänyt yhdessä Valmet Oyj:n kanssa tavan ja ohjelmistoratkaisut, joilla yhdistetään paperikoneen tuotetieto ja rakenteinen dokumentaatio. Ratkaisu helpottaa suuriin laite-toimituksiin liittyvän asiakasdokumentaation koostamista ja jakelua.

Suurten kone- ja laite-toimitusten valmistus tapahtuu yleensä maantieteellisesti hajautetusti ja niihin osallistuu useita yksiköitä yrityksen sisältä niin kotimaassa kuin ulkomailla samoin kuin ulkopuolisia alihankkijoita. Ongelmana on toimitukseen liittyvä asiakasdokumentaation koostaminen ja jakelu hajautetussa globaalissa verkottuneessa ympäristössä. Ongelmaa helpottavat ohjelmistoratkaisut, joissa yhdistetään tuotemallit ja rakenteinen dokumentointi.

Tuotemallilla tarkoitetaan standardoitua tapaa rakentaa tuotetta koskevat tiedot digitaalista tiedonsiirtoa ja sovellusohjelmien tiedonkäsittelyä varten. Tuotemallin ja räätälöidyn käyttöliittymän avulla voidaan nyt luoda erilaisia näkymiä dokumenttivarastoon ja automaattisesti koostaa rakenteinen dokumentaatio asiakastoimitusta varten.

VTT Tietotekniikka, Valmet Oyj ja Airbus Industrie tekevät T&K-työtä myös EU:n Telematics-ohjelman DOCSTEP2-projektissa 1996 – 98. Tavoitteena on kehittää teknisen dokumentoinnin tuottamis- ja hallintajärjestelmä monikieliseen ympäristöön hyödyntäen myös siinä rakenteisen dokumentoinnin ja tuotetiedon hallinnan teknologioita, kuten SGML ja STEP.

### Puutuotteiden testaukselle JAS-hyväksyntä

Japanin maa-, metsätalous- ja kalastusministeriö MAFF on myöntänyt VTT Rakennustekniikalle oikeuden testata ja tarkastaa Suomesta Japaniin vietäviä puutuotteita. Tämä JAS-hyväksyntä koskee sahatavaraa ja sen jatkojalosteita, liimapuuta, kertopuuta ja vaneria.

VTT Rakennustekniikka on solminut sopimukset sahatavaran ja liimattujen puurakenteiden alakohtaisten hyväksyntäjärjestöjen JLA:n ja JPIC:n kanssa. Nämä japanilaiset järjestöt myöntävät yrityksille varsinaisen JAS-sertifikaatin. Sopimusten mukaan tuoteryhmään kuuluvien Japaniin vietävien puutuotteiden laadunvalvonta voidaan kokonaisuudessaan tehdä Suomessa. Tämä helpottaa erityisesti pienten yritysten toimintaa, sillä ne voivat toimia äidinkielellään, vaikka kaikki Japaniin menevät paperit pitääkin toimittaa japaninkielisinä. VTT voi tarjota palvelua myös ulkomaisille asiakkaille.

VTT Rakennustekniikan puutuotteita testaavien ryhmien pätevyys osoitettiin japanilaisille laatudokumenttien avulla. Kun MAFF oli hyväksynyt hakemuksen, JLA ja JPIC kouluttivat VTT:n toimintaan osallistuvia henkilöitä viikon ajan. Koulutuksen aikana todettiin, että Japanin ja muiden maiden laadunohjausjärjestelmissä on runsaasti yhtäläisyyksiä. Ajattelutapa kuitenkin poikkeaa erityisesti alkutarkastukseen liittyvien menettelyjen osalta.

### Teollisen rakentamisen uudistaminen ja rakennetun ympäristön parantaminen

*JAS-sopimuksen mukaan VTT voi boittaa vanerin ja muiden puutuotteiden laadunvalvontaa myös Japanin markkinoilla.*



*Koetiekoneen avulla saadaan nopeasti tietoa tierakenteiden kestävydestä todellisissa olosuhteissa.*



### Ratkaisuja rakenteiden homeongelmiin

Homeongelman hallintaan saanti edellyttää kosteusteknisesti toimintavarmojen ratkaisujen käyttöönoton lisäksi kehitystä sekä rakentamisprosesseissa että rakennusten käytön laatu- ja turvallisuudessa. VTT Rakennustekniikassa on rakennusten kosteusteknistä tutkimustoimintaa suunnattu voimakkaasti sekä homeongelmiin liittyvän tutkimustiedon tuottamiseen että sen soveltamiseen. Tutkimukset ovat tuottaneet uutta tietoa niistä syistä, jotka aiheuttavat homeen kasvua, sekä keinoista, joilla homeetta voidaan torjua.

Homeitiöitä on kaikkialla luonnossa ja niiden tartunnalta ei voi välttyä. Homeen kasvu alkaa aina, kun kasvuolosuhteet ovat otolliset. Homeiden kasvuun vaikuttavat oleellisesti ravinnon saatavuuden ohella rakenteiden ja rakennusten lämpötila ja kosteus. Homekasvun kriteeristö rakennuspuun pinnalla on nyt tunnistettu ja mallinnettu. Malli on liitetty rakenteiden lämpö- ja kosteusolojen simulointimalleihin ja ensimmäiset pitkäaikaisennusteet homeen kasvusta puurakenteissa ovat valmistuneet.

VTT Rakennustekniikka on voinut tulosten pohjalta edistää sellaisen rakennusteknologian käyttöönottoa, joka tuottaa sekä homeen kasvulle että muille biologisille prosesseille huonosti soveltuvia rakennuksia ja rakenteita. Osana tutkimustoimintaa on kehitetty myös menetelmiä rakenteiden ja materiaalien kosteusmittaukseen, kemiallisia torjuntamenetelmiä homekasvun estoon sekä tekniikoita rakennusten kuntotutkimukseen.

Vientiin tarkoitettujen ratkaisujen kosteusteknisen toimivuuden mitoitus palvelee Suomen teollisuuden kilpailukykyä myös tulevaisuudessa. Rakennusmateriaalien kosteusmittausten ja puun kemiallisten suojakäsittelyjen eurooppalaisissa tutkimusohjelmissa saadut tulokset selkeyttävät osaltaan homeongelmien hallintaa.

### Koetiekoneella tietoa tierakenteista

Suomessa on Tielaitoksen rahoittamana meillä Teiden päällyys- ja pohjarakenteen tutkimusohjelma (TPPT). Sitä varten Tielaitos ja VTT Yhdyskuntatekniikka hankkivat yhdessä Ruotsin tielaitoksen ja tietutkimuslaitoksen kanssa koetiekoneen, jolla hallituissa vertailukelpoisissa olosuhteissa saadaan muutamassa kuukaudessa rasitetuksi todellista tierakennetta monien vuosien liikennemäärällä.

Kiihdytetty rasitus saadaan aikaan tiheästi toistuvilla kuormituksilla ja joskus todellisuutta suuremmilla akselipainoilla. Kuormituksena on normaali kuorma-auton pyörä. Koetiekonetta käytetään kiinteässä yhteistyössä, laite on vuoden kerrallaan Suomessa ja Ruotsissa. Se on ainoa liikuteltava koetiekone Euroopassa. Tutkimukset on suunniteltu täydentämään toisiaan, joten päällekkäiseltä työltä vältetään ja käytön tehokkuus paranee.

Tierakenne instrumentoidaan anturein, joilla mitataan jännityksiä ja muodonmuutoksia tierakenteen eri osissa. Näissä mittauksissa VTT:llä on kansainvälisesti erittäin hyvä kokemus. Rakenteiden toiminta mallinnetaan. Koetiekone on usein osa mallinuksessa tarvittavien laboratoriokokeiden, koeratakokeiden ja koetien ketjussa.

Koetiekone on omimmillaan uusien materiaalien, kuten teollisuuden sivutuotteiden tai bitumiemulsioiden käytön tutkimisessa, sillä niiden käyttäytymisestä tiessä saadaan vain vähän tietoa laboratoriokokeiden perusteella.



*Tutkimus on tuottanut uutta tietoa kosteusteknisesti toimintavarmista ratkaisuista, joilla rakenteiden homeongelmia voidaan torjua.*



*Suomen ensimmäinen suuritehoinen Nd:YAG-laser palvelee uuden laserteknologian siirtämisessä konepajoihin.*

### **Tehokkaampaa teknologian siirtoa pk-yrityksiin**

VTT Valmistustekniikassa toteutetussa tutkimusohjelmassa etsittiin toimivia tapoja siirtää uutta teknologiaa ja tietämystä pk-yrityksille. Teknologian siirron tehostamiseksi ohjelmassa kehitettiin VTT Valmistustekniikan tuoterakennetta ja toimintatapoja sekä vahvistettiin yhteyksiä pk-yrityksiin. Tulokset osoittavat, että osaamisen tuotteistaminen ja kohdentaminen ovat edellytyksiä pk-yritysten palvelemiseksi.

Osaamista tuotteistettiin sellaiseksi, että pk-yritysten on helpompi ostaa t&k-palveluja. Koko asiakaspinnan hoitoa kehitettiin tekemällä siitä oma prosessinsa. Olennaisena osana oli myös myyntiaineiston uudistaminen ja vastuuhenkilöiden myyntikoulutus. Pk-yrityksiin etsittiin yhteyksiä erilisten verkostojen, teknologiaklinikoiden ja paikallisten yhteistyökumppaneiden avulla. Ulkomaisen tutkimus- ja kehitystoiminnan aloittamista pk-yrityksissä edistettiin Tekesin hankkeessa, jossa valmisteltiin EU:n CRAFT-hankkeita.

Korkean teknologian pk-yritykset osaa- vat tutkimustoiminnan tuntemuksensa ansiosta hyödyntää VTT:n osaamista. Tavallisesti pk-toimeksiantojen kannattava hankkiminen edellyttää kuitenkin paikallista toimintatapaa, joka on järjestettävissä esimerkiksi Tekesin teknologiaklinikoiden tai paikallisten yhteistyökumppaneiden, kuten teknologia- ja osaamiskeskusten ja ammattikorkeakoulujen kanssa. Olennaisena osana teknologian siirtoa on rahoitusmahdollisuuksien ja yritystoimintaan liittyvien toimintatapojen nykyistä parempi tuntemus. Tämä edellyttää hyvää yhteistyötä monien VTT:n ulkopuolisten tahojen kanssa.

### **Käytettävyysklinikka auttaa pk-yrityksiä**

Käytettävyysklinikka on yksi viidestätoista Tekesin johdolla käynnistetystä klinikasta, joiden kautta pk-yritykset voivat hyödyntää tutkimuslaitosten, korkeakoulujen, yliopistojen ja konsulttitoimistojen osaamista. Käytettävyysklinikka auttaa yrityksiä tuotteiden käytön helppoutta, turvallisuutta ja ergonomisuutta koskevissa kysymyksissä. Tuoreen klinikkatoimintaa koskevan evaluoinnin mukaan on selviä todisteita siitä, että klinikkatoiminnalla on todella onnistuttu tehostamaan yhteyksiä pk-sektorin ja t&k-palvelujen tuottajien välillä.

Käytettävyysklinikka syntyi monivuotisen sähkö- ja elektroniikkateollisuuden yritysten kanssa toteutetun Tekes-ohjelman tuloksena. Klinikkan toiminnassa ovat palvelujen tuottajina VTT Valmistustekniikan lisäksi olleet mukana TKK, Tampereen yliopisto ja Työterveyslaitos.

Käytettävyysklinikkan asiakkaina ovat olleet lähinnä metalli- sekä sähkö- ja elektroniikkateollisuuden yritykset. Toimeksiannoissa on tavoitteena useimmiten ollut prototyypivaiheessa olevan tuotteen käytettävyyden arviointi ja kehittäminen. Osa hankkeista on kohdistunut selkeästi tuotteen turvallisuusominaisuuksien parantamiseen ja tuotedokumentoinnin kehittämiseen. Muutamissa hankkeissa on päästy mukaan jo tuotekehityksen määrittelyvaiheeseen, jolloin tuotteen käytettävyyden varmistaminen on helpointa ja taloudellisinta.

Tulevaisuudessa käytettävyysklinikka keskittyy muun muassa tulevaisuuden käyttöliittymien kehittämiseen ja ohjelmistojen käytettävyyden varmistamiseen. Haasteena klinikkatoiminnassa on markkinointi, sillä on osoittautunut vaikeaksi tavoittaa pieniä, palveluita tarvitsevia yrityksiä.

## **Uusien yritysten syntymisen ja pk-yritystoiminnan edistäminen**



*Käytettävyysklinikka auttaa yrityksiä käyttäjäkeskeisessä tuotekehityksessä.*

## HALLITUS

## JOHTORYHMÄ

VTT Elektroniikka

VTT Tietotekniikka

VTT Automaatio

VTT Kemianteekniikka

VTT Bio- ja elintarviketekniikka

VTT Energia

VTT Valmistustekniikka

VTT Rakennustekniikka

VTT Yhdyskuntatekniikka

Tieto- ja konsernipalvelut

## Hallitus 1.1. 1998

## Puheenjohtaja:

Jukka Viinanen, toimitusjohtaja, Neste Oy

## Varapuheenjohtaja:

Alpo Kuparinen, neuvotteleva virkamies, KTM

## Jäsenet:

Sari Baldauf, johtaja, Nokia-yhtymä

Pirjo Harjunen, yksikönjohtaja,

Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry

Ulla Sirkeinen, johtaja,

Teollisuuden ja Työnantajain Keskusliitto

Markku Mannerkoski, pääjohtaja, VTT

Jyrki Halomo, tutkija, VTT

## Johtoryhmä

Pääjohtaja, ylijohdaja,

hallintojohtaja ja tutkimusjohtajat

## VTT Elektronikka

Johto  
Kaitoväylä 1  
PL 1100, 90571 Oulu  
Puh. (08) 551 2111  
Faksi (08) 551 2320

Mikroelektronikka  
Tekniikantie 17, Espoo  
PL 1101, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7012

Elektroniikan piirit ja järjestelmät  
Kaitoväylä 1  
PL 1100, 90571 Oulu  
Puh. (08) 551 2111  
Faksi (08) 551 2320

Sulautetut ohjelmistot  
Kaitoväylä 1  
PL 1100, 90571 Oulu  
Puh. (08) 551 2111  
Faksi (08) 551 2320

Optoelektronikka  
Kaitoväylä 1  
PL 1100, 90571 Oulu  
Puh. (08) 551 2111  
Faksi (08) 551 2320

## VTT Tietotekniikka

Johto  
Tekniikantie 4 B, Espoo  
PL 1200, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7024

Tietojärjestelmät  
Tekniikantie 4 B, Espoo  
PL 1201, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 6027

Tietoliikenne  
Otakaari 7 B, Espoo  
PL 1202, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7013

Multimedia  
Tekniikantie 4 B, Espoo  
PL 1203, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7028

Painoviestintä  
Tekniikantie 4 B, Espoo  
PL 1204, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2839

Markkinointipisteet:  
Graafisen tekniikan  
markkinointipiste  
Tekniikantie 4 B, Espoo  
PL 1205, 02044 VTT  
Puh. (09) 456 5240  
Faksi (09) 455 2839

Terveydenhuollon tekniikan  
markkinointipiste  
Hermiankatu 12 B  
PL 1206, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 317 4102

## VTT Automaatio

Johto  
Hermiankatu 8 G  
PL 13001, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 316 3494

Teollisuusautomaatio  
Tekniikantie 12, Espoo  
PL 1301, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 6752

Koneautomaatio  
Hermiankatu 8 G  
PL 13021, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 316 3494

Mittaustekniikka  
Otakaari 7 B, Espoo  
PL 1304, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7029

Tuotetekniikka  
Otakaari 7 B, Espoo  
PL 13051, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7042

Mekaniikka  
Metallimiehenkuja 8, Espoo  
PL 1303, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 3349

## VTT Kemiantekniikka

Johto  
Biologinkuja 7, Espoo  
PL 1400, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7026

Teollisuusfysiikka  
Otakaari 3 A, Espoo  
PL 1404, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 6390

Materiaalitekniikka  
Tekniikankatu 1  
PL 1402, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 316 3498

Ympäristötekniikka  
Betoniemiehenkuja 5, Espoo  
PL 1403, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7022

Prosessitekniikka  
Biologinkuja 7, Espoo  
PL 1401, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 460 041

Mineraalitekniikka  
Tutkijankatu 1  
PL 1405, 83501 Outokumpu  
Puh. (013) 5571  
Faksi (013) 557 557

Analyyssipalvelut  
Biologinkuja 7, Espoo  
PL 1401, 02044 VTT  
Puh. (09) 456 5280  
Faksi (09) 456 7026

## VTT Bio- ja elintarvike- tekniikka

Johto  
Biologinkuja 1, Espoo  
PL 1500, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2103

Biotekniikka  
Tietotie 2, Espoo  
PL 1501, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2028

Elintarviketekniikka  
Biologinkuja 1, Espoo  
PL 1500, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2103

Geenitekniikka  
Biologinkuja 1, Espoo  
PL 1500, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2103

Mikrobiologia ja turvallisuus  
Tietotie 2, Espoo  
PL 1501, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2028

## VTT Energia

Johto  
Koivurannantie 1  
PL 1603, 40101 Jyväskylä  
Puh. (014) 672 611  
Faksi (014) 672 597

Uudet energiatekniikat  
Biologinkuja 3–5, Espoo  
PL 1601, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 460 493

Ydinenergia  
Tekniikantie 4 C, Espoo  
PL 1604, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 5000

Energian tuotanto  
Koivurannantie 1  
PL 1603, 40101 Jyväskylä  
Puh. (014) 672 611  
Faksi (014) 672 597

Energian käyttö  
Koivurannantie 1  
PL 1603, 40101 Jyväskylä  
Puh. (014) 672 611  
Faksi (014) 672 596

Energiajärjestelmät  
Tekniikantie 4 C, Espoo  
PL 1606, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 6538

## VTT Valmistustekniikka

Johto  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1700, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7020

Turvallisuustekniikka  
Tekniikankatu 1  
PL 1701, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 316 3499

Materiaali- ja konepajatekniikka  
Metallimiehenkuja 2-6, Espoo  
PL 1703, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 463 118

Käyttötötekniikka  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1704, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7002

Voimalaitosten  
materiaalitekniikka  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1704, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7002

Laiva- ja konetekniikka  
Tekniikantie 12, Espoo  
PL 1705, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 0619

## VTT Rakennustekniikka

Johto  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1800, 02044 VTT

Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7031

Rakennusfysiikka, talo- ja  
palotekniikka  
Lämpöemiehenkuja 3, Espoo  
PL 1804, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2408

Rakentaminen ja  
kiinteistönhallinta  
Tekniikankatu 1  
PL 1802, 33101 Tampere  
Puh. (03) 316 3111  
Faksi (03) 316 3497  
Kaitoväylä 1  
PL 18021, 90571 Oulu  
Puh. (08) 551 2111  
Faksi (08) 551 2090

Rakennusmateriaalit ja -tuotteet  
sekä puutekniikka  
Puumiehenkuja 2 A, Espoo  
PL 1806, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7027

Strateginen teknologiakehitys  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1808, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7040

Palvelukeskus  
Betoniemiehenkuja 3, Espoo  
PL 18011, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7006

→

**VTT Yhdyskuntatekniikka**

Johto  
Kemistintie 3, Espoo  
PL 1900, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 455 2126

Liikenne, logistiikka ja  
yhdyskunnat  
Metallimiehenkuja 10, Espoo  
PL 1902, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 464 850

Väylät ja ympäristö  
Lämpömiehenkuja 2, Espoo  
PL 19031, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 463 251

**VTT Tietopalvelu**

Johto  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2000, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 4374

**Konsernipalvelut**

Johto  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2100, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7009

VTT:n infra  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2103, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7009

Hallintopalvelut  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2101, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7015

Markkinaperusteiset palvelut  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2103, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7009

**Johto ja esikunta**

Pääjohtaja  
Markku Mannerkoski  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7000

Ylijohtaja  
Jarl Forstén  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7000

Hallintojohtaja  
Pentti Grönberg  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7000

Teknologian tutkimuksen ryhmä  
Tekniikantie 12, Espoo  
PL 1002, 02044 VTT  
Puh. (09) 4561  
Faksi (09) 456 7007

**Lisätietoja:**

VTT/Viestintä  
Vuorimiehentie 5, Espoo  
PL 2104, 02044 VTT  
Puh. (09) 456 6741  
Faksi (09) 456 7011

VTT:n esikunta  
Tiedotuspäällikkö Matti Krank  
PL 1000, 02044 VTT  
Puh. (09) 456 6747  
Faksi (09) 456 7000

Tarkempia tietoja tutkimuksista  
saa tutkimusyksiköistä.

VTT:n vuosikertomuksen ja  
muuta tiedotusmateriaalia voi  
tilata VTT:n viestinnästä,  
puh. (09) 456 6741 tai  
faksi (09) 456 7011.

Lisätietoa VTT:stä on myös  
Internetissä osoitteessa  
[www.vtt.fi/](http://www.vtt.fi/)  
Vuosikertomus on osoitteessa  
[www.vtt.fi/docs/VTTtoday.htm](http://www.vtt.fi/docs/VTTtoday.htm)

Sähköpostiosoitteemme ovat  
muotoa:  
etunimi.sukunimi @vtt.fi

Toimitus:  
VTT:n viestintä

Graafinen suunnittelu:  
EastStreet Oy

Kuvat:  
Wärtsilä NSD  
Tunturipyörä Oy  
Timo Kauppila, Indav Oy  
Heikki Perón  
J-P Metsävainio Design Oy  
Kuvakulma Kulmala & Peltonen Oy  
Kai Tirkkonen, Kuvamedia  
Paloheimo Oy  
Merja Tulokas  
Valmet Oyj/Veijo Kämäräinen  
Erkki Makkonen, VTT Valmistustekniikka  
VTT:n tutkijat

Tämä vuosikertomus on painettu Galerie Art Silk  
-taidepainopaperille, jolle on myönnetty pohjois-  
mainen ympäristömerkki.

ISBN 951-38-4587-7  
Libris Oy 1998



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS  
Vuorimiehentie 5, Espoo, 02044 VTT  
Puh.vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 7000  
[www.vtt.fi](http://www.vtt.fi)