



ETX, TLX and Telectronics

The future of the Finnish electric and electronics industry rests on rightly targeted research investments. Finland's hi-tech industry has risen in ten years to a completely new level. More impetus has been provided to the expertise through the ETX and TLX programmes of Tekes, the National Technology Agency of Finland and the Telectronics programme of the Academy of Finland.

TLX was the first national programme with a specific focus on telecommunications, whereas there had already been two earlier programmes in the electronics area in the late 80's and in the beginning of 90's. The programmes consisted of 15 thematic groups in total.

ETX consisted of 194 projects with a total volume of 900 Million FIM, i.e. approximately 150 Million euros and TLX of 154 projects with a total volume of 810 Million FIM i.e. approximately 135 Million euros. A comprehensive report about the contents and the results of the projects will be given in the context of the last annual seminar of these programmes on March 12, 2002 at Finlandia House in Helsinki.

The Telectronics programme of the Academy of Finland started in 1998. The programme was concluded at the end of 2000, but a new Telectronics II programme was started in March 2001.

It can already be stated that the technological level and understanding in the topics of these programmes have improved considerably during these years. The programmes have worked as an important frame for national, collective learning.

More information of these programs can be found at the Internet www.tekes.fi and www.aka.fi/nocombo/electronics/FinMain.html.

Suomalainen osaaminen jalostui Teknologiaohjelmilla tehoa kehitykseen

Neljä vuotta sitten aloitetut elektroniikan ja tietoliikenteen teknologiaohjelmat jalostivat alojen osaamista. Ohjelmien avulla luotiin teknisten ja tieteellisten tulosten lisäksi merkittävää yhteistyötä toimijoiden kesken.

Elektroniikan teknologioita haluttiin edistää laajalla rintamalla, ilman merkittäviä rajoituksia. Ohjelmasta ulos jäi esillä olleista teemoista vain anturielektronikka, jolle oli näköpiirissä muita ohjelmaympäristöjä. ETX:ssä sovellettiin teemaattista rakennetta, joka pyrki kattamaan suomalaisen elektroniikan likimain laidasta laitaan.

Näin muodostui viidestä pääaihe ryhmästä koostuva ohjelman puite: "Elektroniikan materiaalit", "Kyvykäs tuotanto", "Piirit, komponentit ja rakennesosat", "Järjestelmät ja ohjelmistot" sekä "Prosessien hallinta".

Piirit, komponentit ja rakennesosat jakautuivat edelleen neljään alaryhmään: "Asiakspiirit", "Moderni RF-elektronikka", "Tehoelektronikka ja Elektroniikan mekaniikka", Prosessien hallinta puolestaan kolmeen muuhun: "Elektronikkajärjestelmien kokonaisluotettavuus", "Ympäristömyötäinen tuotesuunnittelu" sekä "Elektronikkateollisuuden palvelut ja perusrakenteet". Puitteen täydensi Laajakaistamurroksen elektroniikka-aihe ryhmä.

TLX-ohjelman vastaava aihe ryhmä joko oli viisisosainen: Laajakaistaiset runkoverkot, Accesstekniikat, Langattomuus ja mobiliteetti, Palvelut, laskutus, tietoturva sekä Tietoliikenteen uudet liiketoiminnot. TLX käynnistyi noin puoli vuotta ETX:n jälkeen, ja sen aihe ryhmä joko otti huomioon jo käynnissä olevan ETX:n rakenteen.

Ohjelmien alkuperäiset vo-



lyymitavoitteet olivat 200--300 Mmk (ETX) ja 200 Mmk (TLX). ETX:n kestoksi suunniteltiin neljä vuotta, ja TLX:n kolme vuotta.

Ohjelmien toimintamuodot

Koska kummastakin ohjelmasta oli odotettavissa suhteellisen suuria myös hankkeiden lukumäärällä mitattuna, pohdittiin alusta saakka sellaisia toimintatapoja, joiden avulla ohjelmien asiakkaille ja alan yhteisöille tarjoama lisäarvo maksimoituisi ja toisaalta johtamiskompleksiteetti olisi hallittavissa.

Lähtökohtana oli ajatus, että osapuolille koituisi monenlaista hyötyä, jos ohjelman yhteydessä onnistutaan synnyttämään runsaasti osapuolten välistä vuorovaikutusta.

Noin puolen vuoden operatiivisen suunnittelun tuloksena syntyi sovellettu aihe ryhmäkäytäntö. Samalla omaksuttiin tavoite, että perinteisen teknologiaohjelmatoiminnan ydintee-mojen (tekniikka, menetelmät, prosessit) rinnalla tarkasteltaisiin systemaattisesti teknologian kehittämisen liiketoiminnallisia perusteita, erityisesti markkinoiden näkymiä ja niistä alan kehittämistoimille johdettavia vaatimuksia. Tämä tavoite

perustui 1990-luvun lopulla tehtyihin havaintoihin, joiden mukaan teknisen tiedon kaupallistuminen Suomessa oli hitaampaa kuin monessa kilpailijamaassa.

Ohjelman aihe ryhmät ovat alusta asti olleet teknisoperatiivisia yhteistoiminnan puitteita, joissa on edustettuina sekä tutkimusmaailman että yritysten edustajia. Ryhmille annettiin mm. tehtäväksi tarkentaa ja pitää yllä oman aihepiirinsä näköaloja, elektroniikan ja tietoliikenteen visioita. Tätä informaatiota käytettiin sittemmin ohjelmien edetessä tarkentavaan tavoitteenasetantaan ja uusien hankkeiden hyväksymispäätösten tukena.

Aihe ryhmien visiointityö tuottikin runsaasti aineistoa alan teknologiapanostusten suuntaamiseen myös pidemmällä tähtäimellä, kansallisen strategian mielessä.

Aihe ryhmässä oli mahdollista ohjelman osapuolten tavata samantyyppisten teemojen kimpussa työskenteleviä kollegoita sekä vaihtaa kokemuksia saavutetuista välituloksista ja kohdatuista ongelmista. Niitä kaikkia valotettiin yhteensä noin 80 seminaarissa ja työpajassa neljän vuoden aikana.

Yhteiset tilaisuudet toimivat

myös erinomaisena verkottumisen foorumeina: syntyi paljon kokonaan uusia tuttavuuksia, yhteistyö- ja liikesuhteita.

Ohjelmien viestintä tukeutui ohjelmasesifisiin webbisivuihin, keskimäärin kerran kuukaudessa ilmestyvään monistettuun Instant-Proxy -tiedotuslehtiseen (jakelu ohjelmien päättyessä noin 1900 henkilölle), aiheyhämäsifisiin työpajoihin ja seminaareihin, koko ohjelmia kattaviin seminaareihin, sähköpostiin sekä koordinaattorin henkilökohtaiseen tiedottamiseen ja yhteydenpitoon, ml. maakuntiin suuntautuneet tiedotustilaisuudet.

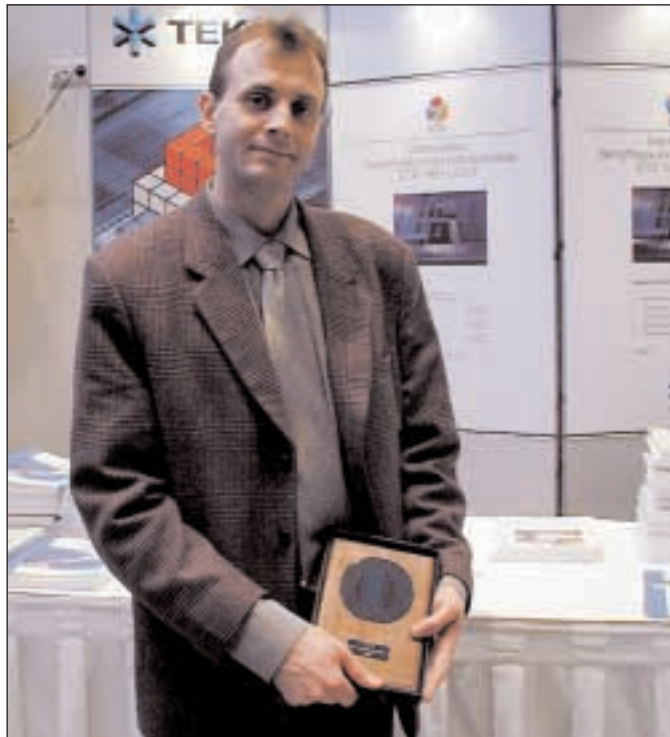
Teknisiä tuloksia, ETX
Teknologian kehittämisen tehtävänä on ensisijaisesti kasvattaa ymmärrystä tietyn tekniikan ja metodiikan suorituskyvystä sekä sen soveltavuudesta erilaisiin käyttökohteisiin. Teknologian kehitys nojaa sen vuoksi vahvasti erityisesti soveltavaan tutkimukseen, osittain myös perustutkimukseen.

Tuotekehitys puolestaan tähtää kehitetyn teknologian soveltamiseen kaupallisesti myytäviiin tuotteisiin ja niitä tukeviin palveluihin. Näistä toimintojen peruslähtökohtien eroista johdetaan, että tuotekehityksen tuloksesta on mahdollista kertoa kuvaamalla konkreettisen muodon saaneita fyysisiä tai aineettomia tuotteita ja -konsepteja.

Teknologian kehittämisen tulokset taas ovat usein laajallekin alan yhteisöön jakautunutta sekä spesifistä että hiljaista tietoa, kollektiivista viisautta ja asioiden ymmärrystä. ETX:ssä ja TLX:ssä on syntynyt kummankin tyyppisiä tuloksia, ja niistä tärkeimpiä valotetaan seuraavassa.

Elektroniikan ytimessä syntyi runsaasti uutta tietoa elektroniikan materiaalien alueella erityisesti piikiekkokojen puhdistuksesta sekä SOI-rakenteista. Tuloksia on jo siirretty alan yritysten valmistusprosesseihin hyvin kokemuksin: sekä kustannustehokkuus että valmistuksen laatu ovat parantuneet selvästi. Samalla ohjelmassa tunnistettiin tarpeita laajentaa materiaalien tutkimusta myös piin ulkopuolelle, sekä tarve panostaa lisää mallinnukseen ja simulointiin.

Elektroniikan tuotannon alueen tärkeimmät tulokset syntyivät projekteissa, joissa tutkittiin valmistuksen volyymien vaihtelun hallintaa, yhä pienenevien tuotteiden pakkaustekniikkaa, lyijytöntä liittämistä sekä uusien materiaalien valmistustekniikkalite asettamia vaatimuksia.



ETX ohjelman ASIC-aihealueryhmä sai kunniamaininnan helmikuussa 2001 järjestetyssä vuosiseminaarissa. Palkinnon vastaanotti aiheyhämän puheenjohtaja Jouni Tomberg Synopsys Finland Oy:sta.

Ohjelmassa tunnistettiin jatkokehitystarpeita erityisesti tuotannon ympäristömyötäisyyden varmistamisessa, edelleen jatkuvan miniatyrisoinnin asettamissa teknisissä vaatimuksissa, integroitujen alustojen soveltamisessa, SOP (System on Package)-teemoissa, testattavuudessa ja tuotannon laadunhallinnassa. Suuri haaste lähivuosina on löytää keinot siirtää kehitetyt tekniset ja operatiiviset ratkaisut nopeasti eri puolilla maailmaa toimiviin valmistusyksikköihin.

Järjestelmien ja ohjelmistojen piirissä tutkimuksen painopiste oli testauksessa, verifiointissa ja validoinnissa sekä ohjelmistokomponenttikysymyksissä. Viime mainitusta julkaistiin raportti Teolliset komponenttiohjelmistot (Teknologiakatsaus 89/2000, Tekes). Lisäksi tutkittiin verkotettuja sulautettuja ohjelmistoja ja HW/SW-yhteissuunnittelua.

Ohjelman yksi havainto oli, että on syntymässä uusi ohjelmistojen hallinnan alue: ohjelmistoprosessien mittaaminen.

Ohjelman aikana törmättiin yleiseen resurssipulaan, minkä vuoksi mm. tärkeisiin Internet- ja TCP/IP-aiheisiin ei ollut mahdollista panostaa riittävästi. Tulevaisuuden mahdollisuuksia nähdään ubicomputing-teemoissa, kuten verkottumisen ja liikikuvan tiedonsiirron, älykkäiden antureiden ja toimilaitteiden se-

kä verkkojen kautta muunneltavien ohjelmistojen piirissä.

ETX:n ASIC-suunnittelun aiheyhämän hankkeissa ja ryhmän työssä pureuduttiin laajasti alan piiriteknologioiden kehitysvaiheen ja näkymien ymmärtämiseen. Syntyi runsaasti tietoa CMOS:n, SOI- ja SiGe-tekniikoiden sekä FPGA:n mahdollisuuksista ja rajoituksista. Vaikka digitalisointi etenee vahvasti, tunnistettiin yhä välttämättömäksi hallita analogia- ja yhä useammin mixed signal-tyyppinen suunnittelu. Anturitekniikan ja RF-rakenteiden integrointi on erityisesti suomalaisen alan teollisuuden kannalta avainasemassa.

Ohjelman kuluessa todettiin, että vaikka tietoliikenne on tärkeä elektroniikan sovellusalue Suomessa, muitakaan (ajoneuvoelektroniikka, terveydenhuollon tekniikka, teollisuuselektroniikka, ym.) ei kannata unohtaa. CMOS:n rinnalla on hyödyllistä olla valppaana myös muiden piiriteknologioiden kehittymisen suhteen.

Modernin RF-tekniikan hankkeissa painopiste oli mallinnuksessa, passiivikomponenteissa ja antennissa, järjestelmäintegroinnissa ja IC-piireissä. Suomalaista APLAC-alustaa hyödynnettiin laajasti. Esimerkkinä uusista tuotteista on suorituskykyinen ja kustannustehokas GPS-vastaanotin, joka tukeutuu räätäälöityihin RF- ja BB-alueen

ASICeihin.

RF-tekniikan näkökulmasta tarkasteltuna voidaan sanoa Suomen saavuttaneen ETX-ohjelman aikana maailmanluokan kyvykkyyden. Ryhmän havaintojen mukaan lähitulevaisuudessa on hyödyllistä laajentaa tutkimuksen kohdetta kattamaan useampia suunnittelun alueita ja tiivistää niiden välistä yhteydenpitoa.

Tehon konversion elektroniikan projekteissa tutkittiin teemoja, jotka painoutuivat moottorikäyttöjen, tehollisten UPS-järjestelmien ja hitsauslaitteiden elektroniikkaan. Sähkön laatu ja EMC-kysymykset olivat kovasti esillä, samoin sähkön varastoinnin tekniikat. Teholektroniikalla todettiin olevan paljon horisontaalisia kytkentöjä elektroniikan muihin teknologioihin, kuten suunnittelumenetelmiin, luotettavuustekniikkaan, materiaaleihin, komponentteihin, valmistustekniikkaan ja testaukseen.

Tehoelektroniikan spesifisiä ongelmia sisältyy alan turvallisuusnormien ja kansainvälisten säädösten hallintaan sekä standardoinnin seurantaan. Koska energiankulutus on yhä tärkeämpi ympäristötekijä, tehoelektroniikan suorituskykyvaatimukset kasvavat jatkuvasti.

Elektroniikan mekaniikan piirissä tutkittiin 3D-suunnittelumenetelmiä, FEMin käyttöä, luotettavuusratkaisuja ja DFX-teemoja (kokoonpanon, valmistuksen, ympäristömyötäisyyden, logistiikan, ym. näkökulmasta). Kohteina olivat ohutlevyvalmistus, ruisku- ja kevytmetallivalu sekä elektroniikan mekaniikan kokonaisvaltaisen tuotekehityksen hallinta. Aiheyhämän työ käynnistyi ohjelmassa suhteellisen myöhään (vasta syksyllä 1999), mutta pian kävi ilmi, että mekaniikka on todella merkittävä elektroniikan osa-alue.

Elektroniikkajärjestelmien kokonaisluotettavuus oli laaja, horisontaalinen tutkimusalue. Aiheyhämän projektien tuloksia ovat muutamat valmiit palvelutuotteet kuten arvoesineiden kuljetuskonsepti, mikrokooppi-tutkimuspalvelu, luotettavuussuunnittelu opetusaineisto sekä luotettavuuden hallinnan arviointimalli.

Runsaasti uutta tietoa syntyi korroosiosta ja ilmastollisten tekijöiden vaikutuksista, EMC-simuloinnista, ohjelmiston kvalitatiivisesta arvioinnista, lämpökuvauksen soveltamisesta erilaisten teollisten ongelmien analysointiin, laitekaappien rakenteiden optimoinnista, uusista ympäristötestausmenetelmistä,

vikatiedon kokoamisesta ja hallinnasta sekä liitos- ja pakkaus-tekniikoiden simuloinnista. Lähitulevaisuuden tutkimustarpeita on suurten näyttöjen testauksessa ja vikamekanismien tunnistamisessa, tärinän- ja iskunkestävyyden analysoimisessa sekä pinnoitusten ja pinnoite-materiaalien käyttäytymisen selvittämisessä.

Ympäristömyötäisen tuotesuunnittelun alueella tutkittiin ympäristönsuojellisia kysymyksiä ja jonkin verran myös elektroniikan ja elektroniikka sisältävien tuotteiden terveydellisiä vaikutuksia.

Tärkeitä tuloksia olivat matkapuhelinten terveysriskien arvioinnin menetelmät, Internet-pohjainen ympäristötiedon hallinnan järjestelmä, ympäristö-orientoituneen opetuksen sisällön tarkentaminen teknillisissä korkeakouluissa, piirilevyjen tuotannon ympäristöllisten näkökohtien arviointi, kansallisen DFE-klinikan ja sitä tukeva asiantuntijaverkoston perustaminen sekä ympäristömyötäistä suunnittelua tukeva julkaisutoiminta.

Elektroniikkateollisuuden palvelut ja perusrakenteet -aihe-ryhmä perustettiin edistämään uudenlaista käytännönläheistä ja selvästi liiketoiminnan periaattein tapahtuvaa elektroniikkateollisuuden sisäistä verkottumista.

Aiheryhmä järjestäytyi vasta keuhkalla 1999, ehkäpä johtuen juuri aihepiiriin uutuudesta: alusta asti osoittautui varsin työlääksi hahmottaa elektroniikan palvelujen kenttää ja markkinoita. Aiheryhmän kokouksissa, työpajoissa ja seminaareissa syntyi kuitenkin koko joukko uutta tietoa ja yhteistä ymmärrystä palvelujen luonteesta. LTT-Tutkimus Oy:n mukaan maassa on selvästi enemmän kysyntää elektroniikkateollisuuden palveluille kuin on tarjontaa.

Lähivuosia ajatellen aihe-ryhmä suositti lukuisia toimenpiteitä, joiden avulla elektroniikkateollisuuden palveluja koskevat käsitteet ja markkinoiden rakenne tulisi selkiinnyttää. Palvelujen myymisen ja ostamisen pelisääntöjä ja laatukriteereitä tulee tarkentaa, alan opetusta organisoida sekä selvittää pian palvelujen vientipotentiaali, jonka jo nyt voidaan arvioida olevan merkittävä.

Teknisiä tuloksia, TLX Kiinteiden runkoverkkojen piirissä pohdittiin vuosina 1997--2001 kovasti ajankohtaista murrosta, jonka erityisesti Internetin eteneminen toi alalle. Perinte-

sen PSTN/ISDN-verkon, ATM:n ja IP-pohjaisten protokollien yhteistoiminnan järjestäminen heijastui monen hankkeen sisältöön.

Puheen, kuvan, datan ja muun liikenteen konvergenssi oli TLX-ohjelman kulussa vilkasta, ja paljon ratkaisemattomia kysymyksiä tunnistettiin. Seurattiin tiiviisti xDSL-tekniikoiden ja toisaalta optisen runkoverkkoteknologian (DWDM, OADM, ODCX) kehittymistä. IP-reititystä käsiteltiin monessa projektissa.

ETX:n Laajakaistamurroksen elektroniikan piirissä puolestaan tutkimuksen kohteina olivat laajakaistaisen radiokanavan teknologiat, älykkäät, nopeat lähettin/vastaanotintekniikat, langattoman Internetin teknologiat, neljännen sukupolven standardiluonnoksiin pohjautuvat ilmarajapintateknologiat, optisen tietoliikenteen tekniikat sekä laajakaistaverkkojen arkkitehtuurit ja verkkojen hallinta. (Teknologiaohjelmien aihe-ryhmät yhdistettiin kesällä v. 2000.)

Merkittäviä tuloksia syntyi optisten verkkojen arkkitehtuurin, simuloinnin, toteutusten ja komponenttekehityksen, esimerkiksi optisten kytkinten, alueella. Lähivuosina laajakaistaisen tietoliikenteen määrä kasvaa edelleen nopeasti. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä, että alan perusteknologian suorituskykyvaatimukset kasvavat merkittävästi.

Access-tekniikoiden piirissä tutkittiin kattavasti koko access-ratkaisujen kenttää: xDSL-tekniikoita, kaapeliverkkoja, kaapelimodemeja ja langatonta access-tekniikkaa.

Työpajoissa ja seminaareissa käsiteltiin myös operaattoripohjaisia VPN-palveluja, streaming-ratkaisuja, kotiverkkoja, langattomia paikallisverkkoja, access-tekniikoihin pohjautuvia uusia palveluja, protokollakysymyksiä (IP, ATM, Ethernet) sekä muutamia kokeellisia teemoja kuten sähköverkkojen kautta tapahtuvaa tiedonsiirtoa, satelliittijakelua ja kuidutonta optista tiedonsiirtoa.

Langattomuus ja mobiliteetti -aihe-ryhmän piirissä tarkasteltiin erityisesti kolmannen sukupolven matkapuhelinjärjestelmiä, langattomia lisäarvopalveluja ja neljännen sukupolven matkapuhelintekniikan tutkimuksellisia aiheita. Alun perin tarkoitettiin kehittää myös TETRA-pohjaisia sovelluksia, mutta tämä alue ei vielä kypsyntä käytännön toimien asteelle.

Tärkeimmät tulokset syntyivät kolmannen sukupolven teknologian parannuksista, tulevaisuuden tietoliikenne- ja radioteknologioiden tutkimuksessa sekä langattomien ja mobiilien palvelustojen kehittämisen ja prototyypoinnin alueella.

Palvelut, laskutus ja tietoturva -aihe-ryhmässä keskityttiin tietoverkoissa toimivien palveluiden ja palvelukonseptien ke-

hitysnäkyymiin. Asioita tarkasteltiin erityisesti verkkoihin pohjautuvien palveluliiketoimintojen synnyttämisen ja kehittämisen näkökulmasta, ei niinkään tekniikkayöntöisesti.

Aiheryhmä organisoiti ja toteutti piirissään kartoituksen Sisältötuotantoa tukevat verkkopalvelut (Teknologiaakatsaus 73/1999, Tekes). Verkkoteknologioiden kehitys vaatii yhä kiinteämpää yhteistyötä sovelluksia, palveluja ja sisältöjä tuottavien yhteisöjen kesken. Työsarkaa riittää yhä perinteisen tietoliikenteen verkkoarkkitehtuurin ja IP-pohjaisen verkon yhteensovittamisessa, erityisesti palvelujen sisältöjen tuottajien tarpeisiin.

Tietoliikenteen uudet liiketoiminnat -aihe-ryhmä keskittyi kysymyksiin, kuinka uutta liiketoimintaa suomalaisen tietoliikenneklusterin piirissä saadaan aikaiseksi, ja kuinka olemassa oleva alkuvaiheen liiketoiminta saadaan kasvuun ja menesty-mään. Vaalimalla teknisen tuotekehityksen rinnalla strategista johtamista, tuotteistamista ja kaupallistamista sekä verkottumista yritysten on mahdollista varmistaa asemansa valitsemis-saan segmenteissä ja selviytyä myös kovassa kansainvälisessä kilpailussa voittoa.

Ohjelman kokemusten mukaan on tärkeää käynnistää laaja-alainen liiketoimintojen kehittäminen nuorissa yrityksissä selvästi nykyistä aiemmin.

Operatiivisia kokemuksia

Aiheryhmätoiminnan yhteydessä sekä kehitettiin että testattiin erilaisia sosiaalisia ryhmäprosesseja, ja ne näyttävät edustavan huomattavaa osaa näiden teknologiaohjelmien vaikuttavuudesta sekä yksittäisten organisaatioiden tasolla että valtakunnallisesti.

Ohjelmia käynnistettäessä asetettiin yhdeksi tavoitteeksi se, että primäärisesti niiden johtamista ja viestintää palvelemaan perustetut aihe-ryhmät voisivat jossakin muodossa jatkaa olemassaoloaan myös ohjelmien päätyttyä.

Tästä tavoitellusta yhteisöllisestä mekanismista ja vuorovaikutuksen jatkuvuudesta onkin jo saatu alustavia havaintoja. Ohjelmat vastasivat ilmeisen hyvin kentän tutkimus- ja kehittämistarpeisiin. TLX:n kokonaisvo-lyymiksi muodostui yli 800 Mmk, ja ETX:n yli 900 Mmk. Projekteja syntyi molemmissa kaikkiaan yhteensä 348. ●

Telelectronics lisäsi tutkimusta

Suomen Akatemia aloitti vuonna 1998 kolmivuotisen tietoliikenne-elektroniikan Telelectronics-tutkimusohjelman, jonka rahoitukseen myönnettiin 30 miljoonaa markkaa. Ohjelman tarkoituksena oli yhdistämällä eri alojen tutkimuspanosta ja asiantuntemusta tukea perustutkimusta tietoliikenne- ja elektroniikkatutkimuksen aloilla. Kaikkiaan Telelectronics-ohjelmaan kuului 13 projektia.

Ohjelma keskittyi perustutkimukseen, mutta yhtenä keskeisenä päämääränä oli tiedon sovelluskelpoisuus. Ohjelma pyrki myös auttamaan sellaisten tutkimushankkeiden syntymistä, jotka tuovat alalle uusia tutkimusryhmiä sekä edistävät uusien tutkimusryhmäkeskitymien muodostumista.

Telelectronics-tutkimusohjel-

ma kohdistettiin alan keskeisiin tutkimusalueisiin, joilla on perustava merkitys alan kehitykselle sekä uusiin aiheisiin, jotka todennäköisesti nousevat oleellisiksi tulevaisuudessa. Tutkimusohjelman piiriin kuuluivat kolme pääaluetta: tietoliikenteeseen liittyvä elektroniikka, sulautetut ohjelmistot ja tietojärjestelmät sekä uusien tietoliikennetekniikoiden mahdollisuudet televisiointiaan perustuvissa liiketoimintaketjuissa.

Ohjelma on poikunut myös jatkoa. Telelectronics II -tutkimusohjelma käynnistyi tämän vuoden alkupuolella 11,3 miljoonan markan rahoituksen turvin. Mukana kakkosvaiheessa on kaikkiaan 6 tutkimushanketta.

Seppo Lindstedt