

OPTIKA ISESEISVAS EESTIS

Peeter Saari

Tartu Ülikooli füüsikum

SISSEJUHATUSEKS

Meie keeles tavapäraselt pole sõnad koormatud paljude tähendustega. Selles võib näha lausa loomulikku soodumust teaduskeeleks, milles terminid peavad olema täpse sisuga piiritletud. Sõna “optika” seevastu võib aga tähendada nii prillipoodi kui ka füüsikaharu ning kõikvõimalikke valgusel põhinevaid nähtusi, riistapuid ja vahendeid. Käesoleva ülevaate teemaks on optika kui täppisteaduste valdkond ning sellel põhinevad rakendused, sh aparaadiehitus. Optikaga haakub ka rida teisi teadusvaldkondi, ühistest uurimisvahenditest kuni kattuva probleemistikuni välja – tahkiseteooria, materjaliteadus, bio-, atmosfääri- ja keskkonnanfüüsika. Nimetatute kohta on ülevaated leida siinsamas kogumikus, mistõttu antud artiklis on puudutatud neid valdkondi seoses optikaga vaid üksikute täienduste tegemiseks.

Tänapäeva maailmas, kus materiaalse ja vaimse kultuuri produkte on lõpmata palju ja kõik pretendeerivad inimeste huvile ning ajale – mis on lõplik ressurss –, peetakse tähelepanuväärseks midagi vaid siis, kui sellega seostub *brand*, nimi, pikk traditsioon, kuvand, legend või müüt, mis ergutab fantaasiat. Seepärast küsigem – kuna Nobeli preemia on alles tulevik –, on’s meil minevikust midagi legendaarset leida? Jah on – me võime tõepoolest rinda ette ajades hüüda:

*oli küll, oli küll meil säärane mees,
teleskoop taevani,
juured madalas rannikuvees,*

kui parafraseerida P.-E. Rummo luuletust “Ikka Liivist mõteldes”. See mees oli Naissaarel üleskasvanud eestlane Bernhard Schmidt, kes Saksamaal töötades tuli 1930. a geniaalsele ideele täiustada teleskoopi erilise, kujutise moonutusi korrigeeriva optikaelemendiga, mille pinna võrrandi ta tuletas ja klaasis ka realiseeris – tollal vaid

fanaatikule jõukohase, ülimalt täpsust nõudva vaevarikka lihvimistööga. Kasutades vaid üht kätt, sest parem käelaba oli tal puudu Naissaare päevil ühe oma järjekordse leiutisega katsetamisel juhtunud õnnetuse tõttu. Schmidti kaamera muutis tähekujutised seninähtamatult teravaks ja selgeks ning põhjustas optilises astronoomias murrangu, mille tunnustuseks anti ühele väikeplaneedile tema nimi. Aastakümnete jooksul on Schmidti süsteemi teleskoope üles pandud mitmes observatooriumis, sh “Big Schmidt” Mount Palomaris Californias 1948 ja maailma suurim – Schwarzschild’i observatooriumis Saksamaal 1960. Laiale publikule sai tuntuks “Schmidti lääts” esimese põlvkonna televiisorite pildi suurendajana.

Aga, olgem objektiivsed, Eesti optikast kui sellisest on põhjust rääkida ikkagi alles alates 1950ndatest, mil Leningradist Tartu Ülikooli rektoriks tulnud Feodor Klement asus siin eksperimentaalseid luminesentsuuringuid arendama. Vahemärkusena – vastupidi tänasele teaduse juhtimise paradigmat oleval tollane rektor olnud lausa legendaarselt tagasihoidlik ülikoolile raha taotlemises, hoides aga samas ära ülikooli provintsipedinstituudistumise. 1960ndail pani TÜ teoreetilise füüsika kateedri juhataja Paul Kard oma õpilastega aluse matemaatilise laineoptika arendamisele ja üldfüüsika kateedri juhataja Kalju Kudu elektrilahenduses gaaside helendumise uurimisele Eestis. 1973 asutati tollase TA asepresidendi Karl Rebase, erialalt optikateoreetiku, eestvõitlemisel TA Füüsika Instituut (FI), kusjuures asjaajamisel oli tugevaks argumendiks Valdur Tiidu aparaadiehituslaboris loodud ja korduvalt kosmosesegi lennutatud optiline teadusaparatuur. 1980ndaiks oli FIst kujunenud NLis väga arvestatav alusuuringute ja laseraparatuuriarenduse kaubamärk, olles ka rahvusvahelises mastaabis tuntud teaduskeskus

optika ja spektroskoopia alal. Tolle perioodi tähtsustena võiks nimetada kuuma luminesentsi nähtuse (ametlikult NLs *otkrõtiye*'na registreeritud) ja spektraalsätkamise nähtuse avastamist (vt lähemalt tahkiseteeoriate ja materjaliteadusele pühendatud ülevaateist), valgusvälja täiuslikku salvestust ja taasesitust võimaldava nn aeg-ruumilise holograafia väljatöötamist jt. Rahvusvahelisest tunnustusest räägib ka asjaolu, et seoses siinsete uuringutega Eestist alguse saanud konverentside seeriad *Ultrafast Processes in Spectroscopy* ja *Persistent Spectral Hole-Burning: Science and Applications* ehk *Spectral hole burning (SHB): scientific and practical applications* on aastakümnetega maailmale ringi (Taipeist Taiwanil kuni Montana osariigini USAs) peale teinud ning neid nimetusi *Google*'sse toksides tuleb välja poolteist tuhat veebilehte. Põhjaliku ülevaate Eesti täppisteaduste seisust ja mõjufaktorist maailmateaduses aastail 1960–1990 võib leida autori artiklist TA 60 a. juubelile pühendatud kogumikus (1998).

Alates 1990ndaist on Eesti täppisteaduste produktioon rahvusvahelisel teadusturul, sh optika alal, oluliselt kasvanud. Alljärgnevas tutvustame üht-teist viimasel kümnel-viieteistkümnel aastal tehtust.

OPTIKA TARTU ÜLIKOOLI FÜÜSIKUMIS

Füüsikum kui TÜ Füüsika Instituudi (TÜFI, enne 1997 Eesti TA FI) ja TÜ füüsikaosakonna ühendus on riigi peamine füüsikaalase teadus- ja õppetööga tegelev institutsioon, mille saavutusi kajastab üheksa ülevaateartiklit käesolevas kogumikus. Püüame anda ettekujutuse mõnest eelkõige optika alla klassifitseeruvast uurimissuunast füüsikumis, millest eelmistes artiklites juttu veel polnud.

INTRIGEEERIVAD VALGUSLAINED

Viimastel aastatel mitte ainult füüsikaajakirjad vaid isegi maailma juhtivad ajalehed avaldavad teadusuudiseid “aeglasest valgusest”, “seisatud valgusest” ja superluminaalselt, st piirkiirusest $c = 299792,458$ km/s kiiremini või koguni ajas justkui tagurpidi liikuvaist valgusimpulssidest.

Otsisõnapaari “slow light” sisestades viitab *Google* 0,372le miljonile veebilehele, seda on kõigest 250 korda vähem kui veebilehti fraasiga “Da Vinci code”. Ehkki sedasorti eksperimentitulemused paistavad füüsika alustõdedega intrigeerivas vastuolus olevat vaid pealiskaudsel käsitlusel ja tegelikult sellised efektid olid vähemasti põhijoonetes teoreetiliselt teada juba möödunud sajandi algupoolel, on selle temaatika kuumaksminemisel selged põhjused. Esiteks – vastav laseroptiline eksperimenteerimistehnika on viimasel kümnendil jõudsalt arenenud, edasi – need uuringud lubavad uusi läbimurderakendusi optilises sides ja kvantinfotehnoloogias ning – *last but not least* – niisugustes katsetes kumab fantaasiat ergutavat intriigi, mida saab mõjusalt “müüa” laiale publikule, aga ka uuringute rahastajaile.

Juba 1980–90ndate vahetusel tehti Eesti TA FI kristallide spektroskoopia laboris “aeglase valguse” katseid antratseni- ja pooljuhtkristallides ning spektraalsätkamisega spetsiaalselt disainitud materjalides. Paraku laboris need uuringud hääbusid enne 1990ndate keskel alanud üleilmset selle temaatika buumi, sest tegijad lahkusid – kes erafirmasse, kes rektoriks või muiks teadusadministratoreiks.

Kuid samas FI laboris võeti ette uus, teadusperioodikas tollal vaid mõne teoreetilise artikliga esindatud uurimissuund. Tegeldakse teistel põhjustel superluminaalsete ning teistsuguste intrigeerivate omadustega valguslainetega, mis levivad mitte enam ühedimensionaalselt, nagu see toimub tavalises laserkiires või valguskius, vaid ruumiliselt. Järgnevalt asjast aimu andev selgitus.

Tavatingimustes täidab valgus kogu ruumi. Isegi läbi väikese augu tungiv päikesekiir või laserikiir ei saa olla kuigi peenike, sest ta on tegelikult valguslainete kimp, mis levides hajub – seda järevalt, mida peenem on kimp oma taljealas – nagu see on juba lainete loomuses. Ometi saab, tundes täpselt lainete moodustumise füüsikat ja matemaatikat, lainetele omast hajuvust üle kavaldada ning tekitada selline liitlaine, et kogu ruumi täitvast valgusest moodustub vaevumärgatava toruja

valgushalo sees leviv üksainus mikronite suurusjärgus läbimõõduga ere hajumatu valgusniit – nn Besseli kimp –, mis muutumatult kas või sadade meetrite peale ulatub. Kui liita omakorda kokku kõikvõimalike eri värvustega Besseli kimpe, saame valge impulsi, millel mitte ainult ristlõige vaid ka pikiulatus on mikronite suurusjärgus ja mis levib nagu valgusenergiakuul – ilma laiali valgumata. Siiski, valgus pole tina, laineid ei saa suvaliseks kuuliks kokku valada ning sellele füüsikatõele jäävad viitama X-kujulised haarad valguskuuli pikiläbilõikes (vt joonis 1).

Matemaatika terminites selgitus X-tüüpi lainele võiks kõlada nii: see on superluminaalne levi – invariantne mittesingulaarne lokaliseeritud superpositsioon ruumis R^3 antud lainevõrrandi nii hilinevaist kui ka ennetavaist Greeni funktsioonidest. Füüsikuharidusega lugejale võib vihjeks lisada, et tuumareaktorite jahutusvees jälgitava Čerenkovi efektiga formaalses vastavuses on siin tegemist vaakumis ülevalguskiirusega liikuva laengu kiira-



Joonis 1.

Nii paistaks laialivalgumatu X-tüüpi valguslainepulss oma ülevalguskiirusega lennul küljelt pildistatuna. Lääts sümboliseerib keerukat registreerimistehnikat, mis funktsioonilt on nagu mikrofotoaparaat katiku säriajaga suurusjärgus 10^{-15} sec ja mis registreerib valgusenergia jaotust ruumis suvalisel ajahetkel.

tava elektromagnetilise koonilise lööklaineväljaga, kuid laeng ise pole mikroosake vaid Huygeni tüüpi sekundaarne neel-allikas laineimpulsi tsentris.

Kui 1997. a sügisel allakirjutanu avaldas füüsika esiajakirjas *Physical Review Letters* koos tollase doktorandi, tänavuse Eesti Teaduse Populariseerimise auhinna laureaadi, füüsikabussi “isa” Kaido Reiveltiga artikli X-lainete esmakordsest eksperimentaalsest registreerimisest, oli Eesti äriilm parajasti depressioonis esimesest Eesti börsikrahhist. Indeksi TALSE vaba langemise uudistest tüdinud meedia avastas, et ka teadus võib uudisekännise ületada. Eesti Päevaleht pani oma teadusajakirjaniku loo X-lainetest esiküljele ja see artikkel (<http://www.epl.ee/artikkel.php?ID=26836>) sai trükimeedia aastapremia. Kaks füüsikut kutsuti linti läbi lõikama Tallinna ühe uue pangahoone, mil helikopteri maandumisplats katusel, avamispeole. Seda panka enam pole ammu... Niipalju siis Eesti kapitali koostööst Eesti teadusega 1990ndail.

Aga artiklid teadusajakirjades unustusse ei vajunud. *Physics Today*, mis on füüsikamaailma ühendav üldloetav ajakiri, nagu seda näiteks on *Forbes* äriilmas, 2004 oktoobrinumbri rubriigis *Search and Discovery* kirjutab toimetuse ajakirjanik itaallaste värsketest tulemustest X-lainete kohta, meenutades eestlaste pioneerlikke 1997. a eksperimente sel alal väljenditega *the Tartu group, the Tartu setup* jne.

Tartus arendatud uurimistööd laialivalgumatute valguslainete alal tunnustati 2000. a Eesti Vabariigi teaduspreemiaga.

Laialivalgumatute valguslainete praktilised rakendused on tulevikutehnoloogias. Kuid juba eelmisest kümnendist kasutatakse Besseli kimpe näiteks eriti täpsetel nivelleerimistöodel suurehitustel ja mujalgi, kus õhku on vaja tõmmata üle pika vahe-
maa ideaalne sirge suurema täpsusega kui seda võimaldab tavaline laserikiir. Spetsiaalsete hologrammidega tekitatakse teatavas mõttes vindiga levivaid nn kõrgemat järku Besseli kimpe, millel on must auk – ühevärvilisel kiirel on nullise väljatugevusega õõnsus keskel või valge X-lainekuulike omandab mikroskoopilise sõõriku kuju. Nii-

sugune valguslaine on võimeline haarama aineosakesi nagu valguslõksu ning lisaks edastama osakesele pöördliikumist – nanotehnoloogias vajalik manipulatsiooniooperatsioon.

FI lasertehnika laboris kasutatakse Besseli kimpe täpse ja tundliku tööriistana aatomite energiasundite uurimiseks mittelineaarse spektroskoopia vahendusel. Tulemusi avaldatakse reeglina *Physical Review's*, mis näitab uurimuste taset.

FI kristallide spektroskoopia laboris õnnestus muuhulgas, põhiõppe üliõpilaste osalemisel, teostada X-lainetega omandatud *know-how*'ga n-ö tehnoloogiasire füüsikavundamendi abstraktsetesse sügavustesse. Nimelt sai koostöös Poola akadeemikust füüsikateoreetikuga ümber lükatud ühe tänapäeva füüsika täpseima fundamentaalteooria – kvantelektrodünaamika õpikutes aastakümneid ühtemoodi esitatud footoni ruumilise lokaliseeritavuse käsitus ning asendatud see põhimõtteliselt uue ja rakenduste jaoks enam lubavamaga.

KÜLMUTATUD VÄÄRISGAASIDE KUUM HELENDUS
FI madalate temperatuuride laboris – mida on nimetatud ka Eesti tegelikuks külmapooluseks – on optilis-spektroskoopiliste eksperimentaaluuringute osas viimase kümnendi huvitavamaiks osutunud absoluutse temperatuuri nulli lähedal tahkeks jahutatud väärisgaaside kuuma luminesentsi alased tulemused (vt joonis 1 I. Tehveri artiklis). Allakirjutanu hindab neid töid ja nende autoreid eriti veel põhjusel, et nad patriootlikult ja ainsaina FIs on viimaseil kümnendil hoidnud värskest lehvimas siinse prioriteedi lippu kuuma luminesentsi alal. Nimelt, varsti pärast selle nähtuse avastamist ja talle nime andmist FIs 1960ndate lõpus muutus mujal maailmas populaarseks kuuma luminesentsi uurimine pooljuhitudes. Nii lahkus siin ristitud laps laia maailma teiste erialade suure *community*'sse ja tema FI päritolu mäletatakse nüüd kümnendite möödudes vaid mõnes lähemas erialaringkonnas. Veelgi vähemates, kui poleks nimetatud tulemusi väärisgaasidega.

Siit, muide, moraal kõrva taha panna tulevastele avastajatele: ei tasu välja mõelda nähtusele head

selget ja tabavat füüsikalist nimetust, vaid tuleb teda tähistada lohiseva ja segase määratlusega. Seda tsiteerida üritades esimesed teistest uurimiserühmadest viitajad vihastuvad ja ehk ristivadki nähtuse lühidalt teie liignimega, kust see siis sellisena teie rõõmuks ja igaveseks auks käibele lähebki...

NAHAHAIGUSTE LASERRAVI

FI madalate temperatuuride laboris töötati 1990ndail koos Tartu laserifirmaga ESTLA ja TÜ Nahahaiguste Kliinikuga välja laserraviseade nahahaiguste, nagu akne, ekseemid, psoriaas, “portveini plekid”, troofilised haavandid, jt raviks. Originaalne vaseaurudel töötav ja intensiivse bioaktiivse toimega rohelist valgust andev laser oli testitud Helsinki Meditsiiniuuringute Keskuses ja juurutati kliinilisse praktikasse TÜ kliinikus (üle 200 patsiendi kuus).

GAASLAHENDUS – VÄLGUST

PLASMAUURINGUTENI

TÜ füüsikaosakonna eksperimentaalfüüsika ja tehnoloogia instituudi gaaslahenduslaboris uuritakse, võiks öelda, välku kodustatud-kontrollitud tingi-



Raviotstarbeline Cu-laser FIs.

mustes. Põhitähelepanu pööratakse elektrilahenduse initsieerimisele ja arengule kõrge rõhu all olevates gaasilistes keskkondades ja gaaslahendusplasma termodünaamiliselt mittetasakaalulisele olekule. Viimane on huvitav ja paljulubav selle poolest, et leiavad aset suunatud keemilised protsessid uute ainete tekkeks.

Töörühm on saanud oma ala tuntud tegijaks, millest annab tunnistust kas või fakt, et Jaapanist alguse saanud konverentsideseeria kõrge rõhu ja madala temperatuuriga plasma keemia alal, nimega *Hakone*, kaheksas sümposium toimus 2002. a tartlaste korraldatuna Pühajärvel.

Uuringute praktilise kõrvalproduktina on aidatud muuseumidel taieste pinda puhastada laserablatsiooni meetodil ning valmistatud õhupuhasteid kahjulikest lämmastikoksiididest vabanemiseks, selles suunas on käimalükkamisel eri uurimisprojekt.

Kuid gaaslahenduse töörühmale tuleb tähelepanu pöörata veel ühel, globaalse energeetika kriitilisest arengutest lähtuval erilisel põhjusel. Nimelt valitses maailmas 1950–60ndatel plasmafüüsikute



Kõrgsageduslahendus (20 MHz) laboratooriumiõhus.

seas lootus, et veel natuke uurimistööd ja juhitava termotuumasünteesi (fusiooni) probleem leiab kohe-kohe lahenduse. Nõukogude Liit oli tollal väga tugev tegija sel alal, töötati välja *Tokamak* – plasmareaktor magnetväljast “seintega” ning paljudes teadusinstituutides üle kogu maa töötasid nii või teisiti plasmafüüsikaga tegelevad laborid. Eestis oli selliseid vähemalt kolm – üks TA Elektro- ja Termofüüsika Instituudis (hilisemate Energeetika Instituudi ja Mereinstituudi eellane), üks koguni TA Keemia Instituudis ning ainsa praeguseks ellujäänuna kõnealune gaaslahenduslabor TÜs. Ning nüüd, mil ajalugu on teinud spiraaliringi ja Prantsusmaal hakatakse rahvusvahelise megaprojekti ITER korras püsti panema energiat tootva *Tokamak*’i prototüüpi, lõövad Tartu gaaslahendusplasmafüüsikud selles kaasa EFDA (*European Fusion Development Agreement*) raames.

GAASID LASERI TÖÖKESKKONNANA

Haruldaste omadustega gaase jugades ja impulss elektrilahendustes uuritakse FI lasertechnika laboratooriumis, eesmärgiga töötada välja tõhusamaid töökeskkondi nn eksimeerlaseritele. Neis annavad tugevat ultraviolettkiirgust vääriskaaside vaid ergastatud olekus eksisteerivad ühendid – sarnased nendega, millest oli eespool juttu seoses kuuma luminesentsi uuringutega.

Laboris mitmesuguste moodsate spektroskoopiliste diagnostikaseadmetega, nagu nanosekundilise katiku ja võimendiga laengsidestuseade (ICCD) jt, teostatud uuringud aitasid oluliselt kaasa sellele, et koostööpartner – Tallinna firma NEWEKS – on suutnud välja töötada eriti konkurentsivõimelisi eksimeerlasereid ning müünud neid laia maailma sadu komplekte, sh sellistele nõudlikele klientidele nagu USA riiklikud ametkonnad.

OPTIKA TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO LIS

LASEROPTIKA FÜSIoloogilistes uuringutes TTÜ matemaatika-loodusteaduskonna biomeditsiinitehnika keskuses on välja töötatud meetod, milles langevate ja uuritavast keskkonnast peegelduvate laserkiirte interferentsi abil registreeritakse liikumiskiirused ja -suunad. See meetod või-

maldab uurida vere voolamist soontes, pulsilöö- kide dünaamikat jms. ning on rakendatav kardio- loogilises diagnostikas. Loodud seadmete proto- tüüpe (Tensio Trace jt) on demonstreeritud rah- vusvahelistel messidel.

VARJATUD JÕUDUDE VISUALISEERIMINE

Igäüks on kas ise käinud mingisugusel tomo- graafilisel uuringul – näiteks magnetresonantsto- mograafi all, mille täpne nimi on, muide, tuuma- magnetresonantstomograaf, või vähemalt näinud filmist, kuidas inimese kehaosast tehakse kolme- mõõtmeline kujutis. Samamoodi saab valguse neeldumise kaudu kaardistada neelavate lisandite paiknemist enam-vähem läbipaistvas kehas. Hoo- pis keerulisem juba ainuüksi matemaatilisest kül- jest on aga tomograafia, kus keha igas punktis toi- mub valgusvälja võnkumistasandi kallutamine ehk polarisatsiooni muutmine. Seda tingivad igati läbi- paistvas kehas näiteks mehaanilised pinged, mis visualiseeruvad alles polarisatsioonitundlikus vaat- lus- ja registreerimisseadmes – polariskoobis.

TTÜ Küberneetika Instituudi fotoelastsuse labor on muuhulgas Springeri kirjastuse poolt 1993. a avaldatud monograafia kaudu tuntud kui klaas- toodete jääkpingete mõõtmiseks sobivaima nn in- tegraalse fotoelastsusmeetodi arendaja. Laboris on välja töötatud arvutijuhitav polariskoop, mis ka- sutaja abita optimeerib mõõtmised, lahendab vä- ga komplitseeritud matemaatilise ülesande, milles põimuvad laineoptika ja tensorvälja tomograafia meetodid, ning esitab kas või tehase tootmisliini juures operaatorile pildi toote nähtamatutest sise- pingetest. Labor teeb lepingulisi töid maailma tun- tud klaasifirmadele ja kineskoopide tootjaile. Lähemalt on labori töödest juttu Teadusmõtte sarja esimeses, tehnikateadustele pühendatud kogumi- kus, laborist pungunud firmast aga allpool.

KÕRGTEHNOLOOGILISED OPTIKAFIRMAD EESTIS

Siin tutvustatavate Eesti turumajandusse siirdu- mise aastatel loodud firmade põhitegijad on reeglina pärit endistest TA Füüsika Instituudist, Elektro- ja Termofüüsika Instituudist ning spetsi-

aalsetest konstrueerimisbüroodest, olles praegugi viljakas koostöös oma endiste kolleegidega tea- duslaboreist.

Estla Ltd.

<http://www.estla.com>

Asub Tartus, 1988 pungunud FI lasertechnika labo- ratooriumist. Töötab välja ja müüb põhiliselt Lää- ne-Euroopa turul laseroptilist aparatuuri teadus- uuringute, biomeditsiiniliste rakenduste ja ka la- seršõude jaoks. Toodangu tasemest annab tunnis- tust näiteks Brüsselis peetud uusimate teaduse- ja tehnikaalaste saavutuste näituse Heureka'1996 kuldmedal.

Koos samuti Tartus asuva biotehnoloogiafirmaga Asper (<http://www.asperbio.com>) on loodud gee- nitestide tegemise riist – mikrokiibi lugeja "Ge- norama" mida on juba üle kümne komplekti müü- dud, sh mitu USAsse. Tegemist on keeruka opti- kaseadmega, mis sisaldab nelja laserit, kõrgekvali- teedilist laengsidestuseadet (CCD) ning nutikat optikaskeemi täielikul sisepeegeldusel, pluss ori- ginaalne tarkvara genotüübi automaatseks regist- reerimiseks-tuvastamiseks.

Neweks Ltd

<http://www.excimer.ee>

Asub Tallinnas, 1991 asutas kunagine FI kristal- lide spektroskoopia labori laseriinsener Arnold Vill. Lõõnud läbi ja domineerib oma turuniššis kompaksete eksimeerlaseritega tööstuslikeks, me- ditsiinilisteks ja teaduslikeks rakendusteks. Müü- nud üle pooletuhande aparadi niisugustele nõud- likele klientidele nagu NASA, US NAVY, Los Alamos National Laboratory, Ames Laboratory, Lawrence Livermore National Laboratory jt.

LDI – Laser Diagnostic Instruments

<http://www.lds.com/>

Asub Tallinnas, harukontoriga Kanadas, asutatud samuti 1991 ja on meie suurim laseroptilise aparatuuri ja vastavate diagnostikameetodite arendaja. Hea näide kodumaise suurkapitali mõjuvast rollist tõeliselt teadusmahuka tootmise arendamisel. Saa- nud arvukalt diplomeid ja medaleid rahvusva- helistelt tehnoloogiamessidelt ja organisatsiooni-

delt oma lidarite jt keskkonna optilise monitooringu seadmete eest, aga ka näiteks Brüsselis 2002. a toimunud teaduslik-tööstusliku innovatsiooni alasel maailmanäitusel EUREKA kuldmedali lasermeditsiiniaparaadi MARIA ja vastava meetodika loomise eest tuberkuloosi (k.a antibiootikumiresistentse) raviks.

Paraku on LDI oma lidaritega ka ilmekaks näiteks ütlusele: “Ükski prohvet pole kuulnud oma maal.” Ameerikamaal ta võidab veekogude õlireostuse lennukitelt avastamise aparatuuri võrdlusteste ja hankekonkurssi, aga Eestis... Eestis avastatakse õlireostus alles selle “ootamatul” randajõudmisel ja siis ohitakse, et oh oleks pidanud ikka mõne väljamaa peene riistapuu sisse ostma. Avalikkus elab kaasa lindude pesemisele ja saab televiisorist teada selle kangelasliku töö tehnoloogia üksikasju. Omamaise firma olemasolust, kelle toode võinuks aidata reostust juba avamerel avastada, saadakse teada aga alles tänu meie tipp-teleajakirjanike läbiviidud uurimistöele. Kas riigi asjaomastes ametkondades saadi Eesti oma lidarist teada enne või pärast “Pealtnägija” saadet?

OÜ GlasStress

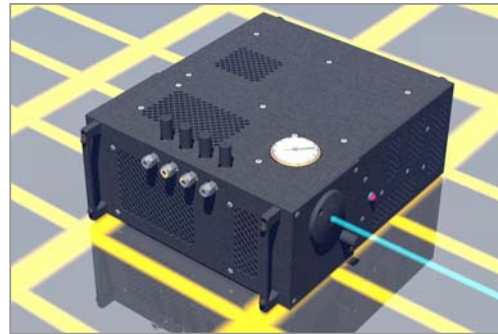
<http://www.glasstress.com/index/home.htm>

Asutatud 2003 Tallinnas. Loodud TTÜ Kübernetika Instituudi fotoelastsuse laboratooriumi baasil. Spetsialiseerunud klaasi jääkpingete mõõtmise tehnoloogia arendamisele, selleks aparatuuri tootmisele, sellealasele koolitusele ja konsultatsioonidele.

Valmistab automatiseeritud transmioonpolaroskoopi AP-06C jääkpingete mõõtmiseks fotoelastsustomograafiaga keeruka kujuga klaastoodetes, nagu pudelid, joogiklaasid, ravimiampullid, kinesiivid jne. Seda aparati kasutavad paljud suured klaasifirmad (Saint-Gobain, Pilkington, Schott jne).

Teiseks tooteks on hajunud valguse polariskoop SCALP jääkpingete mõõtmiseks arhitektuurilise klaasi paneelides ja autoklaasides.

Firma korraldab igal kevadel rahvusvahelise klaasi pingete suvekooli.



Neweks'i uusim kompaktne (vaid 14 kg) eksimeerlaser PSX-501.



LDI lidar monitoorimas merd läbi lennukipõranda.

KOKKUVÕTTEKS

Oma loomevõime apogees avaldas B. Schmidt soovi tulla oma tööd jätkama Tartu Ülikooli. Aga ei läinud nii helgelt, nagu lõpeb meie rahvuseepos: “Küll siis Kalev jõuab koju...”. Talle öeldi ära – eestlasest optikageeniusele ei leitud tagasihoidlikele palgasoovidele vaatamata rahvusülikoolis kohta... See keeldumine jääb Eesti Vabariigi teaduspoliitika kui sellise süümele, nagu ainsastki püssipaugust keeldumine aastail 1939–40 jääb Eesti Vabariigi pärispoliitika ajalukku igavesti kummitama.

Ega tänanegi teaduspoliitika pole immuunne lühinägelike või kitsarinnaliste otsuste suhtes, eriti kui raha kipub varjutama muid väärtusi. Eesti teaduse arendamise strateegilistes dokumentides loetletud prioriteetsete valdkondade hulgas optikat ilmutatud kujul kirjas pole. Ja rahajagamise rituaalide täitjad ei pruugi alati teada, et optika on nimetatud prioriteetade sees, all ja taga... Siiski olen kindel, et 15 aasta pärast on palju uut ja huvitavat, millest kirjutada käesolevast pikem ülevaade Eesti optikateadusest ja -tehnoloogiast. Sest optika on vajalik alati – oli hinnas nii aegadel, mil nõuti panust pommi või taheti teadlasi atradeks taguda, kui ka tulevikus, kus *alma mater* lubab toita ja katta vaid selliseid teadlasi, kes talle puukidena mammonat kokku kannavad. Igaühele arusaadavalt vajalik – sest optika tegeleb valgusega ja pärineb kreekakeelsest sõnast “nägemine”.

KIRJANDUS

Käesoleva kogumiku suunitluse ja artikli piiratud mahu tõttu tuli loobuda siinkohal kirjanduseviidete loetelust. Pealegi, tingituna Eestis viljeldavate optikaalade mitmekesisusest, olnuks raske teha valikut suurest hulgast artiklitest, mis ilmunud laias väljaannete spektris – alates tippajakirjadest, nagu *Physical Review Letters*, *Physical Review*, *Optics Letters*, *Optics Express*, *Journal of the Optical Society of America*, jt, ning lõpetades eestikeelsete poolpopulaarsete ülevaadetega kas või Eesti Füüsika Seltsi aastaraamatuis või aimeartiklitega “Horisondis”. Tegelikult saab tänapäeval tänu Internetile huvilise lugeja suunata algal-

likatega tutvuma ilma pikkade viidete-loeteludeta. Teadusjuhtide, riigi rahajagajate ja raamatukogude infotöötajate ühispingutuse tulemusena on olemas juba hea mitu aastat tasuta juurdepääs bibliograafilisse andmebaasi *Web of Science*, mis seob meid operatiivselt, igaühe enda töölaualt maailma teadustoodangu vereringega ning näitab ka eesti autorite panust sellesse. Niisiis, Eesti aadressiga ja tervenisti või osaliselt optika valdkonda liigituvate ja viimase 10–15 aasta publikatsioonide enam-vähem esindusliku nimekirja saab kätte *Web of Science*’st päringuga alljärgnevate autorinimedega-märksõnadega.

Muidugi ei hõlma see nimekiri kõiki optika alal publitseerijaid Eestist – välja pole toodud paljusid nimetatute kaasautoreid, ega ka vaadeldud ajavahemikul vähese produktiivsusega autoreid. Siiski, nende märksõnadega, milles initsiaal komata taga just nii nagu vastaval andmeväljal, peaks olema võimalik kiiresti leida ja – tänu samuti *on-line* ning enamasti tasuta juurdepääsuga artiklite täistekstidele – huvilistel ka tutvuda kõigi oluliste Eestist maailma teadusperioodikasse läinud töödega optika või sellega haakuvates valdkondades. Seejuures iga artikli “turuväärtust” näitab talle tehtud viitamiste-tsiteeringute arv. Füüsikas on artikli mõjukus üle rahvusvahelise keskmise taseme, kui see arv kümnekonna avaldamisjärgse aasta sees kasvab kümnest suuremaks.

Olulisemad Eesti autorid:

Aaviksoo J., Aben H., Adamson P., Ainola L., Aints M., Anton J., Avarmaa T., Babichenko S., Erme E., Errapart A., Freiberg A., Haljaste A., Haller K., Hinrikus H., Hizhnyakov V., Jaaniso R., Jalviste E., Kaarli R., Kasikov A., Kask P., Kikas J., Kink R., Kirm M., Laan M., Laisaar A., Liidja G., Lippmaa E., Lushchik A., Lushchik C., Muring K., Meigas K., Mets U., Nagirnyi V., Ollikainen O., Palm V., Paris P., Plank T., Peet V., Poryvkina L., Ratsep M., Rebane I., Rebane K., Reimand I., Reivelt K., Renge I., Saari P., Selg M., Sild O., Sildos I., Suisalu A., Sonajalg H., Zazubovich S., Tehver I., Timpmann K., Treshchalov A.