

Eesti teadus: kes on mõjukaimad?

Mis on Eestil ja Soomel veel ühist peale Frederick Paciuse kirjutatud riigihümni?

TEKST: VILLU PÄÄRT



TAAS TARTUS: Biokeemik Ülo Langel jagab end juba teist aastat Stockholmi ja Tartu ülikooli vahel.

Viimasel kümnel aastal (1999. aastast kuni käesoleva aasta alguseni) seljab üks ja sama teadlane mõlemal pool lahte produktiivselt kõik teised – see mees on Risto Kalervo Näätänen, kes on selle aja jooksul avaldanud tervelt 202 teadusartiklit.

Tänavu 70. sünnipäeva tähistav Näätänen jäi kaks aastat tagasi Helsingi ülikooli ajuuuringute keskuse juhi kohalt pensionile ning on kaks viimast aastat olnud Tartu Ülikooli kognitiivse neuroteaduse professor.

Näätänen on avastanud mittekokkulangevuse negatiivsuse meetodi, mis võimaldab selgitada, millist tüüpi kuulmis- ja kõneraskused lapsel esinevad ning kuidas ajutegevus ravi tulemusena paraneb. Samal ajal, kui lapsele mängitakse ette erinevaid helisid, salvestatakse aju elektrilist aktiivsust. Kuigi lapsed peavad testimises

aktiivselt osalema, on seda meetodit võimalik rakendada isegi imikute puhul.

Selgelt Eesti päritolu on sellest suurest artiklihulgast siiski vaid neli, seega võib Näätäneni nimi Eesti edukamate teadlaste reas tunduda vägagi küsitavana. Veelgi enam, teda võivad omaks pidada ka taanlased, sest Näätänen on külalisprofessor ka Taani Aarhuse ülikoolis.

Küsitavusi on ka eesti soost meestega. Veel enne Eesti iseseisvumist Soome Helsingi ülikooli biotehnoloogia instituuti juhtima läinud Mart Saarma närvisüsteemi arengu ja närvirakkude surma mehhanisme ja närvikasvufaktorite kasutamise võimaluste uurimist puudutavast teadustööst on otseselt Eesti teadusasutustega seotud sama väike osa nagu Näätänenil, vaid neli.

Samas on äsja Põhjamaade teaduspreemia pälvinud Saarma Eestis ametis nii Tallinna Tehnikaülikoolis kui juhib ka Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi teadusnõukogu.

«Rohkelt viiteid näitab, et teema, millega teadlane on tegeleenud, on ajakohane ja inimestel läheb seda ühel või teisel viisil vaja».

Samuti teatas 1987. aastal Tartust Rootsi siirdunud ja parkümmend aastat Stockholmi ülikoolis töötanud biokeemik Ülo Langel kahe aasta eest, et jagab end edaspidi Tartu Ülikooli Tehnoloogia-instituudi ja Stockholmi ülikooli vahel. Tartusse tõi Langeli võimalus viia oma vähiravimite uuringuid edasi aparatuuri,

mis oli Rootsis tema jaoks kättesaamatu. Äsja pälvis rakusiseseid märklaudu uuriv tööühm Langeli juhtimisel tänavuse Eesti teaduspreemia. Ent Langel, nagu Saarmagi, on teadusartiklid avaldanud Stockholmi ülikooli alt.

Teadus on rahvusvaheline ning riigipiire on väga keeruline tõmmata. Mullu hindas Eesti teaduse kvaliteeti bibliomeetrite indikaatorite põhjal Eesti teadusfondi nõukogu esimees professor Jüri Allik, leides, et ajavahemikus 1997–2007 pole kahekümnest Eesti teadlaste kirjutatud artiklite poolest viljakast teadusasutusest tervelt 11 üldse Eesti päritolu. Viis neist asub hoopis Rootsis ja neli Soomes.

Tabelit juhtis Tartu Ülikool (ligi 60 protsenti kõigist avaldatud artiklitest) järgnesid Tallinna Tehnikaülikool (18 protsenti), Eesti Maaülikool (7 protsenti) ja neljandal kohal esimene välismaine, Helsingi ülikool (5 protsenti).

Siin kõrval ilmunud tabelis on 20 Eesti teadlast, keda maailmas on viimase küm-

EDETABEL

Enimtsiteeritud Eesti teadlased aastail 1999–2009

(ISI Web of Science'i andmetel)

- 1 **Ülo Niinemets**, taimefüsioloog, Eesti Maaülikool, artikleid 86, tsiteeringuid 1739, koefitsient 3024*
- 2 **Risto Kalervo Näätänen**, neuroteadlane, Tartu Ülikool, artikleid 202, tsiteeringuid 4551, koefitsient 2984
- 3 **Mart Saarma**, bioloog, biokeemik, Helsingi Ülikool, artikleid 99, tsiteeringuid 3511, koefitsient 2464
- 4 **Kaupo Kukli**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 95, tsiteeringuid 1438, koefitsient 2130
- 5 **Martti Raidal**, füüsik, KBFi, artikleid 45, tsiteeringuid 1432, koefitsient 2121
- 6 **Jaan Aarik**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 90, tsiteeringuid 1220, koefitsient 1807
- 7 **Ülo Langel**, biokeemik, Tartu Ülikool/Stockholmi Ülikool, artikleid 131, tsiteeringuid 2296, koefitsient 1611
- 8 **Jaak Vilo**, bioinformaatik, Tartu Ülikool, artikleid 16, tsiteeringuid 2139, koefitsient 1501
- 9 **Mati Karelson**, keemik, Tallinna Tehnikaülikool/Tartu Ülikool, artikleid 79, tsiteeringuid 1110, koefitsient 1480
- 10 **Aleks Aidla**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 35, tsiteeringuid 829, koefitsient 1228
- 11 **Teet Uustare**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 39, tsiteeringuid 791, koefitsient 1172
- 12 **Toomas Kivisild**, geneetik, Cambridge'i Ülikool/Tartu Ülikool, artikleid 78, tsiteeringuid 2489, koefitsient 1082
- 13 **Marco Kirm**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 142, tsiteeringuid 719, koefitsient 1065
- 14 **Väino Sammelselg**, füüsik, Tartu Ülikool, artikleid 50, tsiteeringuid 688, koefitsient 1019
- 15 **Olevi Kull** (surnud 2007), ökoloog, Tartu Ülikool, artikleid 28, tsiteeringuid 529, koefitsient 920
- 16 **Richard Villems**, geneetik, Tartu Ülikool, artikleid 76, tsiteeringuid 2083, koefitsient 906,
- 17 **Jaan Eha**, kliiniline meditsiin, Tartu Ülikool, artikleid 11, tsiteeringuid 786, koefitsient 786
- 18 **Martin Zobel**, ökoloog, Tartu Ülikool, artikleid 36, tsiteeringuid 565, koefitsient 779
- 19 **Peeter Hõrak**, ökoloog, Tartu Ülikool, artikleid 27, tsiteeringuid 530, koefitsient 731
- 20 **Urmas Kõljalg**, ökoloog, Tartu Ülikool, artikleid 18, tsiteeringuid 530, koefitsient 730



Koefitsientide arvutamisel on aluseks erinevate erialade erinev tsiteeritus. Kliinilise meditsiini koefitsendi arvestamisel korrutatakse tsiteeringud koefitsiendiga 1. Teadusharus, kus on tavaks vähem tsiteerida, nt matemaatikas, kompenseerib koefitsient tsitaadi kaalukust, teistes teadusharudes, kus tsiteerimine on rohkem tavaks, nt geneetikas, mõjub koefitsient taandavana. Nii näiteks kaalub taimeteadlase Ülo Niinemetsa artikli üks tsiteering 2,6 korda üle neuroteadlase Risto Kalervo Näätäneni artiklile tehtud viite.

TABEL: MAIT MÜNTEL (CERN), ISI WEB OF SCIENCE'I JA EESTI TEADUSE INFOSÜSTEEMI PÕHJAL

ne aasta jooksul kõige rohkem tsiteeritud. Tabeli koostamise aluseks on maailma olulisemaid ja mainekamaid teadusajakirju koondav indeks ISI Web of Science, mis loeb kokku nii ilmunud artiklid kui ka kõik korrad, mil teised teadlased on oma artiklites algartiklile viidanud. Just viited on teadusmaailmas eriti hinnas, sest need osutavad artikli mõjukusele.

«Robustselt öeldes on suur hulk artikleid, mida keegi ei tsiteeri, makulatuur. Punkt,» võtab Eesti Teaduste Akadeemia president, evolutsioonigeneetik Richard Villems kokku, miks on viidete lugemine oluline.

«Rohkelt viiteid näitab, et teema, millega teadlane on tegelenud, on ajakohane ja inimestel läheb seda ühel või teisel viisil vaja,» ütleb Tartu Ülikooli bioinformaatika professor Jaak Vilo, samuti üks Eesti teadlasi, kelle artiklitele on maailmas rohkelt viidatud.

«Robustselt öeldes on suur hulk artikleid, mida keegi ei tsiteeri, makulatuur.»

Kuid veelgi olulisem on väljaanne, kus artikkel ilmub, lisab Vilo. Mida mainekam teadusajakiri, seda suurema tõenäosusega leiavad teised teadlased selle üles ning viitavad oma töödes sellele. Teadlase töö peab olema nähtav.

Samas on erinevatel teadusvaldkondadel erinev tsiteerimise traditsioon. Molekulaarbioloogias ja geneetikas on kombeks palju tsiteerida, matemaatikud teevad seda vähem. Siin kasutatakse erinevate erialade võrdlemiseks koefitsiente, mis neid traditsioonierisusi siluvad ja võimaldavad erinevates valdkondades tegutsevate teadlaste töö mõjukust hinnata.

Humanitaarid jäävad välja

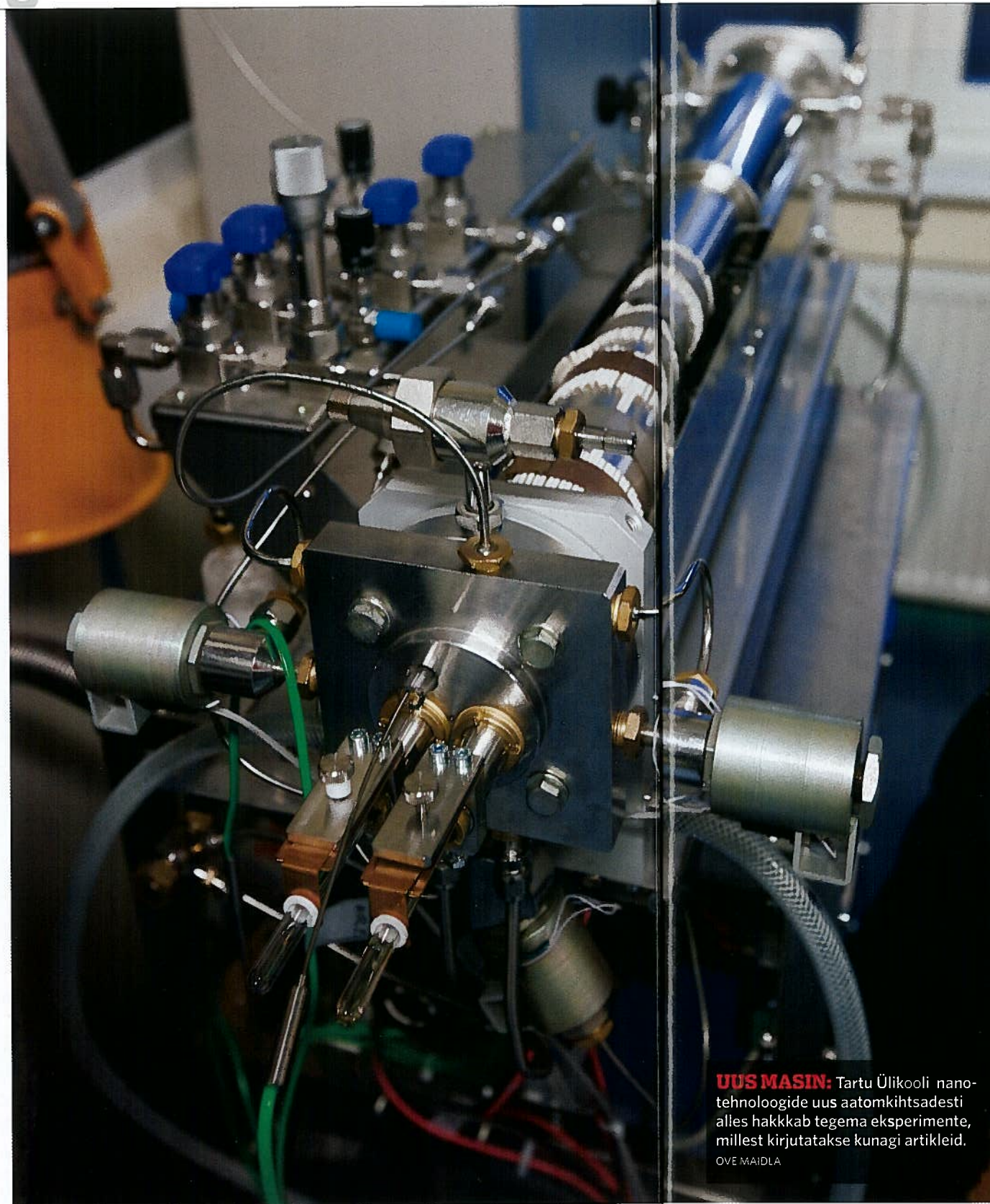
See on ka põhjus, miks neuroteadlane ja psühholoog Risto Kalervo Näätänen jääb viidatavuse tabelis napilt alla Eesti Maaülikooli taimefüsioloogile Ülo Niinemetsale – taimeeadustes on ühel tsiteeringul pea kolm korda kõrgem kaal.

Kindlasti ei saa sellest järeldada, et Niinemets on seetõttu parem teadlane kui Näätänen.

Käesolev tabel teeb kahtlemata liiga humanitaarteadlastele, sest ajakirju, kus nemad oma töö tulemusi avaldavad, ISI Web of Science'i indeks ei kajasta.

Miks on tsiteerimine oluline? Selle põhjal jagatakse teadusraha nii Eestis kui Euroopa Liidus, see on oluline teaduskuste kvaliteedi hindamisel.

«Raha saamiseks annan ma lubaduse tegeleda mingi valdkonnaga. Lubadusi



UUS MASIN: Tartu Ülikooli nanotehnoloogide uus aatomkihtsadedest alustatud teadustöödeks teinud välismaal või käivad regulaarselt välismaal.

OVE MAIDLA

oskavad jagada kõik, aga varasemad artiklid on kinnitus, et oled võimeline lubadusi täitma,» ütleb Vilo.

Füüsik Martti Raidal toob näiteks matemaatiku, kes on üks nokitsenud tosin aastat ning lahendanud lõpuks ära 300 aastat lahendamatu püsivõrrandi. «Ta poleks saanud Eestis ühtki teadusgranti, sest keegi poleks tema töid tsiteerinud.»

Kui riigipiiride tõmbamisest oli juba juttu, siis Raidali sõnul torkab Eesti tsiteeritumate teadlaste nimekirjale otsa vaadates silma, et paljud on olulise osa oma teadustööst teinud välismaal või käivad regulaarselt välismaal.

Tartu Ülikooli edukate kiletehnoloogide töörühma kuuluv Kaupo Kukli on kaaluka osa oma teadustööst teinud hoopis Soome lahe põhjakaldal.

See läbinisti maskuliinne nimekiri tekitab küsimuse, kas naised Eestis teadust ei teegi? Teevad ikka.

Kaks Eesti tsiteeritumat naisteadlast leiab Tartu Ülikooli Mikrobioloogia Instituudist: instituudi juhataja, professor Irja Lutsar, ning Marika Mikelsaar, keda Eestis tuntakse tervistava piimhappebakteri avastajana, kuuluvad tsiteeritavuse poolest mõlemad neljandasse kümnesse.

BIOINFORMAATIK



ALDO LUUD

Bioloogia ja arvutiteaduse ristteel

Mänguasjapoes müüdavate puslede puhul tuleb hakkama saada mõne tuhande tüki kokkupanekuga.

Tartu Ülikooli bioinformaatika professor Jaak Vilo (42) võrdleb oma tööd samuti pusle kokkupanemisega, ainult et erinevaid väikesi killukesi on tohutult palju rohkem ning kunagi pole täit kindlust, et tükid üldse ühe pildi peale kokku sobituvad.

Tema töös saavad kokku bioloogia ja arvutiteadus, superarvutid ja ülimaldavad andmebaasid.

1980. aastate keskel, mil Jaak Vilo Tartu Ülikooli rakendusmatemaatikat õppima asus, polnud informaatikat erialana veel olemaski. 1990ndatel õppis ta arvutiteadust Helsingis.

«Algoritmid, millega ma alul tegelema hakkasin, olid seotud tekstianalüüsiga ja DNA-järjestuste puhul on ju tegu samuti tekstiga,» räägib ta.

Siit oli järgmine loogiline samm juba bioinformaatika, seejuures pidi ta bioloogia käigupealt juurde omandama.

Sellist luksust nagu tänapäeval bioinformaatikaga tegelema hakkavatel noortel, kes õpivad nii bioloogiat kui arvutiteadust, tal polnud.

Vilo nime kandvad enimtsiteeritud teadustööd on kindlasti omamoodi konsensuslik alus, millest tänapäeva geeniuuringute andmebaaside koostamisel lähtutakse. Cambridge'i, Euroopa Bioinformaatika instituudis, töötas ta suure rühma koosseisus, mis püüdis määrata, kuidas kirjeldada andmeid suurtes geeniekspressiooni kirjeldavates andmebaasides.

«See on omamoodi poliitiline dokument, mis määras selle, et kui tulevased põlvkonnad tahavad aru saada, mis nendes andmebaasides kirja on pandud, siis peavad

neis andmetekstides sisalduma täpselt need asjad,» ütles ta.

Bioinformaatika on ühelt poolt baas, mis võimaldab bioloogidel teha oma töös samme edasi. Teisalt saabub bioloogia puhul varem või hiljem hetk, mil ilma bioinformaatikata enam edasi ei saa.

«Andmefailid muutuvad aina mahukamateks, internetis kättesaadavate andmebaaside kasutamine muutub bioloogidel aina igapäevasemaks, suur osa ajast hakkab neil kuluma arvuti taga istumisele,» kirjeldas Vilo.

Enda töös näeb ta suurimat väljakutset selles, kuidas erinevaid kogutud andmetüüpe omavahel seostada ja võrrelda. Geenide sekveneerimisel võetakse kasutusse uusi tehnoloogiaid, igaüks neist vajab mõnevõrra teistsugust lähenemist, et andmed kätte saada.

Milline võiks olla aga tema töö väljund igapäevaellu?

«Ma pean olema poliitiliselt korrektne ja sõnu valima,» võtab ta pika mõtlemispausi.

«Üks asi on see, et bioloogias läheksid asjad edasi, see omakorda on väga lähedal meditsiinile. Viimastel aastatel on olnud väga suuri arenguid tüvirakkude uuringutes. Lootust pannakse sellele, et tüvirakkude abil saab asendada haiguse tõttu kahjustunud kudesid, ilma et inimest ähvardaks äratõkerekatsioon,» toob ta esimese näite.

Teine pool on aga arvutiteaduslikum: «Osa neist algoritmidest, millega me töötame, on universaalsed, neid ei pea kasutama vaid bioloogias. Andmeanalüüsi teevad nii pangad kui poeketid. Küsimus on, kuidas erinevaid andmeid kombineerida, neid kokku panna ja milliseid rohkem usaldada.»

Milleks kuusepuule saun?

Kui tippida Google'i otsingukasti maailmas ühe enimsiteeritud Eesti teadlase, Ülo Niinemetsa nimi, tuleb üsna esimeste hulgas välja lühijutt tema poolt avastatud rediste kommunikatsiooniringist. Kel huvi, võib ise üles otsida ja lugeda, kuidas herneste ja rediste omavahelist keelt tõlkida ning kuidas arvuti tomatite, ubade ja kurkide poolt edastatud signaalid muusikateoseks kokku põimib. Näib ilmselgelt liiga ilus, et olla usutav.

See on puhas fantastika, kursusevenna Valdur Mikita ilukirjanduslik looming, naerab Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi professor Ülo Niinemets väikeses keldriruumis, mis on tihedalt täis taimepotte. Mis kõik siin kunstvalguse toel ei sirgu: tamm ja tubakas, muidugi ei pääse mööda taimebioloogide põhilisest katsetaimest müürlaogast.

Kuigi jutt rediste ja herneste suhtlemise avastamisest on kõigest muinasjutt, siis taimede omavahelisel suhtlemisel on siiski teatav tõepõhi all.

Mida taimed eritavad?

Taimed eritavad õhku väga erinevaid orgaanilisi ühendeid, edastades nende abil muuhulgas ka teavet enda olukorra kohta. Nende ühendite uurimise eest on Niinemets, kel sel kuul saab täis 39 eluaastat, pälvinud kahel korral Eestis riigilt teaduse aastapremia.

Gaaskromatograaf mõõdab taimest väljuvate orgaaniliste ühendite koguseid ülitäpselt «Iga taim emiteerib midagi, see kajastub meie õhukvaliteedis,» ütleb Ni-



KESET ROHELUST: Need taimed aitavad Ülo Niinemetsa töörühmal uurida aineid, mis taimelehtedest õhku paiskuvad.

Kunagi pole nii, et taim saaks kasvada täiesti stressivabalt. Ikka on niiskust kas liiga vähe või liiga palju, on liiga külm või liiga palav või on kahjurid ründele asunud.

nemets.

Kolme aasta eest Tartu Ülikoolist Eesti Maaülikooli uurija-professori ametikohale tulnud Niinemetsa huvitab eeskätt see, kuidas taimed stressiolukordadele reageerivad ja kuidas sellega kohanevad. Mitte kunagi pole nii, et taim saaks kasvada täiesti stressivabalt. Ikka on niiskust kas liiga vähe või liiga palju, on liiga külm

või liiga palav või on kahjurid ründele asunud.

«Kui stress on väga tugev, siis taim sureb. Keskmise stressiga laseb lehed longu. Meile on eeskätt tähtis, kuidas taim kohaneb selle stressiga nädalate ja kuude jooksul,» räägib Niinemets.

Tema kabineti ees koridoris sirguvad pottides noored kuused, millest ehk vä-

hem kui kümne aasta pärast võiks saada mõne kodu jõulupuud. Kuid selles laboris ootab neid puid ees hoopis saunaskäik.

Taimedega tehtavate katsete jaoks ei aeta sauna nii kuumaks, et inimesel seal mõnuga vihelda kannataks.

Kõigest nelikümmend kraadi ja tund aega – selle aja jooksul saab taim piisava koguse kuumust, et oleks võimalik mõõta taluvust kuumastressile.

Nullilähedase välistemperatuuriga tehakse talvel samalaadseid katseid õues, et mõõta, kuidas taimed külma stressiga toime saavad.

Globaalset kliimamuutust võib uskuda või mitte, kuid Niinemetsa juhitud töörühm on seadnud eesmärgiks, et katsete tulemuste põhjal saaks teha riskianalüüsi, kuidas taimed muutuva kliimaga hak-

kama saavad. Selleks siis ka kuusele saunaskäik.

Seoses kliima soojenemisega sageneb Eestis üleujutuste võimalus, nõukogude ajal rajatud kuivendusvõrke pole juba aastakümneid keegi hooldanud. Seega peavad siinkandis kasvavad taimed tulevikus üleujutuste või soojemate talvedega kohanema õppima.

Kokku saab tervikpilt

Eelmisel sajandil tõusis nisu saagikus kaks korda – see on tõusnud stressitolerantsuse tõttu. Nisu kannatab stressi välja: kuigi vett on vähe, moodustub viljapeas ikkagi piisavalt teri.

«Võib püüda kasvatada nii, et taimel oleks kõike piisavalt – vett ja toitaineid, aga see on kallis ja pole seetõttu jätku-



VESI OHUSTAB: Eesti ja Soome kuuluvad Euroopas riikide hulka, kus on suur üleujutuste oht. Soojenev kliima muudab vesised metsaalused aina tavalisemaks.

POSTIMEES/SCANPIX

suutlik. Seega püsib küsimus, kuidas vähem sisse pannes rohkem kätte saada,» selgitab Niinemets oma töö eesmärki.

Kui maailmas paljudes uurimisasutustes kogutud killud kokku panna, siis annab see juba kokku suurema üldistusega pildi.

Niinemetsa tööd üsna enim tähelepanu pälvinud ilmus 1997. aastal ajakirjas Nature, kus paljudest maailma paikadest kokku pandud andmete põhjal püüti selgitada, kuidas lämmastik jaotub põhiliste fotosünteesi limiteerivate valkude vahel.

Asjaolu, et mida rohkem lämmastikku, seda kiirem fotosüntees, oli ammu teada. Kuid näiteks ei teatud senimaani, et valguse neelamine on taimel jaoks väga kulukas – selle peale kulutab taim pea 40 protsenti valkudest.

GENEETIKA



Kust me tuleme?

Kaks enimtsiteeritud hulka jõudnud geneetikut, Tartu Ülikooli evolutsioonilise bioloogia erakorraline professor Richard Villesmaale ja Tartust mõne aasta eest Inglismaale Cambridge'i ülikooli inimgenoomika professoriks suundunud Toomas Kivisild (pildil), on mõlemad uurinud geneetilise materjali põhjal seda, kuidas asustasid inimesed maakera pärast Aafrikast väljarändamist.

Töö põhineb geenisekveneerimisel ning maailmas erinevate populatsioonide kohta kogutud geenianalüüside võrdlemisel. Aluseks on emaliini pidi edasi kanduv mitokondri DNA, mis võimaldab täpselt dateerida, millal mingi rahvakild on teisest eraldunud.

Nii on see töörihm toonud selgust sellesse, kuidas asustati Gröönimaa, ning avastanud tee, kuidas inimesed kunagi ammu Aafrikast maailma rändama läksid. Nimelt toimus see India kaudu. Villesmaale sõnul on hetkel huvitav näiteks see, kuidas troopilisest Aafrikast välja rännanud inimene jõudis üsna kiiresti välja arktiliste laiuskraadideni ning asus elama Põhja-Jäämere ääres. «Meid huvitab, mis adaptatsioonid on toimunud ja kas neile saab geneetiliselt pihta. Kui geenides on mingid erinevused, siis püüame uurida, mida need erinevused selgitavad,» ütleb ta.

(Samal teemal saate pikemalt lugeda Tarkade Klubi möödunud aasta juulinumbri.)



Martti Raidal: uut füüsikat oodates

Eesti laiem avalikkus kuulis Martti Raidali (4) nime ilmselt esimest korda mullu sügisel, kui Šveitsi ja Prantsusmaa piirimaal pandi käima maailma suurim teaduseksperiment, suur hadronite põrguti (LHC).

Polnud meediakanalit, kus Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi (KBFI) vanemteadur Raidal, Euroopa tuumauuringute keskuse CERN juures töötava Eesti töörihma juht, poleks põrguti tööpõhimõttest rääkinud. Muuhulgas ka sellest, kas kiirendis ikka sünnivad kardetud mustad augud.

Protonivoog sai kiirendis üliküürid ringe teha vaid napilt üheksa päeva, siis tekkis magnetirike, tunnelisse voolas kuus tonni vedelat heeliumi ning seade tuli remonditöödeks sulgeda. Esialgu lubadusega, et parandamine võtab aega paar kuud.

Möödunud aasta lõpus kolmeks aastaks Eesti Teaduste Akadeemia uurija-professori ametikohale valitud Raidal, Eesti enimtsiteeritud teoreetiline füüsik,

mõõnab oma Tallinna kesklinna kabinetis, et asjad LHCs ei ole põrmugi hästi. «Kui tegu poleks ülijuhtivusega, olnuks see viga 20 minutiga parandatav,» ütleb ta. Nüüd võib minna aga peaaegu terve aasta.

Põrguti taaskäivitamise tähtaegu on korduvalt edasi nihutatud ja hetkel teab Raidal, et järgmine tähtaeg on alles septembris. Siiski on lootust, et kui taaskäivitamine peaks õnnestuma ja eksperiment käima minema, siis eeloleval talvel kiirendi tööd ei katkestata, kuigi tavapäraselt lõpetab CERN talveks kõik energiamahukad eksperimentid, sest muidu kannataksid Genfi piirkonna kohalikud elanikud elektripuuduse tõttu talvel külma.

LHC peab tööle hakkama, sest käimas on võistlus ameeriklaste Fermilabi kiiren-

diga. See pole võimsuse ja suuruse poolest küll LHCga võrreldav, kuid mida kauem seal eksperiment kestab, seda suurem on võimalus, et õnnestub leida midagi uut, mis muudaks füüsikat.

Seoses põrguti käivitamise viibimisega on jäänud Eestisse tulemata ka andmevoog, mis pidi kahegigabitist kaablit pidi jõudma Mustamäele KBFIsse, kus üks Eesti võimsamaid arvutifarme oleks neid andmeid töötlemas asunud.

Halvim, kui kõigele on seletus

Kuid uus füüsika sünnib Raidali töölaual taga hoolimata sellest, et kiirendist ei tule veel uusi andmeid.

Töös on maapealsed eksperimentid, eksperimentid kosmoses ja universumist kogutud andmed.

Küsimused puudutavad meie maailma aluspõhimõtteid: miks on ainel mass? miks on universumis rohkem ainet kui antiainet? miks oleme meie olemas, aga kunagi olemas olnud antiaine on kuhugi kadunud? Seletamist nõuab tumeda aine olemus.

Aine massi olemasolu põhendamiseks

tuleks leida tänini püüdmatuks jäänud Higgsi boson, osake, tänu millele on ainel mass.

Mis siis saab, kui põrguti eksperimentide käigus peaks selguma, et osakefüüsika standardmudel ei klapi?

Raidali näkku ilmub vaimustunud ilme: «See on kõige parem, mis saab juhtuda! Halvim on see, et me teame kõike. Selline olukord oli juba ükskord. Eelmise sajandivahetuse füüsikas, kus oli kõigest mingi üks spektrivahemik, mida ei osatud seletada. Sealt kasvas lõpuks välja kvantmehhaanika.»

Ent mis kasu võiks tavalisele inimesele sündida neist eksperimentidest, mille kohta Raidal isegi on mõõnud, et Eestis leidub ehk vaid viis inimest, kes on võimalised neid täiel määral mõistma?

«Detektorite tehnoloogial põhinevad mammograafid, meditsiiniseadmed, mis inimest ei kiirita, on tulnud CERNist,» toob Raidal näite. Ja muidugi internet. «See sündis CERNis esmalt selleks, et saaks omavahel andmeid ja pilte vahetada. Tänapäeval on internetis kõik, nii ajaleht kui pank.»

NANOTEHNOLOOGIA

Töö, mille tulemuseks tuleviku tehnikaimed

Tartu Ülikooli nanotehnoloogid Jaan Aarik, Kaupo Kukli, Aleks Aidla, Teet Uustare ja Väino Sammelselg ei kuulu mitte ainult maailmas tsiteeritud Eesti teadlaste hulka, vaid nende tööde rakendusi võib igaüks oma igapäevaelus kohata.

Heitke pilk oma ümbrusse. Kas te kasutate igapäevaselt mälu pulka, MP3-mängijat või näiteks Intel Atom protsessoriga arvutit?

Nende kõigi puhul on tegu materjalidega, mis võimaldavad üliväikesele pinnale panna väga palju transistore. Just selliste uudsete materjalide – metalloksiidikiled, mis on ülitäpselt aatomikihi kaupa sadestatud – väljatöötamise esirinnas on need viis Tartu teadlast olnud 1990ndate keskpaigast alates. Võrdluseks: üks aatomikiht on inimese juuksekarvast tuhat korda õhem.

Kõik sai alguse Vene sõjatööstuse tellimustest, mida 1980. aastatel Tartus pooljuhtide ja elektroluminesentslaboris täita püüti. Eesmärgiks luminesentsekraan. Jaan Aarik kirjeldab selles töös kasutatud kemikaale erakordselt vastikutena, mistõttu otsustati proovida hoopis teiste ainetega ning hakati okside aatomikihi kaupa sadestama.

1990ndate keskpaigas tehti esimesed katsed hafniumoksiidiga ning suudeti seda sadestusprotsessi ka täpselt jälgida ja mõõta.

Mullu tõi Intel välja energiasäästlikud protsessorid Atom, mis põhinevad selsamal hafniumoksiidil. Tartlaste töödele on protsessoritootja korralikult viidanud.

Huvi tundis ka Samsung, kes otsis lahendust, kuidas energiarõvlist plasmater uudetesse pinnakattematerjalide abil tõhusamaks muuta.

Tulevikus võiksid kõne alla tulla kokkurullitav elektrooniline ajaleht või tapeedina seinale rullitav teler, aga ka äärmiselt täpsust nõudvatele mõõteseadmetele defektideta ja korrosioonikindlate katete tegemine.

