



# Nelja mehe



## Küberneetika Instituut 50

Arvutiteadus on viimastel aastakümnetel seitsmepenkoormasaabastega edasi astunud. Küberneetika valdkonnas on palju ära tehtud ka Eesti Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudis. Mida nimelt? Nii küsis Horisont kolmkümmend aastat tagasi, instituudi 20. sünnipäeval tolaegsetelt juhtidelt. Samamoodi võib küsida nüüdki, mil Küberneetika Instituut ehk Kübl tähistab 50. sünnipäeva.

„1960. aasta 1. septembril loodi Nõukogude Liidu esimene Küberneetika Instituut. See hakkas tegutsema meie Teaduste Akadeemia tiiva all ja selle asukoht sai Tallinn. Verinoore instituudi ohjad anti akadeemik Nikolai Alumäe pihku, kes küll ise polnud küberneetik, vaid matemaatik-mehaanik, kuid mõistis suurepäraselt nüüdisaja arvutustehnika ja küberneetika probleeme,“ meenutas 30 aastat tagasi akadeemik Boris Tamm, Kübl direktor aastatel 1969–1976.

„Too aeg oli ärkamisaeg. Päris tühjale kohale instituut siiski ei tekkinud. Programmeerimiskunstiga vabariigis juba tegeleti. Tartu Riiklikus Ülikoolis käis hoogsalt noorte matemaatikute ettevalmistamine Ülo Kaasiku ja Leo Vöhandu eestvedamisel. Hiljuti pühitses oma 20. sünnipäeva Tallinna Polütehnilise Instituudi automaatikakateeder, mille hälli juures seisid Hanno Sillamaa ja Heino Ross. Tähendab, ka TPIs oldi valmis uuteks ettevõtmisteks...“ lisas öeldule tookord instituudi rajaja ja esimene juht akadeemik Nikolai Alumäe.

# kõnelused



FOTOD: MARKO MUMMI

Vestlusringis osales neli direktorit: Hillar Aben, Jaan Penjam, Ülo Jaaksoo ja Andrus Salupere. Neid küsitles Rein Veskimäe.

„...kui aspirantuuri saadetud mehed pärast erialast väljaõpet koduvabariiki tagasi tulid, pandi põhirõhk instituudis programmvarustuse väljatöötamisele. Selleks oli oma põhjus.

Seoses arvutustehnika arendamisega kulutatakse veerand vahenditest arvutite valmistamisele ja kolmveerand programmvarustuse peale. Just viimane on arvutite efektiivse kasutamise sõlmküsimus, sest iga spetsialisti sooviks on esitada arvutile oma ülesandeid lihtsalt omandatavas keeles. Seepärast oligi kohe algusest peale tähelepanu keskpunktis tarkvara loomine,” sõnas siis akadeemik Hillar Aben, Kübl direktor aastatel 1976–1988. Tema lausunud sõnad kehtivad täielikult ka tänapäeval.

Pärast neid kolme on instituuti juhtinud akadeemik Ülo Jaaksoo aastail 1988–1997 ja professor Jaan Penjam ajavahemikul 1997–2009. Praegu on auväärt teadusasutuse tüüri juures professor Andrus Salupere. Koos Hillar Abeniga olidki nad neljakesi valmis meenutama, mida on tehtud, ja eriti just

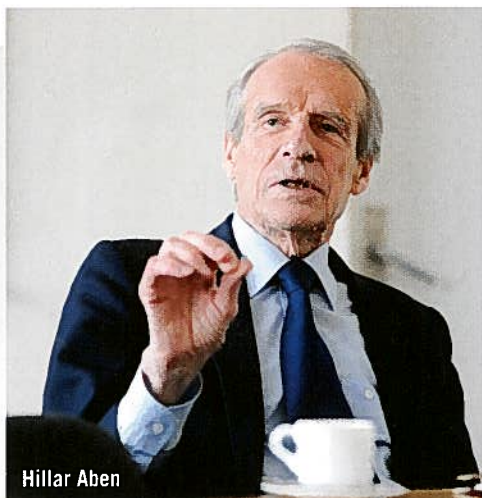
viimaseil aastakümneil. Küsis ajakirjanik Rein Veskimäe.

**Kolm aastakümnet tagasi, kui kutsusin Horisondi vestlusringi Küberneetika Instituudi asutaja ja esimese direktori akadeemik Nikolai Alumäe ning järgmised direktorid Boris Tamme ja Hillar Abeni, nimetas Nikolai Alumäe Kübl asutamisaega ärkamisajaks. Tänavu 50. sünnipäeva tähistav Kübl on üle elanud ilmselt veel mõne ärkamisaja?**

**Hillar Aben:** Kui mind 1976 direktoriks valiti, oli instituut juba välja kujunenud, loodud oli arvutustehnika erikonstrueerimisbüroo (EKB), tegutses kõnesünteesi labor, Kohtla-Järvel töötasid instituudis loodud programmide alusel põlevkivi töötlemise juhtimissüsteemid. Peale meie enda väljaõpetatud teadlaste oli oma rühmaga instituuti tulnud tunnustatud tarkvaralooja doktor Enn Tõugu. Juttu oli tarkvara ja programmvarustuse loomisest peagi instituuti ostetavale Nõukogude tipparvutile Elbrus.

Mul olid tugevad abilised. Kõigepealt üks Eesti

## Arvutustehnika arendamisel kulutatakse veerand vahenditest arvutite ja kolmveerand programmivarustuse valmistamisele.



Hillar Aben

tippmatemaatikuid asedirektor Ivar Petersen, ise vormistasin ametisse teise asedirektori, hiilgavate organiseerimisvõimetega Ants Wõrgu. Paljud ülesanded jäidki nende õlule. Ise töötasin läbi hulga juhtimisõpikuid, eriti jaapanlaste omi. Alustatud oli ka instituudi uue hoone rajamisega Mustamäele. Koos Ants Wõrguga ajasime Moskvas plaanikomiteest välja raha Elbruse ostmiseks. Seejuures oli suureks abiks Nõukogude Liidu Teaduste Akadeemia toetus. 1989. aastal andsin instituudi juhtimise üle Ülo Jaaksoole. Pean seda seni ajani oma üheks arukamaks juhtimisotsuseks.

**Ülo Jaaksoo:** Alustasin direktorina 1988. Hillar Aben oli tosina aastaga teinud ära suure töö. Mustamäel oli välja arendatud rohkem kui 600 töötajaga võimas teadus-arenduskompleks moodsa arvutuskeskusega, mida juhatas legendaarne arvutiguru Arnold Reitsakas, ja arvutustehnika erikonstrueerimisbürooga, mille eesotsas oli suurepärase organiseerimis- ja juhtimisvõimega Kalju Leppik. Teadusuuringute edendamise eest kandsid hoolt asedirektorid akadeemik Jüri Engelbrecht ja Ants Wõrk.

1990. aastate algus oli muutuste aeg. Teadus- ja arendustegevuse edasise käekäigu seisukohalt oli oluline ja kohati ka valuline Eesti Teaduste Akadeemia kui teadusasutuste süsteemi likvideerimine ja instituutide liitmine ülikoolidega. Põhimõtteliselt oli otsus muidugi õige, väike Eesti riik ei suutnud siis ega suudaks praegu ülal pidada kahte teadussüsteemi – ülikooli ja teaduste akadeemiat. Aga nagu ümberkorraldustega tihti juhtub, läheb nende käigus midagi olulist kaotsi. Seekord läks suuresti kaduma arendus- ja konstrueerimisvõime, mida tajume veel praegugi. Akadeemias olid lisaks teadusinstituutide alusuuringutele välja arendatud ka konstrueerimis- ja arendustööde üksused. Ka Kübi

koosnes laias laastus kahest osast – üks pool tegeles alusuuringutega, teine arendustegevusega. Kuna Tallinna Tehnikaülikool oli esmajoones huvitatud teadlastest ja teadustulemustest, mitte aga arendajatest, inseneridest, konstruktoritest ning nende tegevusest, sattusime olukorda, kus seoses akadeemia likvideerimisega tuli Kübi tükeldada 1997. aastal kaheks – alusuuringute osaks, mis ühines TTÜ Küberneetika Instituudi nime all Tallinna Tehnikaülikooliga, ning arendustegevuse osaks, mille baasil moodustati teadus- ja arendusettevõtte Cybernetica AS. See oli tõepoolest üks ärkamisaegu.

**Jaan Penjam:** See osa instituudist, mis tegeles alusuuringutega, liideti niisiis TTÜga. Seda tegi riik, millele ju tegelikult instituudi varad kuulusid. Meiega koos viidi akadeemiast ülikooli alla veel Geoloogia Instituut, Keemia Instituut, Majanduse Instituut ja TA Spetsiaalse Konstrueerimise Büroo järeltulija Eesti Arenduskeskus.

Esialgul ei olnud ülikoolil selget nägemust, mida lisandunud organisatsioonidega teha: kas liita need teaduskondadega ja seal lahustada, jätta autonoomsena ülikooli juurde tegutsema või leida mingi muu lahendus. Haridus- ja teadusministeriumi mahitusel võeti Tartu Ülikooli eeskujul ette viieaastane üleminekuperiood, mille jooksul pidid uued üksused ülikooli struktuuris „kohanema”. Nendes oludes hakkaski eksisteerima Tallinna Tehnikaülikooli Küberneetika Instituut, mida mul tuli vedada eelmise aastani. Hoolimata esialgsest vastuseisust liituda, võib tulemusega tagantjärele rahule jääda. Aga eks selle nimel on tulnud teha ka küllalt ootamatuid otsuseid.

**Ülo Jaaksoo:** Alguses oli vastuolu teise organisatsiooni, see tähendab siis Tallinna Tehnikaülikooli sees olles küllalt suur. Kuid Jaan Penjam tegutses targalt, laskmata Küberneetika Instituudil lahustuda ja kaduda. Idee uutmoodi ja siiski omaette eksisteerida tuli ikka endal välja käia, võttes eeskujuks näiteid ka Saksamaa teaduselust, eeskätt Humboldti ja Fraunhoferi instituudi süsteemi.

### Enesehävingut õnnestus vältida. Alati ei tule see välja?

**Jaan Penjam:** Eks sedagi perioodi või nimetada mingil moel uueks ärkamisajaks. Teadlased on teadagi loomeinimesed, mitmesuguste iseloomude ja saatustega. Nendega tuli ettevaatlikult ringi käia, et vajalikke inimesi mitte kaotada ega instituudi potentsiaali nullida. Omaette löögirisikaks jääda ja jätkata ikkagi Küberneetika Instituudina oli minu meelest siiski parim võimalus. Sellest said õnneks aru ka ülikooli tollaegsed juhid ning enamik haridus- ja teadusministreid.

**Andrus Salupere:** Eelkäijad on kümme või rohkem aastat direktori ametit pidanud, mina umbes aasta. Jaan Penjam andis instituudi mulle üle enam kui 110 töötajaga, seega on teie pere viimase tosina aastaga kasvanud umbes poole võrra. Ajal, mil Eesti teadusmaastikult kadus hulk endisi akadeemia instituute, suutis Kübi Jaan Penjami juhtimisel positsioone tugevdada.

Aastail 2002–2007 juhti Küblist kahe Eesti teaduse tippekspertide tööd, nüüd ühe. Praegustest töötajatest

pooled on nooremad kui 35 aastat, doktorante on 30, välismaalasi rohkem kui kümnendik. Oleme muutunud rahvusvaheliseks koosluseks. Mujal maailmas on see teaduses tavaline, Eestis veel mitte. Oma ülesandena näen instituudi positsiooni edasist tugevdamist kvaliteedi ja koostöö kaudu.

**Jaan Penjam:** Tehnikaülikooli tundsime enne liitumist hämmastavalt vähe. Töötasin seal varem küll professorina, aga sidemed olid lokaalset laadi, suhtlesin lähimate kolleegidega. Juhina kujunes laiem koostöö, mis on aidanud tunda end tuleviku mõttes tugevamana.

**Andrus Salupere:** Kübl seisukohast on oluline, et paljud teadurid töötavad tehnikaülikoolis ja teisteski ülikoolides õppejõuna. See võimaldab kaasata andekaid noori teadustöösse juba bakalaureuseõppes. Kui niisugused varajased kokkupuuted noortega puuduksid, ei oleks ka järelkasvu. Tänapäeval ei saa jääda lootma, et keegi lihtsalt suunab andeka noore teadusasutusse doktorantuuri.

**Miks sai instituut nimeks küberneetika instituut? Miks mitte näiteks arvutustehnikainstituut või midagi sarnast?**

**Hillar Aben:** Selle idee taga seisis akadeemik Gustav Naan, teda toetas akadeemik Arnold Humal. Nikolai Alumäe kui väljapaistva mehaaniku ülesanded vajasisid tõepoolest väga head arvutustehnikat. Ja võib-olla oleks arvutustehnikainstituudi nimi samuti sobinud. Kuid Nõukogude Liidus oli sel ajal kombeks rünnata uusi teadussuundi, milles Nõukogude Liit muust maailmast maha jäi. Esimesena püüti põlu alla panna kvantmehaanika (see peab olema arusaadav viienda klassi õpilasele või meil ei ole seda vaja!). Küberneetikat peeti pikka aega kapitalistlikuks ebateaduseks (kuulus Vene humorist Arkadi Raikin nimetas seda kapitalismi lõbutüdrukku: *prodžnaja devitsa kapitalizmal*). Seetõttu soovitas Naan seda nime instituudile juba jonnist pärast.

Samal ajal on arvutustehnika mänginud instituudi arengus olulist rolli. Esimese arvuti, M-3, ehitas instituut ise arvutuskeskuse juhataja Arnold Reitsakase eestvedamisel. Reitsakas oli arvutite valdkonnas rahvusvaheliselt tunnustatud virtuoos. Tal tarvitses üksnes heita pilk instituuti saabunud uue arvuti dokumentatsioonile, kui ta ütles: „Selle arvuti saab ehitada veerandi jagu kiiremaks.” Ja seda ta ka tegi. Seepärast andsid Nõukogude Liidu arvutitehased oma uute arvutite esmaeksemplare meelstasti just Küblle, sest ootasid meilt professionaalset abi tehniliste puuduste kõrvaldamisel. Seoses arvuti Elbrus soetamiseks saadud rahaga instituudil finantsprobleeme praktiliselt ei olnud, olime peaaegu alati varustatud uusimate Nõukogude arvutitega. Lepinguid nende ostmiseks hankis Ants Wörk.

**Eks see nimi sobis vist ka seetõttu, et algusajal oli instituut tehnilise küberneetika kallakuga, suur hulk aega ja vahendeid kulus arvutite valmistamisele ja programmvarustuse peale. Ilmselt on see nii praegugi, kuigi paljuski on prioriteetid teisenenud-muutunud. Pealegi õigustas nimi end seda enam, et 1969 ilmus eesti keeles küberneetika isaks peetava USA matemaatiku, informatsiooniteooria rajaja Norbert Wieneri raamat küberneetikast kui teadusest, mis**

**kasutab juhtimise, side ja informatsioonitöötlamise seaduspärasusi, kus juhtiv koht on arvutil.**

**Jaan Penjam:** Praegu ei tekita see nimi igatahes enam mingit probleemi, vaid on igati aktsepteeritav. Taolist nime kannavad teadusasutused veel näiteks Ukrainas Kiievis, Venemaal Tomskis, Aserbaidžaanis, ka USAs, Prantsusmaal ja mujalgi.

**Ülo Jaaksoo:** Instituudi nime taheti hiljem isegi muuta. Pakuti näiteks tarkvaratehnika instituuti. Aga ei antud järele ja selle üle on hea meel.

**Jaan Penjam:** Kui mina tegin 1980. aastate alguses oma esimesi samme teaduses, aga välismaal siiski juba käisin, olles seal tundmatu kuju, juhtus korduvalt, et kui kuuldi mind olevat Eestist ja veel Küblist, äratas see kohe tähelepanu ja aitas luua olulisi tutvusi.

**Eesti Teaduste Akadeemia Küberneetika Instituudist eraldus teiega praegugi ühe katuse all, akadeemik Ülo Jaaksoo juhtimisel töötav Cybernetica AS ehk lühidalt Cybernetica. See annab ilmselt põhjust rääkida pikemalt ka tarkvarast.**

**Jaan Penjam:** 1990. aastatel toimus selles osas lausa revolutsioon. Varem tootsid tarkvara kogu maailmas teadusasutused. Kui aga arvuti muutus personaalarvutiks ja sigines igapäevase töölauale, ei olnud enam



**Arvutiteaduses kehtivate seaduste mittetundmine või teadlik mitteametamine viib ka igapäevaste probleemideni, mis ilmnevad digiretsepti ja teiste suurte registrite juurutamisel, ja millega paljud meist on kokku puutunud.**

mõeldav, et ülikoolid programme toodavad. Tekkisid firmad, kes sellega tegelevad, ning ülikoolide ja teadusasutuste roll nihkus täiesti uude kohta. Sarnaselt klassikaliste loodusteadustega on nüüd ka arvutiteaduse ülesanne anda insenerile piirid, mille raames ta saab edukalt tegutseda.

Siinkohal võiks tuua näite füüsikast. Termodünaamika seaduste järgi on igiliikur võimatu, mis ei tähenda, et tänaseni ei proovitaks seda luua. Analoogiliselt on arvutiteaduses tulemusteks mitmesugused informatsiooni entroopia, algoritmitavuse ja semantikaga seotud seadused, mis annavad tegutsemise piirid tarkvaraarendajatele, kes aga kipuvad neid mõnikord unustama. Muide, nende seaduste mittetundmine või teadlik mittearvestamine viib ka igapäevaste probleemideni, mis ilmnevad digiretsepti ja teiste suurte registreeritud juurutamisel, ja millega paljud meist on kokku puutunud. Ollakse hädas sellega, et süsteem töötab mingi piirini ja selle asemel, et inimesele kasulik olla, kipub mõnikord hoopis segama. Kui Cybernetica eesmärk on muu hulgas toota tarkvara, siis Kübli oma on leida tarkvara loomise aluseks olevad meetodid.

**Ülo Jaaksoo:** Suure osa Cybernetica tegevusest moodustab uute tarkvaralahenduste väljatöötamine selleks, et riik funktsioneeriks efektiivsemalt. Olgu selleks siis riiklike andmebaaside turvaline ühiskasutamine, demokraatia võimaluste laiendamine e-hääletamise teel, nüüdisaegse mereside arendamine ohutu laevaliikluse nimel, radaritele ja kaameratele tuginevate seiresüsteemide arendamine Euroopa Liidu idapiiri turvalisuse tagamiseks, liikluspolitsei varustamine praegusaja sidevahenditega või maksu- ja tolliameti varustamine tõhusate tarkvaralahendustega. Mitmest Eesti riigile tehtud lahendusest on kujunenud või kujunemas perspektiivne ekspordiartikkel. Hea näide on interneti-põhine meresidesüsteem, tollisüsteemi lahendused, aga samuti riiklikke andmebaase ühendav X-tee.



Ülo Jaaksoo

Suure osa Cybernetica tegevusest moodustab uute tarkvaralahenduste väljatöötamine selleks, et riik funktsioneeriks efektiivsemalt.

Kuigi Cybernetica positsioneerib end teadus- ja arendusettevõtteks – organisatsioonina, mille peamine eesmärk on teadus- ja arendustegevusest tulu saada, tegutseb ettevõttes veel iseseisev struktuuriüksus infoturbealaste alusuuringute läbiviimiseks – infoturbeinstituut. Cyberneticas töötab kümme doktorikraadiga teadlast-arendajat, kelle intellektuaalsel loominguks on oluline osa ettevõtte ärilise konkurentsieelise saavutamisel ja hoidmisel. Kui rääkida alusteaduse ja arendustegevuse kulude omavaheolisest proportsioonist Cyberneticas, siis see on ligikaudu 1:10, st et töötava lahenduse saamiseks on vaja kulutada kümme korda rohkem vahendeid arendustegevusele kui alusteadusele, mis on üldiselt aktsepteeritav suhe.

**Andrus Salupere:** Tuleksin veel tagasi arvuti-programmide juurde. Ega programmeerimine pole instituudist kadunud. Kõikides osakondades ja laborites luuakse pidevalt uut tarkvara, sest teadusprobleem nõuab tavaliselt originaalset lähenemist. Näiteks Hillar Abeni grupp loob enda loodud seadmetele ka intelligentset programmivarustust, Pearu Peterson on pikka aega olnud seotud teadusaru-  
tustele orienteeritud vabavara loomisega kõrgtaseme programmeerimiskeeles Python, süsteemi-  
bioloogia laboris töötatakse välja tarkvara konfokaal-  
ja fluorestsentsmikroskoobi kujutiste töötlemiseks  
jne. Kõigi nende põhitöövahendite hulgas on tähtsal  
kohal matemaatika ja infotehnoloogia.

**Mida veel esile tõsta sellest, mis viimastel aastakümnetel Kübl seinte vahel on juhtunud? Tegutseb ju Kübls mitu uut laborit, osakonda ja isegi kaks teaduskeskust.**

**Andrus Salupere:** Alustuseks võiks pöörduda instituudi arengukava juurde. Oleme matemaatika rakenduste valdkonnas tegutsev instituut ja meie uurimistöö sisuks on matemaatiliste struktuuride, meetodite ja mudelite edasiarendamine ning kasutamine mitmesugustes teadusvaldkondades.

Praegu tegutsevad meil tarkvara, mehaanika ja rakendusmatemaatika ning juhtimissüsteemide osakonnad ning neli laborit: fotoelastsuse, foneetika ja kõnetehnoloogia, lainetuse dünaamika ning süsteemi-  
bioloogia labor. Need kolm osakonda on tegutsenud juba aastaid, samuti nagu foneetika ja kõnetehnoloogia ning fotoelastsuse labor.

**Hillar Aben:** Fotoelastsuse laboris pööratakse peatahelepanu jääkpingete mõõtmisele klaasis, mis on teadlastele põnev ja klaasitööstusele oluline probleem. Nimelt määravad klaasi tugevuse suurel määral jääkpinged. Tänapäeval tõstetakse enamiku klaastoodete tugevust nende karastamisega. Et luua tugevuse seisukohalt soodsaid karastuspingeid, peab oskama neid mõõta, kiirelt ja täpselt. Teoreetiliste

uuringute alusel oleme konstrueerinud klaasi jääkpingete mõõtmiseks automatiseeritud aparatuuri, mis on varustatud intelligentse tarkvaraga. Seda aparatuuri kasutavad paljud klaasifirmad kogu maailmas.

**Jaan Penjam:** Mainitu on huvitav näide selle poolest, et teoreetilistele uuringutele tuginedes on valmis ehitatud ka toode. See on nišiobjekt ja nõudluse selle järele suudame täita. Sellest paremat maailmas saada pole.

**Andrus Salupere:** Arvan, et kõige õnnelikum ongi teadlane, kes suudab ehitada seadme, mis funktsioneerib tänu tema enda loodud teooriale. See on väga unikaalne nähtus.

**Hillar Aben:** Olen hariduselt insener ja on üsna meeldiv tunne, kui on valminud aparaat, mis on algusest peale sinu enda ja kolleegide välja mõeldud.

**Andrus Salupere:** Suhteliselt uued struktuuriüksused on Marko Vendelini juhitud süsteemibioloogia labor ja akadeemik Tarmo Soomere juhitud lainetuse dünaamika labor. Mõlema koosseis on noor ja rahvusvaheline, eesmärgid ambitsioonikad ning neid finantseerivad rahvusvahelised allikad.

Lainetuse dünaamika laboris on uurimistöö keskmes kompleksed ja mittelineaarsed nähtused lainete dünaamikas, näiteks kiiralaevade tekitatud lained. Tarmo Soomere koordineerib Läänemere ja Soome lahe hoovuste uurimisele keskendunud rahvusvahelist projekti BalticWay.

Marko Vendelin lõi süsteemibioloogia labori vahetult pärast järel doktorantuuri naasmist Prantsusmaalt. Tema juhtimisel modelleeritakse südamerakkudes toimuvat energiavahetust. Uuringuid rahastab Wellcome Trust.

Lisaks on KübIs ka kaks teaduskeskust, õigemini – Küblst koordineeritakse kahe keskuse tegevust.

Suur osa KübIs viljeldavast baasteadusest on alguse saanud mehaanika probleemidest ning on tänapäeval seotud keerukate mittelineaarsete süsteemide analüüsiga. Mittelineaarsete protsesside analüüsi keskus, ingliskeelse akronüümiga CENS (*Centre for Nonlinear Studies*), loodi juba 1999. aastal ja seda juhib akadeemik Jüri Engelbrecht. Küblst on CENSi kaasatud mehaanika töörühm, juhtimissüsteemide osakond ning fotoelastsuse, lainetuse dünaamika ja süsteemibioloogia laborid. Uurimistemaatika on keskses lai: lisaks nimetatutele deformatsioonilained mikrostruktuursetes tahkistes, solitonid, akustodiagnostika, turbulents, fraktaalised struktuurid, majandusfüüsika (ingl *econophysics*), klaveri akustika, mittelineaarsed juhtimissüsteemid jne. Aastail 2002–2007 oli CENS üks Eesti teaduse tippkeskusi ja 2009. aastast on see Tallinna Tehnikaülikooli teaduse tippkeskus.

Eesti arvutiteaduse tippkeskus, ingliskeelse akronüümiga EXCS (*Estonian eXcellence center in Computer Science*), on välja kasvanud töökindlate arvutisüsteemide uurimise keskusest (CDC, Eesti teaduse tippkeskus aastail 2002–2007). EXCS, mida juhib Tarmo Uustalu, on valitud Eesti teaduse tippkeskuseks 2008–2015.

**Jaan Penjam:** Arvutiteaduse tippkeskus on praegune koostöövorm, selle eelkäijad on aga juba aas-



Andrus Salupere

**Kõige õnnelikum ongi teadlane, kes suudab ehitada seadme, mis funktsioneerib tänu tema enda loodud teooriale. See on väga unikaalne nähtus.**

takümneid mõjutanud Eesti arvutiteadlaste koostöövõrgustikku. 1980. aastatel olid niisuguseks vormiks üle-eestilised seminarid ja suvekoolid (nn Elbi koolid), siis arvutialase kõrghariduse edendamise Tempus-projektid, ülikoolide informaatikakeskus ning töökindlate arvutisüsteemide uurimise keskus. Eri nimetused ja vormid peegeldavad võimalusi, mida sai kasutada ühistegevuse rahastamiseks ja maailmale demonstreerimiseks. Sõltumata vormist on selles alati osalenud Kübi ja Cybernetica inimeste kõrval Tartu Ülikooli ja Tallinna Tehnikaülikooli arvutiteadlased. See on olnud suhteliselt püsiv koosseis nii osalevate teadusrühmade kui uurimistemaatika mõttes.

Kübi roll on olnud ühistegevust koordineerida, näiteks korraldada teadlaste-doktorantide täiendkoolitust talvekoolides ja ühisseminarides. Aga Kübls on ka kõnealuse tippkeskuse institutsioonide vahelisi projekte, eriti seoses üksteise kompetentsi täiendamisega Euroopa Liidu rahastatavate projektide täitmisel. Näiteks keskendub Kübi programmeerimiskeelte ja -süsteemide semantika, tarkvaratehnika ning inimkeele tehnoloogiatega uurimisele, Cybernetica tarkvaratehnikale ja süsteemide turvalisusele ning Tartu Ülikool bioinformaatikale, teadusarvutustele, inimkeele tehnoloogiatele ja tarkvaratehnikale.

Nagu näha, on partneritel oma spetsiifika, kuid osa valdkondi kattuvad. Seda ei tuleks võtta dubleerimisena, vaid võimalusena eri asutuste kompetentsi



**Nikolai Alumäe –**  
mehaanika- ja  
küberneetikateadlane:  
koorikute teooria ja  
operatsioonianalüüs.  
Instituudi asutaja,  
direktor 1960–1969.



**Boris Tamm –**  
küberneetika-  
teadlane: tehniline  
küberneetika ja  
süsteemprogram-  
meerimine.  
Instituudi direktor  
1969–1976.



**Hillar Aben –**  
mehaanikatead-  
lane: integraalne  
fotoelastsusmeetod  
ja selle rakendamine  
klaasitööstuses.  
Instituudi direktor  
1976–1988.



**Ülo Jaaksoo –**  
informaatikatead-  
lane: juhtimisteooria,  
mitmemootmeliste  
juhtimissüsteemide  
interaktiivsuse  
analüüs.  
Instituudi direktor  
1988–1997



**Jaan Penjam –**  
informaatika-  
teadlane: program-  
mide semantika  
ja koostamine,  
teadmuslik program-  
meerimine.  
Instituudi direktor  
1997–2009.



**Andrus Salupere –**  
mehaanikateadlane:  
pideva keskkonna  
mehaanika, mitte-  
lineaarne lainelevi,  
solitonid.  
Instituudi direktor  
aastast 2009.



**Küberneetika Instituut**  
alustas tegevust Eesti  
Teaduste Akadeemia  
instituudina  
1. septembril 1960.  
Praegu töötab  
Küberneetika Instituudis  
54 doktorikraadiga  
teadlast, kellest neli on  
Eesti Teaduste Akadeemia  
akadeemikud.  
Üldse on Kübist välja  
kasvanud neid üheksa:  
Nikolai Alumäe,  
Boris Tamm,  
Endel Lippmaa,  
Hillar Aben,  
Enn Tõugu,  
Ülo Jaaksoo,  
Jüri Engelbrecht,  
Leo Mõtus ja  
Tarmo Soomere.

ühendada. Üks näide, kus kõik kolm partnerit osalevad, on praegu riiklikult tähtsa valdkonnana arendatav küberkaitse. Kübi osaleb internetis tekkida võivate ründesituatsioonide ja vastumeetmete simuleerimismeetodite väljatöötamisel. Teistel arvutiteaduse tippkeskuse partneritel on oma ülesanded. Kõik kokku peaksid need toetama arvutivõrgu ohutut töötamist. Arvutiteaduse tippkeskus osaleb ka Tallinna Tehnikaülikooli ja Tartu Ülikooli ühise küberturbe õppekava täitmisel.

Ka Kübi keeletehnika labor on unikaalne. Sest arvuti rääkima ja kuulama õpetamine seda ju on. Omal ajal alustasime sellest, et õpetada arvuti eestikeelselt teksti ette lugema. Tänapäevaks on see ülesanne põhimõtteliselt lahendatud. Tulemust võib küll siluda – panna arvuti lugema näiteks naise või lapse häälega. Aga teaduslikus mõttes on meetod välja töötatud ja kui turg oleks lai, võiks mõni firma selle aparaadi juba nii „kauniks” lihvida, nagu vaja. Praegu pakub rohkem huvi säärane võimalus, kus arvuti saaks kõnest aru. Kui lähete pärast tänast jutustamist koju ja hakkate oma diktofonisalvestust kuulama ning üleskirjutusi tegema, on see üsna vaevanõudev. Oleks ju vahva, kui selle töö teeks arvuti.

Teatud mõttes saab arvutile selgeks õpetada kogu sõnavara, keele ja isegi lauseõpetuse, mida mingil spetsiifilisel alal kasutada. Kui niisugune nn kõnekorpus on kokku korjatud, võib arvuti kindlal temaatikal uut teksti üles kirjutada 90protsendilise täpsusega, sõnastades ümber ka eelnevaid lauseid, kui edaspidises tekstis midagi täpsemalt ilmsiks tuleb.

Huvitav on jälgida, kuidas arvutiekraanil on tähed algul segamini ja korrastamata. Siis aga ilmuvad sõnavahed ja sõnad, millest kujunevad mõtestatud laused.



Küberneetika Maja Tallinna teaduspargi servas Mustamäel.

**Andrus Salupere:** Sinnani, et käesoleva jutuajamise kirjutaks üles arvuti, on muidugi pikk maa käia. Seda „masinavärki” on veel vaja kõvasti treenida.

**Jaan Penjam:** Arvuti saaks hakkama, kui jutt poleks väga tehniline. Muide, foneetika ja kõnetehnoloogia labori tegemistest kirjutavad käesolevas Horisondis pikemalt Einar Meister ja Tanel Alumäe.

**Ülo Jaaksoo:** Taasiseseisvumisest alates on nii Kübl kui Cybernetica olnud seotud piirivalve seiresüsteemide projekteerimise, ehitamise ja hooldusega. Oluline töövahend on olnud maastiku digikaardi ja radarimudelite kasutamisel põhinev modelleerimissüsteem, mida piirivalve on kasutanud optimaalsete radaripositsioonide määramiseks. Seoses tuulikuparkide kavandamisega on tulnud analüüsida, kuidas mõjutavad tuulikud radari pildi kvaliteeti. Tähtis on tagada riigipiiri turvalisus, kuid seal, kus võimalik, ehitada ka tuulikuparke.

**Jaan Penjam:** Nagu näeme, tegeletakse kahes küberi-asutuses väga erinevate valdkondadega. Võib tekkida küsimus, miks just siin? Põhjus on lihtne. Kõik Kübl osakonnad ja laborid on seotud juhtimise ja organiseerimisega ning seejuures kasutatakse mis tahes teema puhul loodusseadusi ja lahendused saadakse arvutitega. See asjaolu ongi põhiline, miks kõik nimetatud uurimissuunad mahuvad mõiste „küberneetika” alla ja võivad kuuluda Küberneetika Instituuti.

**Andrus Salupere:** Kindlasti tuleb rääkida ka tunnustustest, mida on jagatud Kübl teadlastele. Kõike ei jõua üles lugeda, kuid näiteks Eesti Vabariigi teaduspreemiaga on alates 1992. aastast tunnustatud seitset Kübl teadlaste tööd. Marko Vendelin on saanud Wellcome Trusti uurimistoetuse, Tarmo Soomere Balti Assamblee teaduspreemia jne. Neist saab

täpsemalt lugeda juubeli puhul ilmunud raamatust „Teadusmõte Küberneetika Instituudis”.

Niisiis – kuigi 1997. aastal moodustati Kübl rakenduslikust poolest Cybernetica, ei ole koostöö katkenud. Vastupidi, nii töökindlate arvutisüsteemide uurimise keskuses kui Eesti arvutiteaduse tippkeskuses olid ja on üks osapooli Cybernetica uurimiskeskused. Mitmeid rakenduslikuma sisuga projekte tehakse koos – näiteks kõnetehnoloogia või jutuks olnud radarite ja tuulikute projektid. Nii et seda „küberneetilist Eesti asja” ajame ikka koos edasi.

**Aga Kübls on varemgi olnud pereheitmist. Eeskätt tuleb seda öelda nn Lippmaa instituudi kohta, mis kannab nime Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut ja tähistas kevadel kolmekümnendat tegutsemisaastat.**

**Hillar Aben:** Juba 1960. aastatel tegutses Kübls füüsikasektor. Endel Lippmaa oli ambitsioonikas teadlane, kes pani suurt rõhku publitseerimisele ja rahvusvahelistele suhetele. See oli kasulik kõigile ja nakatas ka teisi sektoreid. Säärasest tegutsemisest sündiski uus uurimisasutus – Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut.

**Jaan Penjam:** Kübl on kogu olemasolu vältel hoolitsenud intellektuaalse potentsiaali eest. Siin on üles kasvanud sajad teadlased. Nad on omandanud teadmised, kogemused ja tööharjumused, mis on võimaldanud luua firmasid, kus on tehtud nii alus- kui rakendusuringuid kuni seadmete valmistamiseni välja. Ja seda päris edukalt. Oluline on, et Küblist käivad läbi sajad tudengid, kes jäävad Eestisse ning kasutavad oma teadmisi Eesti riigi edendamiseks. On ju Kübl olnud oma mõtetega pidevalt tuleviku- radadel. ●



# Küberneetika Majas

Maailmas pole vist palju sääraseid teadusasutusi, seda enam sarnase nimega, nagu meie KÜBERNEETIKA INSTITUUT, mis on eksisteerinud juba viiskümmend aastat. Enamik selle teadusetemplit tegemisi on kulgenud otse Horisoni tegijate silme all, ehkki Horisoni sünni ajal oli instituut juba koolipoisi eas, tähed selged ja lugemine sorav ... Tegelikult alustati küll palju kaugemalt – mehaanika rakendusülesannetest, matemaatikast ja juhtimisteooriast, õpiti programmeerima, ehitati esimene arvuti M-3, peagi tekkisid instituudi hõlma all füüsikasektor ja kõneurimise labor.

Need noored hakkajad mehed-naised, keda esimene direktor Nikolai Alumäe viis aastakümnet tagasi Küblisse tööle palkas, olid ise juba ülikooli selja taha jätnud ning õppisid aspirantuuris, valmis täiendama mehaanika- ja arvutiteadlaste ning informaatikute ridu. Nende seast on välja kasvanud üheksa meile tuntud ja tunnustatud akadeemikut. Neist üks, Boris Tamm, kes oli 1962. aastal edutatud Kübl asedirektoriks, ehkki veel mitte akadeemiku pagunitega, andis mullegi hea soovitusel ajakirjanikuks olemisel, kui mul oli tahtmine esimest korda tema jutule saada. „Kas olete ikka mõelnud, mida tahate teada? Tihtilugu tullakse mõnest ajalehest minu juurde palvega, et rääkige midagi oma instituudist. Sääraseid ma vastu ei võta.” Õnneks läbisin tema juures esimese „eksami” ja mitmed järgmisedki.

Olen kõndinud instituudi arvutuskeskuses ja näinud nende esimest juba „mahakantud” 774 lambil töötavat arvutit M-3, mis võttis enda alla kolm tuba. Samuti vestelnud pikemalt selle keskuse legendaarse juhataja ja M-3 ehitaja Arnold Reitsakasega ühel toimetuses korraldatud jutuajamisel 1971. aasta kevadel. Sellest vestlusest on jäänud jälg Horisoni tolle aasta kaheksandasse numbrisse pealkirja all „Elektronarvuti ja juhtimiskunst”. Reitsakase sõnul tegi M-3 küll üksnes 50 tehet sekundis, kuid oli ometi majanduslikult tasuv. Nagu rõhutab käesolevate kaante vahel ilmuvas vestlusringis (lk 14–21) akadeemik Hillar Aben, kujunes Reitsakasest edaspidi arvutite valdkonnas rahvusvaheliselt tunnustatud virtuoos. Tal tarvitses üksnes heita pilk instituuti saabunud uue arvuti dokumentatsioonile, kui ütles: „Selle arvuti saab ehitada veerandi jagu kiiremaks.” Ja seda ta ka tegi. Seepärast andsid Nõukogude Liidu arvutitehased oma uute arvutite esmaeksemplare meelsasti katsetamiseks just Küblle, oodates sealt professionaalset abi tehniliste puuduste kõrvaldamisel.

Arvutustehnika alal paistsid loojatena silma veel Andri Ariste ja Harri Tani, kellega oma töös korduvalt kokku puutusin. Tarkvara loomisel saavutasid omal ajal üleliidulise ja hiljem rahvusvahelise tunnustuse Enn Tõugu, Ivar Petersen, Vello Kuusik, Henn Sarv, Leo Heinla ja mitmed teised. Paljud Kübl teadlased on aastakümnete jooksul kirjutanud ka Horisoni veergudel.

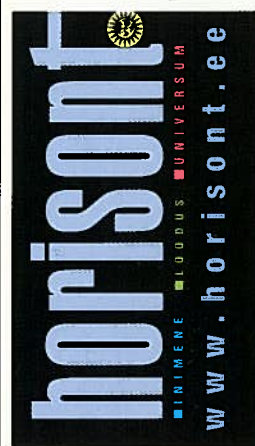
Seekord astuvad Horisonis üles Küblifoneetika ja kõnetehnoloogia labori teadlased Einar Meister ja Tanel Alumäe. Nende artiklis on kesksel kohal Eesti teadlaste uuringud kõne analüüsi ja automaatse kõnetuvastuse valdkonnas eesmärgiga panna arvuti kõnelema ja kuulama eeskätt eesti keeles.

Senisest kuuest Küblidirektorist neljale viimasele oli võimalik Mustamäel KÜBERNEETIKA MAJAS esitada juubeli puhul ka küsimusi. Vastused on siinsamas lähedal, kümmekonna lehekülje kaugusel.

Niisiis Kübl on 50, sealt tuule tiibadesse saanud Horisoni kauaaegne nõustaja akadeemik Endel Lippmaa – 80. Õnnitleme juubilare!




ESIKAANEL: Sõna „analüüs” helilaine (loe lk 8–13). TTÜ Küberneetika Instituudi foneetika ja kõnetehnoloogia labor.



Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.


- Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122 / tel 610 4107 / faks 610 4109 / e-post: horisont@horisont.ee
- Peatoimetaja, sotsiaal- ja humanitaarteadused: Kärt Jänes-Kapp, kart@horisont.ee
- Reaalteadused: Rein Veskimäe, rein@horisont.ee
- Keeletoimetaja: Signe Siim, signe@loodusajakiri.ee
- Kujundus: Kersti Tormis
- Infograafika: Kaarel Tamre ja Toomas Pääsuke

- Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri, Endla 3, Tallinn 10122 / e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee
- Vastutav väljaandja: Indrek Rohtmets, indrek@horisont.ee
- Reklaamijuht: Elo Algma, 610 4106, reklaam@loodusajakiri.ee



KESKONNAINVESTEERINGUTE  
KESKUS

Autoriõigus, MTÜ Loodusajakiri, Horisont, 2010  
Trükitud trükikojas Kroonpress



Ajakiri ilmub  
Keskonnainvesteeringute Keskuse  
toetusel