

## Inseneriharidus mikroelektroonika ajastul

Mikroelektroonika rakendamine nii tööstuses kui ka igapäeva elus hakkab oluliselt sõltuma niisuguste süsteemiinseneride olemasolust, kes oleksid võimelised ületama lõhet tarkvaralise ja riistvaralise mõtlemise vahel. Eriti oluline on see Eesti jaoks, kus prioriteetseks on saamas mitte infotehnoloogia komponentide tootmine laia maailmaturu tarbeks vaid infotehnoloogia kasutamine ja rakendamine omal maal.

Mikroelektroonika areneb kiiremini, kui seda on ette ennustatud. Näiteks 0,18  $\mu\text{m}$  tehnoloogia juurutati tööstuses tervelt aasta varem kui seda ennustati. Aastaks 2005 saavutatakse 0,05  $\mu\text{m}$  tase. Milliseks kujunevad niisuguse tihedusega mikroskeemide arhitektuurid, millised peaksid olema niisuguste arhitektuuride automaatse sünteesi vahendid, seda ei kujutata praegu veel täpselt ette. Seega, mitte uute projekteerimise tööriistade väljamõtlemine pole praegu elektroonikas kõrgeim prioriteet, vaid uue põlvkonna inseneride õige hariduse kontseptsiooni kujundamine. Selle põlvkonna ette seatakse lahendamiseks küsimused, kuidas projekteerida 10 aasta pärast infosüsteemide arhitektuure. Vajadus investeerida uude inseneride põlvkonda on hariduspoliitikute poolt suuresti allahinnatud. Mitte niivõrd riistvarasse ega tarkvarasse ei tule investeerida, sest need vananevad moraalselt kahe-kolme aastaga, kuivõrd *inimvarasse*.

Viimastel aastatel on Tehnikaülikoolis väga palju tehtud selleks, et luua siin kaasaegne mikroelektroonika projekteerimise keskkond. On saadud juba ka tulemusi. Nii projekteeriti näiteks arvutitehnikainstituudis esimene ülisuur integraalskeem Eestis, on tehtud veel teisigi disaine mitme välisprojekti raames partneritele Soomes ja Rootsis. Hiljuti läbis kaks arvutitehnika instituudis loodud disaini edukalt rahvusvahelise eksperitiisi ja lülitati ülemaailmsesse mikroelektroonika intellektuaalse omandi andmebaasi, mis on levitatu interneti kaudu. Ehkki Eesti tööstusele endale pole nendest disainidest veel kasu olnud põhjusel, et teadusmahukas tööstus meil lihtsalt puudub, siis ometigi on ära tehtud just see, mis praegu kõige tähtsam — on investeeritud tulevase süsteemiinseneride põlvkonna harimiseks vajalikku õppe- ja uurimiskeskonda ning saadud ka esimene kogemustepagas, et jagada seda üliõpilastele.

Submikroni maailma tungimine hägustab vaheseinu füüsika ja loogika vahel. Aga mitte ainult, vaheseinad

on kadumas ka tehnoloogia valdkondades. Kui seni olid tööstuses, teaduses ja hariduses arvutustehnika, telekommunikatsioon, automaatika, olme- ja tööstuselektroonika kenasti *isesesivate erialadena* eristatud, siis uue tehnoloogia võimalused on käivitamas globaalset valdkondade segunemise tendentsi. Professionaalsetest lauarvutitest on saanud interneti ühendatud olmele orienteeritud ja peatselt ka mobiilseks muutuvad personaalsed multimeediavahendid. Üha kiirenev innovatsioon ja moderniseerimise vajadus aga tingivad selle, et elektroonika traditsiooniline aparatuurikeskuse paradigma loovutab positsioonid tarkvarakesksele mõtlemisele.

Tehnikaülikoolis on toimitud nimetatud arengutendentside suhtes kahjuks vastupidiselt. Selle asemel, et hakata tihedamalt koos töötama, otsustasid automaatikud, elektroonikud, informaatikud ja raadiotehnikud lahku minna kahte teaduskonda, et üksteisest eraldi rahus ja segamatuses ise oma asjadega tegelda.

Sellest hoolimata ei saa silmi kinni pigistada tulevikus ees. Aasta 2005, mis kuulutab paradigma muutumist süsteemide projekteerimisel, on ukse ees ja uute inseneride põlvkonna kasvatamise kontseptsioon vajab läbivaagimist. Ränist on saamas meedium, kus süsteemide projekteerimise tervikparadigmas sulanduvad raadiosagedus, analoog-digitaalliides, riistvaraprotsessor ning reaalaaja tarkvara, et tuua võrguteenuseid tarbijale. Niisuguse ülesande lahendamise nõuab insenerilt multidistsiplinaarset loovat ja süsteemset mõtlemist.

Viimase kujundamine saab toimuda üksnes tudengite ning õppejõudude ühises uurimis- ja arendustöös reaalsete interdistsiplinaarsete projektide raames, sellest saadava kogemuse üldistamises ja formaliseerimises meetoditena, andmeteekidena ja tarkvaratööriistadena. See tähendaks veelgi tihedamat õppe- ja teadustöö sulandumist, aga eelkõige — igasuguste kommunikatsioonilõhede kaotamist arvutustehnika, elektroonika, telekommunikatsiooni ja informaatika valdkondade vahel. Ülikooli juhtimise tasandil tähendaks see koostöö motiveerimise kujundamist ning motivatsiooni takistavate faktorite kaotamist.

Raimund Ubar  
professor