

## Ühe ebahariliku teadustee tagamaad

*Riho Nõmmik*

Olen jõudnud elu 85. verstapostini. On viimane aeg kokku võtta ja lahti mõtestada see paljuski ebaharilik tee teaduseradadel, mille olen läbinud. Ja teha sellest järeldusi, mis isegi endale on mõneti ootamatud. Valdava osa oma 64 aastat kestnud teadustööst tegin Moskva Ülikooli Tuumafüüsika instituudi kosmosefüüsika I. osakonnas. See osakond on California Tehnoloogiainstituudi (Caltech) vastava osakonna kõrval eriala suurim teaduskeskus maailmas. Täna on selle osakonna teadlaste poolt tehtud kosmose uurimiseks üle 600 eksperimendi. Formaalseks minu töö tulemuseks on 253 teadustrükist ja olen seitsme kosmose keskkonda käsitleva raamat-teatmiku kaasautor. Kas seda on vähe või palju, jätan lugeja otsustada. Raske, ravimatu, progresseeruv nägemispuue, millele lisandub ka raske liikumispuue, sundis mind 2017. aasta sügisel oma töö Moskvast lõpetama. Sel puhul toimus instituudis õpetatud nõukogu erakorraline koosolek, millel instituudi direktor oma ettekandes iseloomustas minu elutööd sõnadega – „Nõmmik on ajastu“! Mõtestan selle hinnangu lahti. Nõmmik on oma erialase teadustöö tulemustega edestanud teisi, sealhulgas NASA teadlasi, mitmekümne aasta võrra. Seda NASAle ebamugavat olukorda on NASA teadlased avalikkuse eest hoolega varjanud. Te ei eksi, kui loete väljendit – „mitukümmend aastat“. Ja loomulikult arvate, et see on võimatu. Kaasajal see on ja oli võimalik noores teadusharus, mis sündis 1957. aastal, kui inimene väljus kosmosesse ja kohtas seal Maalt nähtamatut, mida asuti uurima kosmosesse viidud aparatuuri abil. Võimatu on vahel siiski võimalik. Kaks näidet võimatuse võimalikkusest, mis peaksid olema lugejale arusaadavad.

1. Kas olete kunagi näinud mõne rahvusvahelise teadusajakirja numbrit, milles oleks avaldatud ühe autori kaks erinevatele probleemidele pühendatud kaasautoriteta artiklit? Mina ei ole. Sellest loomulik järeldus – ühe autori kolme artiklit ühe ajakirja ühes numbris on mõttetu otsida, sest niisugune asi on võimatu! Aga võtke kätte ajakirja „Advances in Space Research“ 40. köite kolmas number aastal 2007 ja te leiate selles kellegi R. A. Nõmmik’u kolm artiklit (Nõmmik, 2007a,b,c). Täheleb võimatu on siiski võimalik. Kui te ei usu interneti andmeid, siis niisugune ajakirja „elus“ number lebab minu riulil Kakumäel. Annan sõna, et ma seda krematooriumi ahju kaasa ei võta, sest see kuumust ahjule ei lisa. Annan ajakirja Tartu Ülikooli raamatukogule. Äkki keegi tahab näha või lugeda, mis asi see „võimatu“ on!

2. Lehitsege rahvusvahelistel tippkonverentsidel esinenud autorite nimekirju. Ja sageli leiate neis teadlasi, kes on paljude ettekannete autorid. Aga valdavalt on igal ettekandel mitu kaasautorit. Nüüd avage kosmoseuurijate tippkonverentsi „COSPARi Assamblee“ (2008, Montreal) autorite nimekiri ja te leiate, et oma seitsmest ettekandest neljal mul kaasautoreid ei olnud. Kui teil on soov „edestamise“ asjaoludega sisuliselt tutvuda, siis leiate infot ajakirjas „Akadeemia“ (Nõmmik, 2020a,b) ja raamatus (Nõmmik, 2018). Mõndagi leiate ka allpool selles samas loos. Aga kõigest järjekorras, alustagem algusest.

## Kas teadlaseks saab õppida?

Lõpetasin Tartu I Keskkooli (Treffneri kooli) ja astusin Moskva Ülikooli füüsikateaduskonda 1954. aastal. Üldine konkurs teaduskonda sellel aastal oli 7,3 keskkooli medaliga lõpetanut ühele kohale. Oli raske. Vene keelt ma polnud varem rääkinud, kuna Tartus puudus selleks vajadus. Loengud – nagu ristsõnamõistatused. Seminaridel Moskva erikoolid lõpetanud ülitargad „semud“ vaidlevad õppejõududega. Siiski vedasin ennast eksamitelt küllatki hästi läbi, rohkem miimika ja käte kui vene keele abil. Pärast teist kursust – kaubavagunisse ja uudismaale! Oktoobris tagasi jõudnud, kõik see ebaharilik minuga algas. Füüsika üldkursused olid läbi, tuli valida eriala. Selliseid oli teaduskonnas 20. Minuga oli asi nii, et mind oli saadetud Moskvasse õppima tuumafüüsikat, kuna Tartusse pidi tulema teadusotstarbeline tuumareaktor. Aga selleks ajaks oli selgunud, et reaktorit Eestisse ei tule. Kas ei ole huvitav? Tuumareaktor pidi Eestisse tulema juba 70 aastat tagasi. Ja muudkui tuleb ja tuleb, aga kohale ei jõua. Kes või mis, keda, või mida kardab? Kas reaktor Eestit, või Eesti reaktorit? Aga tagasi Moskvasse. Olin oma tulevase erialaga jäänud vabaks. Aga mul ei tulnudki valida! Mind valis kosmos. Kuidas? Istusin praktikumis ja püüsin järjekordse ülesande kallal. Ja äkki tuli minu juurde praktikumi juhataja ja küsis, kas ma ei tahaks tutvuda kosmiliste kiirte laboratooriumiga ja kui see mulle meeldib, siis seal midagi teha. Nõustusin. Kosmilised kiired on ju tuumafüüsika osa! Need on looduslikud instrumendid, mille abil uuritakse suure energiaga osakeste põrkumisi! Ei tea, miks nõustusin. Tegemist oli isegi küllaga. Paar nädalat varem oli minust, kolmanda kursuse juntsust tehtud teaduskonna spordinõukogu esimees. Teaduskond – pool tolleaegset Tartu ülikooli. Ainult õppegrupe – 120. Lisaks pool tuhat aspiranti. Kui palju noorepoolseid õppejõude ja teenistujaid? Mobiiltelefone siis ei olnud, nende asemel olid jalad. Ega ma loengutele enam ei jõudnudki. Eksamiteks valmistusin õpikute ja võõraste konspektide abil. Ja see maksis kätte. Vastasin järjekordsel eksamil oma lektorile. Aga eksamiks olin valmistunud tema verivaenlase õpiku alusel. Sellest kohe aru saanud, professor minu juttu eriti ei kuulnudki ja minu protesti ignoreerides kirjutas mu arvestusraamatusse sisse kolme. Lõpudiplom mokas, kaotasin oma hinnete ja loengute vastu igasuguse huvi. Seminarid ja praktikumid, ühiskondlik töö, õhtuti laboratoorium ja peamine – treeningud. Kuulusin ülikooli koondvõistkonda nii kergejõustikus kui ka tennis.

Diplomitöö tegin Armeenias Aragatsi mäel (3200 meetrit merepinnast) aparatuurikompleksi abiga, mille koosseisus oli ka minu poolt kokku pandud Wilsoni kambri juhtimissüsteem. Diplomitöö kaitstud, mis edasi? Minu õppegrupi 25 üliõpilasest lõpetas ülikooli 3 inimest „cum laude“. Aspirantuuri soovitati neist üks. Ja teiseks osutusin mina, kelle lõpudiplomis ilutses kolm kolme! See et kolmedega ülikooli lõpetanule anti soovitus aspirantuuri astumiseks oli enneolematu juhtum teaduskonna ja võibolla ka ülikooli ajaloos. Milleni see juhtum viis? Viis selleni, et mina kaitsesin oma õppegrupist esimesena kandidaadiväitekirja ja ühena kahest sain füüsika-matemaatikadoktoriks! Arvate, et tänu õnnelikule aspirantuurile? Kui see oleks olnud nii! Esimesed kaks aspirantuuri aastat tegelesin probleemidega, mis hiljem väitekirja ei sattunud, kuigi töid mulle autoritunnistuse ja trükise. Alles kolmandal aspirantuuri aastal lülitusin tegevusse, mis oli seotud tulevase väitekirja temaatikaga. Nimelt pidi töö käsitlema eksperimendi tulemusi, aga selleks vajalikku aparatuurikompleksi Aragatsi mäel alles hakati ehitama, sest tehased, kus aparatuuri osi valmistati, olid plaanist lootusetult maha jäänud. Aspirantuur lõpeski, aga minu peod olid tühjad.

Kokkuleppe kohaselt pidin suunduma tööle Tõraverre ENSV Teaduste Akadeemia Füüsika ja Astronoomia Instituuti aparaadiehituse sektorisse. Aga sektori juhataja Valdur Tiit mõistis minu rasket olukorda ja Eesti Teaduste Akadeemia asepresident Arnold Humal pöördus Moskva Ülikooli rektori poole, paludes mul võimaldada oma töö ülikoolis stažöörina aasta jooksul lõpetada. Heakene küll, aga saabus talv ja Aragatsi teadusjaam läks mitmemeetrise lumekihi all üle polaarjaama režiimile. Novembrist aprillini side Suure Maaga raadio abil, söögilaul see, mida sügisel oli keldrisse salvestatud. Pidi algama aparatuuri monteerimine, aga Moskva teadlased keeldusid talveks Aragatsi mäele sõitmast. Minu jaoks oli see katastroof! Siiski anti minu käsutusse pool tosinat inseneri, laboranti ja tehnikut ning – Aragatsile talvituma. Kompleks sai kokku pandud ja minu tähtaja lõpuks saadi ka esimesed toored mõõtmistulemused. Need tulemused nõudsid põhjalikku statistilist läbitöötamist, mida tegid tavaliselt laborandid, aga seekord tuli seda teha mul enesel töö kõrvalt Tõraveres. Aritmomeetri väнда keerutamine nõudis aega mitu aastat, veel aasta mõtlemiseks, artiklite ja väitekirja kirjutamiseks ja 1968. aasta alguseks sai väitekirja valmis ja sügisel kaitstud. Aga teised minu grupikaaslased, „cum lauded“? Neist edukaim, kes oli ka soovitatud aspirantuuri, kaitses väitekirja mõni kuu minust hiljem, teine piinles nooremteadlasena viiekümnenda eluaastani ja alles siis sai tööga maha. Kolmanda karjäär teaduses nooremteadlasena lõppes kümne aasta pärast ja jätkus pensionile minekuni inseneri aukraadis. Lisan sellele veel fakti, et kaks minu sõpra, kes lõpetasid keskkooli medaliteta, said teaduste doktoriteks. Sellest kõigest teen järelduse, et isegi usin õppimine ei tee alati teadlaseks. Enda poolt lisaks, et valdava osa õppeainete ladestumine ajus tuleb tulevasele teadlasele mitte alati kasuks, vaid võib tulla isegi kahjuks, kuna raskendab mõtlemisprotsessi, mis võib hakata ekslema vanade tõdede vahel ja ei vii uute tõdede juurde. Õppimine veel teadlaseks ei tee!

### **Liiga vara!**

1969. aastal naasesin Moskvasse oma endisse töökollektiivi oma šefi, kõikvõimalike tiitlitega koormatud Naum Grigorovi käe alla. Mulle usaldati tulevase 1,1 tonni kaaluva aparatuurikompleksi „südame“ – ülisuure tuumafotoemulsiooni bloki loomise juhtimine. Tuli ületada metoodilisi raskusi, mis kümnekond aastat enne seda ei olnud jõukohased isegi fotomaterjalide firmale „Ilford“. Selle eest sain koos fotoemulsiooni instituudi laborijuhatajaga autoritunnistuse. Peale viiepäevast eksponeerimist kosmoses („Interkosmos-6“, aprill 1972) toodi aparatuur orbiidilt tagasi maale ja algas registreeritud materjali läbitöötamine. Selle käigus tekkisid mul šefiga eriarvamused. Vaikiva käsutäitja roll mulle ilmselt ei sobinud ja mul tuli eksperimendi sihtülesande lahendamiseks taanduda. Tuli leida teine ülesanne, mida oleks saanud lahendada emulsiooniblokis sisalduvate andmete põhjal, ülejäänud aparatuuri andmeid kasutamata. Selle ülesande ma ka leidsin! Eksperimendi teostamise sihiks oli uurida raskete aatomituumade pörkumisprotsessi suurte energiatega ( $E > 10^{12}$  eV nukleoni kohta) puhul. Need energiad olid sel ajal osakeste kiirenditele kättesaamatud. Kosmiliste kiirte koosseisus on peamised protonid, paar-kümmend protsenti aatomituumi ja väiksemate energiatega puhul ka paar protsenti elektrone. Sellel ajal arvati, et elektrone niisuguse energia puhul, milles töötas meie aparatuur, olla ei või. Mina otsustasin seda hüpoteesi kontrollida! Selleks tuli kolm aastat teha ülitäpseid mõõtmisi Saksa võimsal trofeemikroskoobil KSM. Ja mulle vajalikud, kahtluse all olevad elektronid ma leidsin! Kuidas šeff ka ei ürgitsenud,

minu tulemust tal kahtluse alla panna ei õnnestunud! Publitseerisin töö tulemused 1981. aastal (Nõmmik, 1981). Aga minu artikli töö tulemuse analüüsiga šeff siiski blokeeris. Oluline oli see, et vastavat ettekannet mul kusagil väljaspool instituuti teha ei õnnestunud. Üleliiduliste konverentside puhul kehtisid ettekannete limiidid igale instituudile ja edasi igale instituudi struktuuriüksusele, ning loomulikult mahtusid limiiti ainult šefi tööd. Rahvusvahelised konverentsid olid mulle ainult unistuseks. Piiri taha mind ei lastud ja sealsetel konverentsidel käisid ainult akadeemikud ja muud suured ülemused. Tulid uued eksperimendid ja elektronid ununesid, kuni millalgi uue sajandi esimese aastakümne lõpus ajakiri „Nature“ teatas, et suur rahvusvaheline teadlaste grupp on jõudnud kosmiliste elektronide voo uurimisel nende samade energiatega juurde, millega mina olin tegelenud 30 aastat varem. Järgmisel rahvusvahelisel konverentsil palusin pärast meeste ettekannet sõna, demonstreerisin oma tulemust ja töö separeate ning küsisin, miks Te minu tööle ei viita? Vastus oli – teie trükis on liiga vara ilmunud. Kui Te arvate, et pärast seda hakkasid mehed minu tööle viitama, siis eksite! See oleks ju alandanud nende töö väärtust. Möödunud on hinge jäänud siiski soe tunne. Olen kosmoses kinni püüdnud seni kõige suurema energiaga ( $E > 4 \cdot 10^{12}$  eV) elektroni. Milline kalamees ei uhkustaks oma püütud kõige suurema kalaga!

### **Eksperimentide tulemuste interpretaatoriks**

Orbitaaljaamas „Saljut-6“ toimusid 1981. a maikuus eksperimendid „Astro-1“ ja „Astro-2“. Siin pean selgitama, et kosmoseeksperimentide läbiviimisel kehtis instituudis järgmine juhtimisstruktuur. Kõige peaks oli eksperimendi teaduslik juhendaja – šeff. Eksperimendi viis ellu eksperimendi juht. Eksperimentide „Astro“ puhul tuli seda koormat vedada minul, sest kedagi teist šefil leida ei õnnestunud. Suurte eksperimentide puhul toimusid iganädalased töökoosolekud, millest võtsid osa ka mõned instituudi autoriteedid, kes eksperimendi õnnestumiseks mitte midagi ei teinud, kuid kellest said hiljem publikatsioonide tähtsad kaasautorid. Eksperiment „Astro-1“ toimus orbitaaljaama avakosmosesse avatud lüüsi kambri. Selles eksperimendis avastati ootamatult suure energiaga elementide C, N ja O aatomituumade vood. Autorid, kelle hulka peale minu kuulus ka kolm teaduse doktorit, oma publikatsioonis nende osakeste päritolu seletada ei suutnud. Teati, et Maa kiirgusvööndis ja sellest madalamal kosmosejaama orbiidil niisuguseid osakesi ei ole. Tolleaegsete teadmiste järgi Maa magnetvälja kohta ei võinud päikesepursete energiarikkad osakesed jaama orbiidile tungida. Aga kui siiski tungisid? Sel ajal hakkasid ilmuma publikatsioonid sellest, et Maa magnetväli ei ole muutumatu, vaid varieerub päikesetuule kiiruse muutumise puhul. Koostasid paljude publikatsioonide põhjal algoritmid, mis said 25 aastat hiljem täiendatud ja täpsustatud kujul rahvusvahelise standardi (ISO 17520 ..) aluseks. Nende algoritmide abil leidsin, et osakesed, mis registreeriti eksperimendis „Astro-1“, olid põhjustatud päikesepursetest. Need osakesed said tungida jaama orbiidile selle tõttu, et Maa magnetväli oli ajutiselt kokku pressitud. Sellega algas minu teadlasete kosmoseeksperimentide tulemuste interpretaatorina. Peterburi Joffe-nimelise Polütehnilise Instituudi, Moskva Biomeditsiini Instituudi ja Jerevani Füüsikainstituudi teadlased kutsusid mind appi. Mõtestades lahti nende eksperimentide tulemused, sain loomulikult eksperimentide kaasautoriks. Eksperiment „Astro-2“ toimus kosmosejaama moodulite vahelises vahemoodulis. Mõõdeti suure energiaga galaktilise päritoluga raua (Fe) aatomituumade tungimist jaama orbiidile. Ka selle eksperimendi tulemus oli

ootamatu. Leiti, et osakesed tungivad orbiidi niisugustesse regioonidesse, kuhu aatomite tuumad tungida ei saa. Osakesed tungivad sinna ainult siis, kui aatomid ei ole täiesti ioniseeritud. See tähendab, et nende allikas on lähemal Päikesesüsteemile kui tuntud supernoovad, mida peetakse osakeste allikaks. Kuigi ka mitmete hilisemate eksperimentide kaudsed tulemused räägivad sedasama, mis „Astro-2“, pole astronoomid ja astrofüüsikud probleemile seletust leidnud.

### **Kahel hobusel korraga**

Veel midagi huvitavat. Selleks ajaks leiti Päikesesüsteemis erilised energiliste C, N ja O osakeste vood. Need said nimeks anomaalsed kosmilised kiired. Oli vaja kindlaks teha nende osakeste laengu suurus. Ainuke võimalus oli seda teha Maa magnetvälja abil. Aga magnetvälja suurus on muutlik ja eksperimendi tulemused seega ebamäärased. Kuidas seda vältida? Mõtlesin välja. Kui mõõta osakeste voogude suurst üheaegselt kahel erineva kaldenurgaga tehiskaaslase orbiidil, siis magnetvälja muutused neil on proportsionaalsed ja neid muutusi saab eksperimendi tulemustes välistada. Aga kes annaks mulle eksperimendi teostamiseks kaht tehiskaaslast? See oli muidugi võimatu! Aga erinevatel orbiitidel tiirlesid ju luuresputnikud. Kui kasutada neid? Kas te teete nalja? Tegemist tuleb ju kaitseministeeriumiga! Ja minult oli kümnekond aastat tagasi võetud ära luba juurdepääsuks „riigisaladustele“. Appi tuli Albert Marennoi, biomeditsiini instituudi juhtivteadur. See imeliku nimega instituut tegeleb tegelikult kosmonautide tervise kaitsega radiatsiooni eest. Nii või teisiti – kaks luuresputnikut (Kosmos-1882 ja Kosmos-1887) pandi kohakaasluse alusel teadust teenima! Tulemuseks leidsime, et anomaalsed kosmilised kiired on ühe elektroni kaotanud aatomid! Osalesin veel mitmetes teistes rutiinsetes eksperimentides, aga see ei olnud enam nii huvitav! 1985. aastaks muutusid minu suhted šefiga talumatuks ja mul õnnestus üle minna instituudi noore direktori Mihhail Panasjuki (suri koroonasse 2020. aasta novembris) laboratooriumisse tingimusel, et ma tulevikus ei puuduta endise šefi temaatikat! See oli käsk unustada, mida ma olin selle ajani teinud.

### **NASA mõõdab, mina mõtlen**

Mulle anti vabad käed – tee, mis tahad! Turjal oli mul siis 50 aastat. Endise, Odessa päritoluga šefi vastuseisu tõttu oli luhtunud kaks katset kokku panna doktoriväitekiri. Põhjus oli lihtne. Šeff arvas, et doktor võib olla ainult tema. Šefi õpilastest kaitsesid doktoritöid ainult need, kes olid šefi juurest aegsasti lahkunud. Aga mina? Eksperimente teha ilma kaastöötajate ja materiaalse baasita on võimatu. Teoreetikuna tegutseda – nonsens! Teooriat ma ei tunne ja vihkan! Interpretaatorina võõraste eksperimentide juures – ei vea välja! Seda enam, et kosmilise kiirgusega seotud nähtused toimuvad Päikesesüsteemis perioodiga 11 (22) aastat, aga kõik Venemaal tehtavad eksperimendid olid lühiajalised ja nende tulemuste alusel tehtud järeldused – ebamäärased. Aga NASA? NASA teadlased panid oma pikaajaliste eksperimentide tulemused online režiimis üles internetti. Need olid kolm rida teineteisest erinevaid eksperimentaalandmeid planeetidevahelise ruumi kiirguse kohta. Vaatasin, kuidas nad enda andmeid tõlgendavad ja leidsin, et siin on, mida teha!

Alustasin sellest, et selgitasin välja, milline ameerika kolmest andmerekast on tõene. Seda sai lihtsalt teha. Võrdlesin ameeriklaste andmeridu Moskva Geofüüsika Instituudi poolt tehtud ühe lühiajalise, aga väga täpse eksperimendi tulemuste-

ga. Ja ilmnes paradoks! Ameeriklased avaldasid Internetis tehiskaaslaste GOES kaks andmerida – üks rida korrigeeritud, teine korrigeerimata! Õigeks osutusid korrigeerimata andmed. Leidsin ka vea, mille ameeriklased olid korrigeerimisel teinud. Kirjutasin sellest nii autoritele kui ka oma trükistes, aga juba 30 aastat pole midagi muutunud – internetis on ikka needsamad kaks rida andmeid. Suur NASA ei saa kunagi eksida ja oma vigu ei tunnista! Kasutades osalt NASA, osalt muid andmeid, töötasin koos kaaslaste Alfred Susloviga 1991. aastaks välja galaktiliste kosmiliste kiirte voogude poolempiirilise arvutusmudeli, mis oma täpsuselt ületas kordades endise NASA mudeli.

Järgmisel aastal kinkisin mudeli täielikku kirjeldust sisaldava preprindi (Nõmmik, 1992) ameeriklasele Allan Tylkale, kes deklareeris, et nemad töötavad välja veel parema mudeli. Hoiatasin Allanit, et meetod, mida nad otsustavad kasutada, ei vii kuhugi. Ja kui nende lepingu tähtaeg möödus ja tulemusi polnud, esitasid nad 1997. aastal NASALE minu mudeli, mida maailm siiani kasutab CREME nime all (vaata ka Nõmmik, 2018, 2020a,b). Eriti huvitavaks kujunes olukord päikesepursete poolt põhjustatud kõrge energiaga osakeste (PEO) voogude mudeliga. PEO vood ilmuvad planeetidevahelises ruumis spontaanselt, nagu Maal maavärinad. Aga mul õnnestus kindlaks teha fundamentaalne seaduspärasus, et PEO sündmuste keskmine sagedus on proportsionaalne Päikese aktiivsuse tasemega (jooksva päikeseplekki arvuga). See tähendab, et keskmiselt ühes päikeseplekis sajab tekivad tingimused, mille puhul päikeseplekki magnetväli avaneb avakosmosesse ja sinna paiskub tohtu hulka kõrge energiaga osakesi. Ja kui on teada keskmine oodatav PEO sündmuste arv, siis tegeliku PEO sündmuste arvu määrab kindlaks tõenäosusteooria. Aga kui suur on PEO osakeste voog? Ka selle teeb kindlaks tõenäosusteooria ja seda jaotusfunktsiooni abil, mille määrasin kindlaks kõikide registreeritud PEO sündmuste põhjal.

Ka PEO sündmuste osakeste energiaspektrid, sõltumata PEO suurusest, on erinevate sündmuste puhul erinevad. See tähendab, et kui spektrid on esitatavad astmefunktsioonina, siis spektrite parameetrid fluktueeruvad keskmiste suuruste ümber. Teinud kindlaks kõik põhilised PEO sündmuste iseloomustavad funktsionaalsed sõltuvused ja parameetrite keskmiste ja nende hälvete suurused, koostas eelmise sajandi 90ndatel aastatel PEO voogude arvutusmudeli. Mudel võimaldab kindlaks määrata, missuguse tõenäosusega Päikesesüsteemis ilmuvad suure energiaga osakesed, kui on teada Päikese aktiivsuse tase ja kindel ajaperiood. See mudel lubab välja arvutada PEO põhjustatud kiirgusdooside suuruste tõenäosuse. Mudeli kirjeldus, milles on toodud põhivalemid ja printsiibid, mahub paarikümnele leheküljele, vastav publikatsioon (Nõmmik, 2008) on veelgi lühem. Programm, mis ei sisalda ühtegi kommentaari, koosneb rohkem kui 900 programmireast. Ilma kommentaarideta, muide. See oli ettevaatusabinõu ka selleks, et keegi, peale autori, keerulist programmi kasutada ei saaks. Las varastavad! Aga reaalselt programmi ei ole vajagi kasutada, sest kõik vajalikud arvutused olen ma teinud Päikese kõikide võimalike aktiivsustasemetega ja mõistlike ajaperioodide jaoks ning arvutuste tulemused on toodud Rahvusvahelise Standardiseerimise Organisatsiooni dokumendis (I ISO/TR18147).

Küsite, aga kuidas siis NASAGA jäi? NASA teadlased püüdsid probleemi lahendada empiiriliste valemite abil ja tegid seejuures vigu, mis ületasid kuni 10 korda järgnevatel perioodidel toimunud PEO sündmuste osakeste voogude suurusi. Kuna niisuguseid mudeleid kasutada on mõttetu, siis maailma teadlased kasutavad

siiani PEO kiirgusohu määramisel seni toimunud suurimate PEO sündmuste parameetreid, mis võivad olla juhuslikud ja sisaldada mõõtmisvigu. Veel aasta tagasi lugesin trükist, milles kinnitati, et PEO probleem, mille mina lahendasin mitukümmend aastat tagasi, vajab lahendamist kunagi tulevikus. Miks nii? Aga selle tõttu, et paarkümmend aastat tagasi, kui ma esitasin oma mudeli kinnitamiseks rahvusvahelise standardmudelina, alustas NASA meeletlikku sõda selle eest, et mudelist vaikitaks. Appi kutsuti isegi USA eriteenistus ja diplomaadid (vt Nõmmik, 2019, 2020a,b). Samuti selle tõttu, et mu PEO mudel oli liiga keeruline, et seda varastada, nagu seda tehti galaktiliste kosmiliste kiirte mudeli puhul. Samas on Venemaal minu mudeli põhjal koostatud ametkondadevahelised eeskirjad, millest juhindub sealne kosmosealane tegevus. Loodan, et eelpool toodust saab lugeja aru, kus asub „Nõmmiku ajastu“ ja miks asub see ajastu mitukümmend aastat kaasajast eespool.

### **Teadus- ja ühiskondlik töö**

Eespool oli juttu sellest, et üliõpilaspõlves vedasin teaduskonna sporditandrit. Aspirantuuris valiti mind ülikooli komsomolikomiteese juba ülikooli spordi ja keha-kultuuri eest hoolitsema. Ainult Tõravere perioodil olin vaba poiss. Aga 1968. aasta lõpus paluti mul astuda komparteisse põhjusel, et tollal võimukas partei vajab Eesti mehi, et vastu seista Eesti venestumisele. Ning kohe paiskas elu mind Moskva ülikooli, kus kehtis karm kord – iga teadustöötaja pidi osalema ühiskondlikus töös. Muidu tekkisid sul järjekordsetel ümbervalimistel suured probleemid. Ja mina muudkui liikusin ilma ühegi vaheajata ühelt ühiskondlikult töölt teisele. Mis selles oli huvitavat? Märgiksin ära kolm juhtumit.

1. Juhtus nii, et Instituudi direktor, kõikvõimas akadeemik Sergei Vernov tahtis edutada ühe sektori juhatajaks ühe ülisuure kosmosekindrali poega, kes paistis silma äärmiselt ebaväärikate tegudega. Sellel ajal oli kord niisugune, et direktori käskkirjal pidid olema ka mitmed viisad. Kõik need seal ka olid, peale ühe, mis sõltus minu nõusolekust. Akadeemiku viha oli piiritu, aga mind takistada ei saanud, sest teadusega oli mul kõik korras. Siiski soovitati mul ühiskondlikult tööpostilt Instituudis lahkuda ning leiti ka töö, mis vastas minu iseloomule. Mind kutsuti ülikooli Rahvakontrolli Komitees loodud sisekontrolli sektori juhatajaks. Veel niipalju, et direktor oma ideest siiski loobus!

2. Kui Instituudi direktor oli lahkunud teise ilma, kutsuti mind ülikoolist Instituuti tagasi. Siin leiti, et ma ei ole ideoloogiliselt täiesti kindel ja mind saadeti järelõppele marksismi-leninismi õhtuülikooli. Ega seal väga igav olnudki. Lektorid rääkisid ka seda, mida nad raadios ja televisioonis ei rääkinud. Muu oli formaalsus. Eksameid ei olnud. Kui osalesid seminarivestluses, ütlesid paar sõna ja eksamihinne oligi 4. Tuli teha ka diplomitöö. Kõik suhtusid sellesse normaalselt. Otsiti üles mõni aasta varem ülikooli lõpetanud kolleeg ja kirjutati tema diplomitöö maha. See mulle ei sobinud. Esitasin diplomitööna Ülikooli Rahvakontrolli Komitee tegevuse analüüsi. Ega neid diplomitöid keegi ei lugenud. Lõpudiplomis olid kõigil neljad. Lõpuaktusel tukkusin suure auditooriumi taganurgas. Ja äkki lõi naaber mulle küünarnukiga ribidesse – mine võta oma kiituskiri vastu! Kuidas siis nii, et kõik neljad ja ikka antakse kiituskiri? Hakkasin uurima. Selgus, et minu diplomitöö oli sattunud ülikooli peahoone suurte ülemuste kätte. Ja see oli seal olnud mitmete arutelude objektiks.

3. Saabus aasta 1988. Sukeldusin tormilistesse sündmustesse. Koosolekud, konverentsid, miitingud nii ülikoolis kui ka Moskva linnas. Võtsin sõna, kus vähegi

sain. Aga sain palju, sest mul olid Instituudi parteibüroo ideoloogiasekretäri „pagunid!“ Kas pole huvitav, et Instituudi kompartei ideoloogiasekretär ajas Moskvas Eesti Rahvarinde asja, rahvarindega tihedaid suhteid omamata? Pärast minu sõnavõtte küsiti minult sageli, et kuidas ma julgesin, või soovitati mitte minna koju magama.

Nii või teisiti, ammandanud kõik võimalused, mille andis mulle parteipilet, paksin selle 1991. aasta suvel lauale. Aga jätkasin mässamist ka palju aastaid hiljem, aga seda mitte niivõrd ülikoolis, kui Moskva linnas. Ülikooli ajalehes pidasin kõik need ajad kompromissitult sõda partei ortodoksiga. Aga ei unustanud ka Eesti ajalehti (Nõmmik, 1991a,b). 1989. aasta sügisel taastati Moskva Eesti Selts. Ja juba veebruaris pidasime suure restorani saalis Vabariigi aastapäeva. Levis Eesti lipp, mängiti Eesti hümn, kohal oli tantsuorkester Tallinnast. Mulle kui seltsi juhatuse liikmele usaldati seltsi esindamine Moskvas. Seltsi rahvas käis Eesti lipuga Moskva miitingutel. Aga aja jooksul hakkas entusiasm vaibuma. Seltsil ei olnud isegi õiget esimeest. Ühel sellekohasel „hobusekauplemisel“ 1996. aasta mais kargas mul hing täis ja võtsin veohobuse koorma endale ja asusin Seltsi vedama. Seltsi naispere peale jäi Vabariigi aastapäeva ballide organiseerimine, liikmemaksude kogumine. Seltsi juures toimisid iseseisvalt lastering Valgetähe teenetemärgi kavaleri Helvi Laane käe all ja eesti keele kursused. Muud sisulist tööd vedasin praktiliselt üksinda. Organiseerisin ja töin Seltsile Eestist lipu, mälestusvimplid, ilusa külalisteraamatu ja kõvakaanelised liikmepiletid. Kõik tegin ise. Kõikidel koosolekutel tegin ülevaate Eesti sündmustest. Lõin Seltsi juurde Ühingu „Eesti teadlased Moskvas“.

Endises teravas stiilis jätkasin ka oma esinemisi Moskvas. Meenuvad kõned kindral Laidoneri mälestustahvli avamisel Vladimiris ja Tšernobõli katastroofi aastapäeva puhul Moskva Gorki-nimelises kultuuripargis. Eraldi märgiks esinemist Moskva rahvusseltside moodustamise 10. aastapäeva konverentsil. Kõik esinejad laulsid kiidulaulu Vene valitsusele. Mina aga rääkisin sellest, et Vene valitsus ei ole meie Eesti Seltsile andnud kopikatki. Ja sellest, et Eesti riik finantseerib Vene kultuuriseltse riigieelarve eri lõigu põhjal. Mis juhtus peale seda ettekannet? Mitmed teised Seltside esimehed tulid mind salamahti tänama. Ja akadeemilise ajakirja „Venemaa ja kaasaegne maailm“ toimetus tellis minult vastavasisulise artikli (Nõmmik, 1999). Varsti peale seda lülitati mind Venemaa Rahvuste ministri ühiskondliku nõukogu koosseisu. Esindasin seal üksinda Balti ja Soome-ugri rahvusi. Kuna samaaegselt olin ka Eesti Vabariigi rahvastikuminiistri Andra Veidemanni juures asuva Välis-Eesti nõukogu liikmeks, kasutasin võimalust ja töin Andrale tutvumiseks mõned Venemaa ministri dokumendid. Aga kui mul enesel neid dokumente vaja läks, selgus, et Eesti minister on need dokumendid kaotanud. Olukord aga kujunes niisuguseks, et enne, kui ma hakkasin ennast nõukogus liigutama, Venemaa ministrium likvideeriti.

Koos Peterburi Eesti Seltsi esimehe Jaan Maldrega organiseerisime Venemaa Eesti Seltside Liidu, mille vastutav sekretär Külli Sulg sai Venemaa eestlaste esindajaks Ülemaailmses Eesti Kesknõukogus. Läti Eesti Seltsi esinaine Pärja Svarpstina palvel organiseerisin ESTO 2004 teadlaste konverentsi. Ja siis saabus minu tegevusele Seltsi esimehena järsk lõpp. Kas selle põhjuseks oli see, et „Postimees“ oli avaldanud rea minu kriitilisi artikleid Eesti haldusreformi käigu (Nõmmik, 2001a) või Eesti valitsuse kaadripoliitika kohta (Nõmmik, 2001b), või sellest et peaminister Mart Laar oli ühel konverentsil südametunnistusega valetanud (Nõmmik, 2000c). Või see, et Vabariigi president oli mulle andnud Valgetähe 4. klassi teenetemärgi?



Igatahes oli kuskil Tallinnas otsustatud minule päitsed pähe panna. Minu asetäitja kaudu hakati tegema mulle ettekirjutusi selle kohta, mida ma ei või teha, kellega ma ei või kohtuda jne. Ma ei ole oma teadustöös, mis mulle leiba lauale tõi, kellelegi oma nõusolekuta allunud! Ja nüüd taheti seda tegevust, mida tegin südame tahtel, piiritleda, nagu ma oleks lihtne Välisministeeriumi ametnik! Päeva pealt lahkusin Seltsi esimehe kohalt ja praktiliselt Seltsi tööst enam osa ei võtnud. Ei julge seda kirjutada ainult enese arvele, aga Seltsi liikmete arv on tänaseks vähenenud 10 korda!

Kuigi edaspidi loobusin igasugusest poliitikast, tegin siiski veel kaks torget.

1. Kui ühel pressikonverentsil Vladimir Putin solvas Astrid Kannelit, andsin intervjuu ajalehele „Moskovskie Novosti“. Ütlesin, et kaine peaga ei saa rääkida seda, mida rääkis Putin. Ja ajalehes ilmus artikkel, Nõmmik ütles, et „Putin oli purjus!“

2. Pikka aega keeldusin ettepanekutest osaleda Vene televisiooni diskussioonisaadetes. Ükskord siiski nõustusin. Diskussioon algas sellega, et keegi tegelane ütles välja rea Eesti elu moonutavaid väärväiteid. Žanr nõudis, et järgmisena anti mikrofon minule. Aga lõpuni mul rääkida ei antud ja rohkem mulle mikrofoni ei toodud. Tulemus – kuulus Vene tele-guru Vladimir Solovjov riputas minu interneti leheküljele mind alandava sõimukirja.

Miks kirjutan siin peale teaduse ka ühiskondlikust tööst? Põhjuseid on mitu. Kõigepealt see, et aru saada, kui palju aega kulus mul ühiskonna teenimisele ja seda teadustöö arvel. Kuni 57. eluaastani oli niisugune kõrvaltegevus kohustuslik. Oli päevi, millal olin küll tööil, aga teadusega ei tegelenud. Järgnevalt, kuni 68. eluaastani, tegelesin juba vabatahtlikult isamaa rahvusprobleemidega. Ja ainult viimased 10 tööaastat, seda juba soliidses pensionieas, pühendusin täielikult teadustööle, milles saavutasin ka maksimaalse viljakuse. Teiseks, ühiskondlikus tegevuses avanevad paremini inimese iseloomu küljed, mis aitavad ka teadustöös. Nimetan mõned nendest. Sõltumatus otsuste vastuvõtmisel. Printsipiaalsus ka siis, kui see tuli endale kahjuks. Otsekohesus. Oskamatus keerutada. Toetumine ainult iseenesele: ise otsustan, ise teen. Mitte kedagi jäljendada! Autoriteete minu jaoks ei ole! Mitte kellelegi alluda. Minu ülemuseks sai olla ainult minu mõttekaaslane või see, kes minu mõtteid austas. Usun ainult seda, mida olen ise kindlaks teinud! Kui mu teele satub takistus, teen kindlaks, millel takistused baseeruvad, ja kui jõud üle käib, need ka kõrvaldan. Selle asemel, et raskustest mööda hiilida.

Miks minu elu teaduses on olnud nii iseäralik?

1. Arvan, et selle üheks põhjuseks on üleliigsetest teadmistest risustamata aju, kus mõtetel on palju ruumi. Ma tean vähe, aga ühte-teist oskan. Ülikoolis õpetatakse palju mittevajalikku, mis aju koormab ja aju ressursse vähendab. „Cum laude“ ei garanteeri, et sinust saab teadlane. Ka see, et Sa käid siin ja seal ennast täiendamas, ei vii selleni, et Sa teed iseseisvalt kindlaks midagi niisugust, mida inimkond enne Sind ei teadnud? Võibolla jah, võibolla ei! On suur vahe, kas Sa oled Teadja, või Teadlane! Ma olen kosmosefüüsik, aga kosmosest tean vähe! Ei mäleta, mida astronoomias koolis õpetati. Ülikooli programmis astronoomiat ei olnud. Selle eest sõbrad-kolleegid kutsusid mind kosmose kiirgusväljade peremeheks. Nendest ma tean palju rohkem kui keegi teine. On palju jutumehi, kes teavad kõike, aga nad on teadjad, aga mitte teadlased! Teadlane ja teadja – suur vahe, millest meedia sageli aru ei saa.

2. Uus teadusala. Kus adra maasse lööd, igal pool uudismaa. Kes hiljaks jääb, see künnab tavateaduse põldu.

3. Sattusin erilisse teaduskollektiivi, kus juhitud mitte formaalsetest reeglitest, mitte vormist vaid sisust. Miks mind kolmedega aspirantuuri soovitati?

4. Võime endale riskantseid sihte seada ja teistest sõltumata, kõrvale vaatamata, sihitut saavutada!

5. Olla elu lõpuni „noor teadlane“. Kuidas? Rahvusvahelised konverentsid. Nõukogude ajal mind „eesriide“ taha ei lastud. Hiljem Instituudil ei olnud selleks raha. Ja rahvusvahelistel konverentsidel õnnestus mul käia ainult siis, kui konverentsi korraldajad minu sõidu kinni maksid. Ja seda konverentsi noortele teadlastele määratud fondist! Tore oli olla 60–75 aastasel ikka veel noor teadlane!

6. Pühendumine tööle, mis aastatega sai ainult hoogu juurde. 40-aastaselt leidsin endale sobiva päevarežiimi. Laua taha siis, kui miski ei sega mõtlemist – kell 3–4 hommikul. Seni, kuni tütar käis koolis, sõitsin tööle normaalsel ajal, nagu teisedki. Kui tütar hakkas käima instituudis, sõitsin tööle esimese metroorongiga kell 5.30. Seda seni, kui kaitsesin doktoritöö. Instituudis kehtis alati seadus – teaduse doktoritel oli vaba töörežiim. Neil oli kohustus käia tööl üks kord nädalas, kui toimus eriala seminar ja selleks päevaks määrati ka kõik kohtumised. Saanud doktoriks, algas mul tõeline töö. Kell 3 üles, kohvi ja laua taha! Seal veetsin tundi 7–8. Siis vajalikud peremured ja majandustoimingud. Öhtul tööd veel 3–4 tundi. Magamiseks tundi 5–6. Puhkepäevi pole mul viimased 30 aastat olnud. Oma kahekuusest puhkusest kasutasin abikaasa nõudmisel ära kaks nädalat sõiduks sooja mere äärde. Sellest jätkus: viis päeva naha kruntimiseks, viis päeva naha pruunistamiseks ja ülejäänud – kaduma läinud mõtete otsimiseks.

7. Juurde lisaksin veel selle, et tööl oli mul lauarvuti, kodus kaks sülearvutit. Esimene neist töötas sageli ööpäevad läbi, lahendades statistikaga seotud ülesandeid. Teine oli aju mahu suurendajaks igapäevases töös. Ja nii kõik viimased 15 tööaastat. Just siis saigi võimatu lõplikult võimalikuks.

Küsite, aga kuhu jäi kehakultuur? See vaibus. Jalad ütlesid üles – nooruse ülekoormuse tõttu rebenesid Achilleuse kõõlused, põlved olid sageli paistes. Hüvasti, suusad ja tennis! Minu viimaseks sportlikuks saavutuseks jäi see, et ma kolleegide rõõmuks 50. eluaastal tantsisin ühel jalal twisti – teine jalg oli kubemest varvasteni kipsis! Muidugi, nagu igal surelikul on mul ka puudusi... Eelkõige on see teadlasele sobimatu huumorimeel. Huumor on Sulevi, mitte Riho Nõmmiku pärisosa. Aga ma ei tea, kuidas tõenäosusteooria seletab kolme sündmust.

1. See oli vist 1966. aastal. Eesti Raadio saatesari „Rameto“ omistas mulle huumorikonkursi võitja tiitli. Mille eest? Selle eest, et jalutasin oma sõbrast välismaalasega Toomemäel. Minu sõber küsis, „Mis hoiab üleval neid iidseid Toomkiriku müüre?“ Mina vastasin: „Uue raamatukogu hoone puudumine!“ See lugu „Rametole“ meeldis. Ja mitte ainult „Rametole“.

2. Mõne aja möödudes ronis Toomemäele juba reaalne üleliidulise satiirilise kinožurnaali „Fital“ võttegrupp. Võttis seal üles kõik, mida võtta andis. Laskunud mäest alla ülikooli rektori kabinetti, piinasid filmimehed seal süütut Feodor Klementit ja lahkunud tagasi Moskvasse, ähvardasid näpuga Tallinnat.

3. Ei tea, millal plaanimajandus raha leidis, millal kuulutati välja hoone arhitektuurikonkurss. Millal hakati vatmanil jooni vedama, millal ehitajad betooni kokku vedasid. Igatahes 1982. aastal sai uus loss raamatute jaoks valmis. Kuni kohus ei ole tõestanud vastupidist – olen mina selles tembus süütu! Aga tänu taevale, tegu on ilmselt aegunud (panin selle toime rohkem kui pool sajandit tagasi). Ja lõpuks – minu kreedo! On rumal kasutada oma elu selleks, et käia teistega ühes reas ja hüüda

teistega koos – „Hurraa!“ See tähendaks, et sa ei oska iseseisvalt mõelda. Aga sellel juhul pead harjuma sellega, et sind ignoreeritakse. Ignoreeris NASA, ignoreerivad ka paljud rahvuskaaslased. NASAst saan aru – mis neil muud teha jäi? Aga rahvuskaaslased? Ei tea, mis kirp neid hammustab? !

Aga siinkohal on stopp ja eesriie sulgub!

### Kasutatud kirjandus

- ISO 17520, First edition 2016–04–01. Space environment (natural and artificial) – Cosmic ray and solar energetic particle penetration inward the magnetosphere – Method of determination of the effective cut-off rigidity. International standard.
- ISO/TR18147, First edition 2014–04–15. Space environment (natural and artificial) – Method of the solar energetic protons fluences and peak fluxes determination.
- Nymmik, R.A. (1981). Detection of electrons with energy  $> 10^{12}$  eV in primary cosmic radiation. – Cosmic Research, Vol. 19, no. 6, pp. 604–607.
- Nõmmik, R. (1991a). Selline on pilk tulevase piiri tagant, Postimees 19.11.1991.
- Nõmmik, R. (1991b). Mida arvavad Eesti poliitikast Moskva demokraadid? Rahva Hääl 23.03.1991.
- Nõmmik, R. and Suslov A.A. (1992). Model representation of large scale Galactic Cosmic Ray modulation. Preprint SINP MSU – 92 – 5/26.
- Nõmmik, R. (1999). Problemõ malenkoi diasporõ, Rossiija i sovremennõi mir 1(22), 1999.
- Nõmmik, R. (2001a). Vanker ees, hobune taga, Postimees, 05.02.2001.
- Nõmmik, R. (2001b). Nõunikest, haridusest, käitumisest ja riigist, „Postimees“, 05.02.2001.
- Nõmmik, R. (2001c). Põlvpükstes poliitika, „Postimees“ (on artikkel, kuupäev puudub).
- Nymmik, R.A. (2007a). Improved environment radiation models, Advances in Space Research, 40, p. 313–320, 2007.
- Nymmik, R.A. (2007b). To the problem on the regularities of solar energetic particle events occurrence, Advances in Space Research, 40, 321–325, 2007.
- Nymmik, R.A. (2007c). Extremely large solar high-energy particle events: Occurrence probability and characteristics. Advances in Space Research 40, 3, 326–330, 2007.
- Nõmmik, R. (2008). Probabilistic model of solar energetic proton fluences, 724 final report COST Developing the scientific basis for monitoring, modeling and predicting space weather, EUR 23358.
- Nõmmik, R. (2018). Sammud Kosmoses ja Maa peal. Tammerraamat, Tallinn, 2018.
- Nõmmik, R. (2020). Teadusega Maalt Marsile. Akadeemia nr 3, 2020.
- Nõmmik, R. (2020). Koloniseerime kosmose! Laipadega? Akadeemia nr 10, 2020.