



EESTI VABARIIGI  
TEADUSPREEMIAID

1997

*Marijallandusk*



*Kaarjallandusk*



EESTI VABARIIGI  
TEADUSPREEMIAID

1997

TALLINN, 1997

Jüri ENGELBRECHT, Eesti Vabariigi teaduspreemiate komisjoni esimees  
(vastutav toimetaja)

Helle-Liis HELP (toimetamine), Tõnu KRÜNVALD (fotod)  
Galina VARLAMOVA (kujundamine)

Kaante kujundamisel kasutati 1997.a. teaduspreemiate laureaatide  
diplomi kaane (nahakunstnik Maarja UNDUSK) ja  
medali (metallikunstnik Enn JOHANNES) fotosid

---

ISBN 9985-50-167-5  
ISSN 1406-2321

© EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

**"EESTI VABARIIGI TEADUSPREEMIAD"** esmaväljaanne  
sisaldab laureaate koostatud ülevaateid  
nende poolt esitatud sõnastuses (toimetatud ainult tehniliselt).

# SISUKORD

Sissejuhatuseks . . . . .	5
<i>Viktor Palm</i> Korrelatsioonivõrrandite meetodi olemusest . . . . .	6
<i>Ago Samoson</i> Uus etapp kvadрупooltuumade resonantsis . . . . .	16
<i>Mart Ustav</i> Papilloomiviiruste molekulaarbioloogilisest uurimisest . . . . .	22
<i>Tiiu Aareleid</i> . . . . .	30
<i>Kaja Gornoi</i> . . . . .	31
<i>Heidi Thomson</i> . . . . .	32
<i>Mati Rahu</i> Moodsa epidemioloogia otsingud . . . . .	33
<i>Tõnu Meidla</i> Eesti - alampaleosoikumi maa . . . . .	40
<i>Urmas Kõljalg</i> Seeneperekonna <i>Tomentella</i> uurimisest . . . . .	48
<i>Wolfgang Drechsler</i> Johann Ulrich v. Kramer ja tema <i>Opuscula</i> . . . . .	54
<i>Valter Lang</i> "Muistne Rävåla" ja Eesti muinasteadus . . . . .	62
<i>Karl Pajusalu</i> Mitmekesisusest ja varieerumisest keeles . . . . .	72
Eesti Vabariigi teaduspreemiad 1991-1997 (Koostanud Villi Ehatamm) . . . . .	78

# SISSEJUHATUSEKS

Eesti Vabariigi teaduspreemiate laureaate nimetatakse kord aastas 24. veebruariks - Vabariigi aastapäevaks.

Pikaajalise tulemusliku teadustöö eest pälvis 1997. aasta preemia Viktor PALM. 1996. aastal avaldatud teadustööde eest sai preemiad: Tiiu AARELEID, Kaja GORNOI, Wolfgang DRECHSLER, Urmas KÖLJALG, Valter LANG, Tõnu MEIDLA, Karl PAJUSALU, Mati RAHU, Ago SAMOSON, Heidi THOMSON, Mart USTAV.

Preemiate kätteandmisel Toompea lossi valges saalis ütles teaduspreemiate komisjoni esimees akadeemik Jüri Engelbrecht: "...Teaduse osa inimkonna tegemistes on olnud alati suur, ka siis, kui me seda oma igapäevastes askeldustes ei märka. Objektiivsusele rajanev mõtteviis ja sellega seotud range uute teadmiste kontroll on aegade vältel olnud edasiviijaks. On hea meel, et kitsastest tingimustest hoolimata on teadus ka tänases Eestis arenemas. Täna me autasustame 1996. aasta väärttulemuste eest teadlasi tõeliste preemiatega. Samas on ülimalt meeldiv tõdeda, et sellegi aasta tulemused on kaalukad. Loomulikult pole ükski teadustulemus pelgalt ühe aasta töövil. Sellele eelneb aastatepikkune pingeline töö ja ainult teatud kokkuvõtte ühel aastal on see, mis paneb nii teadlaskonda kui ühiskonda ütlema - meie teadmiste hulk on täienenud millegagi, millel on suur väärtus. Teadust iseloomustab pidev otsing, selles küsimuste ja vastuste lõpmatus ahelas jõuavad edasi vaid end jäägitult teadusele pühendanud kangekaelsed inimesed. Peatselt seisavad mõned neist teie ees. On hea meel, et meie teadlaskond on nii aldis uute küsimuste püstitamisel ja vastuste otsingul. On see ju teiste sõnadega pidev tõe otsing. Ometi on Taani filosoof Soren Kierkegaard öelnud teisiti - tõde otsib teadlast. Seda mõtet jälgides soovin, et tõel oleks Eestis palju tõsisid leide meie teadlaste hulgas. See eeldab kõrget taset, sest ainult kõrge tase on teaduses määrav. On oluline, et seda mõistaks ka riik. Kõik märgid näitavad, et me saame lähemal ajal korda oma teaduskorralduse legaalsed alused, ikka selle nimel, et kindlustada teadusloome kui eesti kultuuri ja tehnoloogilise arengu koostisosa tulevik..."

Tuult tiibadesse ka edaspidi!

# Viktor Palm



Sündinud 17. septembril 1926 Tartus

1946 Tallinna Polütehnilise Instituudi ettevalmistusosakond

1952 Leningradi Riiklik Ülikool, keemiateaduskond,  
orgaanilise keemia eriala

1952- Tartu Ülikool: vanemõpetaja, dotsent, kateedrijuhataja,  
professor, alates 1994 - emeritprofessor

1956 keemiakandidaat

1967 keemiadoktor

1978 Eesti Teaduste Akadeemia liige

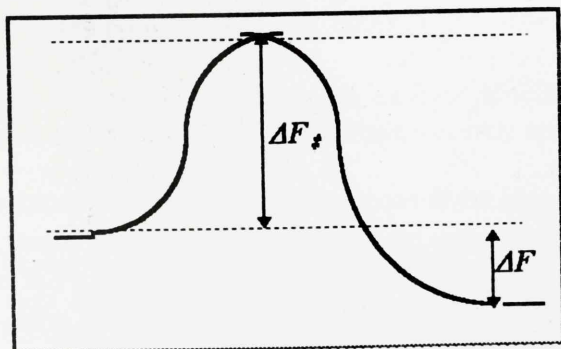
Avaldatud üle 170 teaduspublikatsiooni



## KORRELATSIOONIVÕRRANDITE MEETODI OLEMUSEST

Mitmed füüsikalise-keemilised ja keemikuid huvitavad, kuid traditsiooniliselt füüsika valdkonda kuuluvad keemiliste ühendite omadused on väljendatavad kvantitatiivselt määritletud eksperimentaalselt mõõdetavate suuruste kaudu. Vastavatest keemilistest omadustest tuleks eeskätt nimetada keemiliste reaktsioonide kiirus- ja tasakaalukonstante. Füüsikalistest omadustest võib mainida kõigepealt mitmesuguseid energia dimensiooni omavaid suurusi: ühendite tekkeentalpiaid (tekkeenergiaid) või vabaenergiaid (termodünaamilisi potentsiaale), mitmesugustele sagedusvahemikele vastavaid spektraalseid karakteristikaid (näiteks neeldumisspektrite maksimume) jne.

Mis puutub kiirus- ja tasakaalukonstantidesse, siis need suurused (vastavad logaritmid) on otseselt seotud keemilise aktiveerimisprotsessi või vaadeldava reaktsiooni käigus toimuvate vabaenergia muutustega (vt. *Joonis 1*). Kuid rõhutagem, et vaadeldavate suuruste just energeetiline dimensioon pole käesoleva käsitluse seisukohalt sugugi obligatoorne.



*Joonis 1.*

Reaktsiooni aktiveerimisbarjäär  
 $\Delta F_{\ddagger}$  – aktiveerimise vabaenergia  
 $\Delta F$  – reaktsiooni vabaenergia

Kiirus- ja tasakaalukonstantide logaritmid (vastavalt  $\log k$  ja  $\log K$ ) on väljendatavad aktiveerimise ja reaktsiooni vabaenergiate kaudu järgnevalt:

$$\ln k = \log(kT/h) - \Delta F_{\ddagger}/RT \quad (1)$$

$$\ln K = \Delta F/RT \quad (2)$$

Kuna sagedusfaktor  $kT/h$  ( $k$  ja  $h$  tähistavad vastavalt Boltzmani ja Planki konstante,  $T$  – temperatuuri °K) on universaalne konstant, siis ka kiiruskons-

tantide väärtused on määratud vastavate vabaenergiate muutustega – aktiveerimise vabaenergiatega  $\Delta F_{\ddagger}$ . Nii kiirused kui ka tasakaalud on termodünaamiliselt determineeritud. Viimase raames väljenduvad  $\Delta F_{\ddagger}$  ja  $\Delta F$  suurused kui kahe (lineaarselt) sõltumata komponendi summad:

$$\Delta F = \Delta H - T \Delta S, \quad (3)$$

kus  $\Delta H$  ja  $\Delta S$  tähistavad vastavaid entalpia (siseenergia konstantsel rõhul) ja entroopia (süsteemi korrastamatuse mõõd) muutusi.

Keemia seisukohalt pakuvad esmast huvi ülalmainitud suuruste sõltuvused ühendite struktuurist, keskkonnast (solvendist), temperatuurist jne. Nagu juba täheldatud, on need sõltuvused eksperimentaalselt uuritavad. Kuid võimalike erinevate struktuuride ja keskkondade kombinatsioonide arv on seejuures lõpmata suur, mistõttu on väga olulised vastavad teoreetilise prognoosi meetodid.

Molekulide tekkeenergiate, seega ka  $\Delta H$  fundamentaalne arvutamine on põhimõtteliselt võimalik kvantkeemiliste meetodite rakendamise raames. Kahjuks on sellega seotud küllalt suured ja senini lahendamata komplikatsioonid. Tuleb kasutada ligikaudseid, seehulgas poolempiirilisi meetodeid, milliste täpsus on piiratud ja teinekord raskesti hinnatav (vastavate eksperimentaalandmete puudumisel). Lisaprobleemid kerkivad solvendi mõju arvestamisel jne. Tuleb pidada silmas “keemilise täpsuse” mõistega seotud komplikatsioone. Molekulide tekkeenergiad elementidest on väljendatavad oma suurusjärgult vähemalt sadade tuhandete kilodzaulidega mooli kohta (KJ/M). Kümnekordse muutuse kiirus- või tasakaalukonstandi suurus (toatemperatuuril) tingib umbes 6 KJ/M suurune muutus  $\Delta H$  väärtuses, milline kujutab endast kahe suure, sadadesse tuhandetesse ulatuva ja seejuures teineteisele lähedase väärtusega suuruse vahet. Seega peab viimaste hinnangu täpsus olema vähemalt 0.00005 %, et eksida huvi pakkuva suuruse hindamisel mitte rohkem kui 10 korda.

Veel suuremad komplikatsioonid tekivad  $\Delta S$  suuruste hindamisel, kui seejuures kasutada mõnda vastavat statistilise termodünaamika ja kvantkeemia meetodite kombinatsiooni.

Oluline on veelkordselt rõhutada, et termodünaamika seisukohalt lähtudes peaks mingi pädev  $\Delta F$  suuruste arvutusliku hinnangu meetod koosnema kahest, teineteisest otseselt sõltumatust protseduurist – üks neist oleks rakendatav  $\Delta H$  ja teine  $\Delta S$  väärtuste saamiseks. Lõpptulemuse,  $\Delta F$  väärtuse saamiseks tuleks rakendada valemit (3). Seega ei ole  $\Delta F$  ja  $\Delta F_{\ddagger}$  suurused termodünaamilise paradigma raames vaadeldavad kui keemilisi reaktsioone iseloomustavad elementaarsed karakteristikad, milliste mõjuvatest tingimustest vahetute sõltuvuste vaatlemine oleks üldjuhul küllaldaselt põhjendatud. Siinjuures pole liigne alla kriipsutada, et füüsikalistest teooriatest on termodünaamika kõige kõrgema üldistusastmega, kui lähtuda vaadeldavate objektide ja protsesside spetsiifikast abstraheerumise seisukohast.

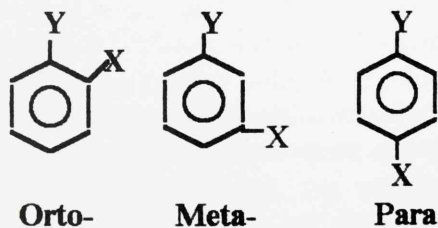
Seega on siiani põhjust olla pigem pessimistlikult häälestatud fundamentaalse lähenemise raames saavutatava prognoosi täpsusastme vastuvõetavuse suhtes, kui pidada silmas keemia jaoks olulisimaid suurusi – reaktsioonide kiirus- ja tasakaalukonstante.

Käesoleva sajandi kolmekümnendate aastate keskel avastati, et erinevate reaktsioonide  $\log k$  ja  $\log K$  väärtused meta- ja para-asendatud benseeni derivaatide jaoks on vastastikku lineaarsetes seostes. Seda tüüpi seoseid hakati tähistama lühendiga LFR (Linear Free Energy Relationships). L.P.Hammett interpreteeris seda nähtust kui lineaarseid sõltuvusi varieeritava substituenti (mingi ühevalentse struktuurifragmendi) omadust (summaarset polaarset efekti) kvantitatiivselt iseloomustavast parameetrist. Tähistades viimast  $\sigma$ , konstrueeris mainitud autor vastava lihtsa matemaatilise avaldise, milline on turtud Hammetti võrrandi nime all:

$$\log k = \log k_0 + k_0 \rho \sigma, \quad (4)$$

kus  $k_0$  tähistab kiirus- või tasakaalukonstanti standardsubstituenti  $X = H$  puhul ja  $\rho$  on antud reaktsiooniseeria iseloomustav konstant, väljendades tundlikkust meta- või para-asendatud fenüülile omase substituentiefekti suhtes, samuti viimase suunda, mis on kajastatud  $\rho$  märgiga.

Orto-asendatud ja alifaatsete ( $X-Y$ ,  $X-CH_2-Y$  jne.) reaktsiooniseeriade puhul Hammetti võrrandi tüüpi sõltuvused näisid mitte kehtivat. Seda seletati, lähtudes eeldusest, et meta- ja para-substitueeritud fenüülide puhul ei sõltu aktiveerimise või reaktsiooni  $\Delta S$  substituentist  $X$ . Kuid varsti selgus, et eksperimentaalsed andmed seda eeldust ei kinnita.



Y – Reaktsioonitsenter  
X – Varieeruv substituent erinevates positsioonides reaktsioonitsentri suhtes

Pealegi osutus ebatäpseks ka seisukoht, et LFR tüüpi sõltuvuste rakendusala on väga piiratud. Tänu R.W. Tafti ja teiste autorite töödele näidati 50-te aastate esimesel poolel, et LFR rakendatavus  $\log k$  brutoväärtustele kujutab endast erijuhtu, milline realiseerub siis, kui vaadeldava andmeseeria piires on oluline vaid üks varieeritava substituentiga seotud omadus. Kui selliseid omadusi on rohkem, siis rakendub LFR neist igatüüpi jaoks eraldi võetuna ja vastava üldistatud võrrandi parem pool sisaldab mitut  $\rho \sigma$  tüüpi korrutist. Näitena võib tuua Tafti kaheparameetrilise võrrandi  $X-Y$  tüüpi reaktsiooniseeriade jaoks, millises on arvestatud substituenti  $X$  nii polaarset (substituentikonstant  $\sigma^*$ ) kui ka sterilist (substituentikonstant  $E_s$ ) efekti:

$$\log k = \log k_0 + \rho^* \sigma^* + \delta E_s, \quad (5)$$

Pealegi osutus, et LFR tüüpi sõltuvused kirjeldavad erineva sisuga mõõdetavaid suurusi (näiteks elektromagnetiliste spektrite eri piirkondadesse kuuluvate neeldumismaksimumide sagedusi) erinevate varieeritavate faktorite puhul (näiteks solvendiefekte jne.). Teiste sõnadega, sõltuvuse üldine matemaatiline kuju ei olene selle abil kirjeldatava nähtuse sisust. Mainitud tüüpi sõltuvustega assotsieerus nimetus "korrelatsioonivõrrandid".

Siit kerkib probleem: miks korrelatsioonivõrrandid üldse kehtivad ja kas nende kehtivust on võimalik kuidagi põhjendada. Eelöeldust tuleneb, et neile küsimustele pole võimalik vastata mingitest sisulistest füüsikalise-keemilistest kaalutlustest lähtudes.

Ainsaks ühiseks jooneks korrelatsioonivõrrandite rakendusala piirides on võimalus teha reprodutseeritavaid mõõtmisi mingite varieeritavate, mõõtmistulemusi mõjustavate faktorite tasemete erinevate kombinatsioonide jaoks. Pole raske märgata, et niisugune määritlus vastab teadusliku uurimisobjekti olemasolu definitsioonile.

Konkreetsemalt, lähtutakse eeldusest, et on antud mingi järgmist tüüpi andmekogum:

$$Y_i (LF_{ji}; j = 1, N); i = 1, M, \quad (6)$$

kus  $i$  tähistab sõltumatu mõõtmise järjeindeksit,  $j$  – mõõtmistulemust mõjutava varieeruva faktori – tingimuse (temperatuur, solvent, substituent, jne.) järjeindeksit,  $N$  – niisuguste faktorite üldarvu,  $Y_i$  – mõõtmistulemuse reaalarvulist väärtust  $i$ -nda mõõtmise jaoks,  $LF_{ji}$  –  $j$ -nda faktori taseme identifikaatorit (näiteks järjenumbrit mingis vastavas tabelis)  $i$ -nda mõõtmise puhul. Allpool on mõõtmistulemuse järjeindeks  $i$  ära jäetud.

Eesmärgiks on leida niisugune võrrand, milline võimaldaks ligikaudselt esitada mõõdetava suuruse sõltuvust mõjuvate faktorite tasemete kombinatsioonist. On võimalik näidata<sup>1</sup>, et üldjuhul kujutab otsitav võrrand endast mõõdetava suuruse  $Y$  mingit järku ( $N$ ) multilineaarset sõltuvust (rittaarendust) mingisugustest faktoritega seotud ja nende tasemeid iseloomustavatest parameetritest  $X_j = X_j(LF_j)$ :

$$Y \approx Y_0 + \sum_1^N a_1 X_1 + \sum_{1 < j}^{N-1} \alpha_{1j} a_1 a_j X_1 X_j + \sum_{1 < j < k}^{N-2} \alpha_{1jk} a_1 a_j a_k X_1 X_j X_k + \dots + \alpha_{1,2,\dots,N} \prod_1^N a_i X_i \quad (7)$$

$X$  tüüpi parameetrite arvulised väärtused on arvutatavad empiiriliselt valemist:

$$X_i(LF_j) = [Y(LF_j, LF_{j+i}, j = 1, N) - Y_0] / a_i,$$

kus  $Y(LF_j, LF_{j+i}, j = 1, N)$  tähistab mõõdetava suuruse väärtusi juhul, kui ainsaks varieeruvaks faktoriks on  $LF_j$ , kõik ülejäänud aga on kinnistatud oma standardtasemetel.

$Y_0$  esindab mõõdetava suuruse standardväärtust (kõik varieeritavad mõjuvad faktorid on kinnistatud oma standardtasemetel), suurused  $a_i$  tähistavad omaduste parameetrite  $X$  mastaapkoordajaid, indeksitega varustatud sümboolid  $\alpha$  esindavad vastavat järku interaktsioonikonstante. Kui mingi omadust iseloomustav

parameeter on vaadeldava mõõtmistulemuste valimi piires konstantne ( $X_1 = \text{const.}$ ), siis väheneb võrrandi järk ja võib muutuda ülejäänud argumentide skaalade mastaap. Kui hoida kõik faktorid peale ühe konstantsetel tasemetel, siis iga erinev mainitud tasemete kombinatsioon määrab ära spetsiifilise andme-seeria ühe ja sama varieeruva faktoriga. Kui seejuures on varieeruva faktori mõju määratud vaid üheainsa omadusega, taandub võrrand (7) Hammetti võrrandi (4) tüüpi üheparameetriliseks lineaarsuseks, kuna konstantseks jäävad kordajaid sisaldava avaldise võib koguda varieeruva  $X_1$  ette sulgudesse, viimast mitte sisaldavate liikmete summa aga lülitada  $Y_0$  koostisse. Võrrandi (7) kuju ei muutu, kui ühe faktoriga seotud mitu  $X$  tüüpi parameetrit asendada üheainsaga, vastavalt väheneb vaid võrrandi järk. Eraldi mainimist väärib asjaolu, et võrrand (7) ei sisalda  $X$  tüüpi argumentide ruute või kõrgemaid astmeid.

Võrrand (7) on aluseks interaktsioonide formaalsele teooriale<sup>1,2</sup>. Vaadeldavas kontekstis mõistetakse interaktsiooni all teatava objekti (süsteemi) mingi mõõdetava karakteristikata mitteaditiivsuse põhjust. Mainitud võrrandi aditiivset osa esindab  $Y_0$ . Seejuures peegeldab võrrand (7) vaid ühe formaalse interaktsioonitüübi poolt tekitatud hälvimist aditiivsusest. Pole välistatud mitme niisuguse interaktsioonitüübi (aditiivne või mitteaditiivne) koosmõju. Niisugusel juhul on ka ühefaktoriline sõltuvus esitatud multiparameetrilise võrrandiga. Näitena võib viidata võrrandile (5).

Korrelatsioonivõrrandites esinevad substituendi- ja solvendikonstante saab identifitseerida mingi interaktsioonitüübi jaoks esitatud kuju (7) omava võrrandi  $X$  tüüpi parameetritega. Viimaste jaoks puudub sisuline interpretatsioon peale selle, et nad iseloomustavad mingeid varieeruvaid faktoreid. Tegelikult omistatakse eri tüüpi substituendi- ja solvendikonstantidele üsnagi sisuline füüsikaline-keemiline interpretatsioon. Lähtudes viimasest tuleneb näiteks vastava mõju "õige" suund ( $\rho$ ,  $\rho^*$  või  $\delta$  märk võrrandites (4) ja (5) jne.). Seejuures võib tekkida konflikt formaalsest teooriast ja mainitud sisulisest interpretatsioonist tulenevate järelduste vahel. Vastavaks illustratsiooniks vaatleme võrrandi (7) erijuhtu, kus mõõdetavaks suuruseks on reaktsiooni või aktiveerimise vabaenergia  $\Delta F$  ja varieeritavateks faktoriteks üheainsa konstandiga  $\sigma$  esindatud substituent ja veel mingi teine faktor, millise mõju on väljendatud konstandiga  $X$  (näit. temperatuur  $T$  ehk teist, sõltumatult varieeruvat substituenti või ka solventi iseloomustav konstant). Vastav võrrandi (7) teist järku erijuht on järgmine:

$$\Delta F = \Delta F_0 + a_1 \sigma + a_2 X + \alpha \sigma X, \quad (9)$$

Mingi konstantse  $X$  väärtuse jaoks kehtib antud juhul Hammetti tüüpi võrrand:

$$\Delta F = (\Delta F_0 + a_2 X) + (a_1 + \alpha X) \sigma = \Delta F_{0X} + \rho_X \sigma, \quad (10)$$

kus standardsubstituendile vastav väärtus ja  $\sigma$  ees seisev kordaja on üldjuhul, kui  $\alpha \neq 0$ , mõlemad lineaarselt sõltuvad temperatuurist. Pole raske märgata, et parameetri  $X$  (isoparameetrilisel) väärtusel  $X_{ip} = -a_1/\alpha$  muutub  $\rho_X$  väärtus nulliks ja selle (isoparameetrilise) punkti läbimisel muudab see parameeter oma märki.

Võrrandid (9) ja (10) väljendavad paarseid isoparameetrilisi sõltuvusi. Viimaste põhimõtteline võimalikkus tuleneb üheselt võrrandi (7) matemaatilisest kujust, kuid isoparameetriliste punktide eksperimentaalne vaadeldavus seab eeltingimuseks, peale nullist erineva  $\alpha$  väärtuse, veel  $X_{ip}$  väärtuse saavutamist mingil vastava faktori eksperimentaalselt realiseeritaval tasemel. Mingit konkreetset protsessi iseloomustavate  $\rho$  tüüpi konstantide märkidel on korrelatsioonivõrrandite sisulise interpretatsiooni raames selge tähendus. Sellelt seisukohalt lähtudes poleks arusaadav substituendi polaarse mõju toime suuna (näit. protsessi kiirust suurendava või vähendava toime) sõltuvus temperatuurist või solvendist ühe ja sama protsessi raames. Muidugi põhimõtteliselt pole välistatud, et formaalset interaktsioonitüüpi kajastavast võrrandist tulenev isoparameetriline punkt kujutab endast eksperimentaalselt mitterealiseeruvat prognoosi ja tegelikkuses mingit vastuolu sisulistest kaalutlustest tulenevaga ei teki. Niisugusel juhul kujutaksid need võrrandid ainult kitsas vahemikus rakendatavaid ja puhtempiirilisi sõltuvusi selle termini kõige primitiivsemas mõttes.

Eksperimentaalselt on sobivate protsesside näidetel uuritud paarseid isoparameetrilisi sõltuvusi järgmiste varieeritavate faktorite paaride puhul: substituent – temperatuur, substituent – substituent, substituent – solvent ja solvent – temperatuur<sup>1</sup>. Kõigil juhtudel, kui isoparameetrilise punkti tingimused olid eksperimentaalselt realiseeritavad, vastasid mõõtmistulemused isoparameetrilisele sõltuvusele, isoparameetriline punkt osutus eksperimentaalselt realiseeruvaks ning selle ületamisega kaasnes vastava faktoriga seotud efekti jaoks ülalmainitud märgimuutus.

Kui võrrandis (9)  $X = T$ , on vastavad protsessi (aktiveerimise) entalpia ja entroopia väärtused väljendatavad järgmiselt:

$$\Delta H = \Delta F_0 + a_1 \sigma \quad (11)$$

$$\Delta S = -(a_2 + \alpha \sigma) \quad (12)$$

Mõlema toodud avaldise paremad pooled on lineaarses sõltuvuses antud juhul substituendikonstandist  $\sigma$ , üldjuhul aga ka mõnest teisest varieeruva faktoriga seotud argumendist. Formaalsest lähenemisest järeldub termodünaamikast mitte tulenev lineaarne seos entalpia ja entroopia väärtuste vahel ühe varieeruva faktoriga andmevalimi jaoks.

Seega lahenduvad formaalse lähenemise ja sisulise interpretatsiooni vahelised konfliktsituatsioonid enamasti esimese kasuks. Kuid sellest on veel vähe. Sageli argumenteeritakse sisulistest (füüsikalise-keemilistest) kaalutlustest tulenevaid mudelettekujutusi mingite eksperimentaalsete tulemuste vaheliste (oodatud) lineaarsuste kehtivusega. Juhul kui viimased on tuletatavad vastavast formaalse lähenemise erijuhust, kaotavad nad oma tähenduse sisulise mudeli argumenteerimisel. Viimase puhul lähtutakse tavaliselt mingitest spetsiifilist laadi eeldustest. Kuna sama lineaarsus tuleneb formaalsel lähenemisel ilma vajaduseta teha niisuguseid eeldusi, siis muutuvad viimased Ockhami printsiibi

kohaselt liigseteks ja seega vaadeldava sõltuvuse kehtivusest mitte olenevaiks. Sisulisi kaalutlusi on korrektne argumenteerida mingite lineaarsuste kehtivusega, kui neist kaalutlustest tulenevad vastava sirge tõusu ja telglõigu arvilised väärtused või vähemalt üks neist. Võrrandi kuju järgi on sisuliste mudelite korrektne kontroll võimalik ainult vastavate sõltuvuste mittelineaarsuse puhul.

Tänu märgitud asjaoludele võimaldab interaktsioonide formaalne teooria mitte ainult aru saada korrelatsioonivõrrandite olemusest, vaid samaaegselt satuvad kahtluse alla mitmed traditsioonilisteks muutunud sisulised mudelettekujutused. Seejuures tuleb märkida, et formaalsest lähenemisest tuletatavad järeldused on veel üldisemat laadi kui termodünaamikast tulenevad. Keemilise täpsusega prognoosivate mudelite hinnaks on vajadus tunnistada mitmete seniste seisukohtade nõrka põhjendatust.

Korrelatsioonivõrrandite efektiivse rakendamise lähtebaasiks on küllaldase arvukusega süstemaatilised ja usaldatavad eksperimentaalsed mõõtmistulemused. Samuti on olulised vastavaid mudeleid kontrollida ja parametrizeerida võimaldavad efektiivsed andmetöötlusprotseduurid. Seetõttu on aastate jooksul vastavatesse tabelitesse<sup>3,4</sup> kompileeritud ja kompileeritud andmebaasina vormistatud<sup>5,6</sup> heterolüütiliste keemiliste reaktsioonide kiirus- ja tasakaalukonstantide kohta käivad andmed. Paralleelselt on modifitseeritud ja täiustatud statistilist andmetöötlust realiseerivaid arvutiprogrammidena vormistatud protseduure<sup>7-9</sup>.

## KIRJANDUS

1. Palm V.A. 1967, 2nd ed. 1977. Foundations of Quantitative Theory of Organic Reactions, Leningrad, Khimia, 359 p. (in Russian).
2. Koppel I.A., Palm V.A. 1972. In: N.B.Chapman, J.Shorters (eds.), Advances in Linear Free Energy Relationships, London, Plenum Press, pp. 203–280.
3. Palm V.A. (ed.). 1975-1979. Tables of Rate and Equilibrium Constants of Heterolytic Organic Reactions. Publ. House of VINITI, Moscow, Vol. I – V, 5219 p.
4. Palm V.A. (ed.). 1984-1990. Tables of Rate and Equilibrium Constants of Heterolytic Organic Reactions. Publ. House of Tartu University, Suppl. Vol. I – VI, 5164 p.
5. Palm V. 1990. Computer-Managed Automatic Data retrieval and Prognozing System for Rate and Equilibrium Constants of Organic Reactions, J. Chem. Inf. and. Comp. Sci., 1990, **30**, pp. 409 - 412.
6. Palm V., Jalas A., Kiho J., Tenno T. 1996. A computerized system for the storage, processing and prognostication of data with orientation toward the use of correlation equations, CAIC-VII Abstracts, Fukuoka, Org. React., **31**, (in print).

7. Palm V., Palm N. 1993. On the Total Number and List of Parameter Scales Significant for General Quantitative Description of Solvent Effects, *Org. React.*, **28**, pp. 125-148

8. Palm V. 1995.. Isosteric Constants by Nonlinear Procedure from Menshutkin Reaction Data. VI<sup>th</sup> Intern. Conf. on Correlation Analysis in Chemistry, Abstracts, Prague, 1994, **05**, *Org. React.*, **29**, pp. 37-40.

9. Palm V., Kaasik S. 1996. Reinvestigation of the Kinetical Substituents, Enviromental and Temperature Effects on the Solvolysis of Disubstituted Mannich Bases of the General Structure of 3-X<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-NHCH<sub>2</sub>-C(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-(3-X<sub>2</sub>). 2. Quantitative Interpretation of Combined Substituents, Solvent Composition and Temperature Effects. *Org. React.*, **30**, pp. 73 - 84.





## Ago Samoson

Sündinud 9. juulil 1955 Tulunis (Vene Föderatsioon)

1970 Võru I 8-kl. Kool, õpetajad: matemaatika - A.Kiisk, füüsika - A.Rinken

1973 Võru I Keskkool, A.Lind (ka ettevalmistus matemaatika-olümpiaadideks), A.Lillemaa

1978 Tartu Ülikool, füüsika-keemiateaduskond

1978-1980 Eesti TA Küberneetika Instituut, nooremteadur

1980- Eesti Ta Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituut: teadur, vanemteadur

1984 füüsika-matemaatikakandidaat

Stažeerimine: Kalifornia Ülikool, Berkeley, A.Pines' laboratoorium; Bruker Analytik GmbH, Karlsruhe; Uppsala Ülikool, J.Tegenfeldt'i laboratoorium

60 teaduspublikatsiooni autor või kaasautor

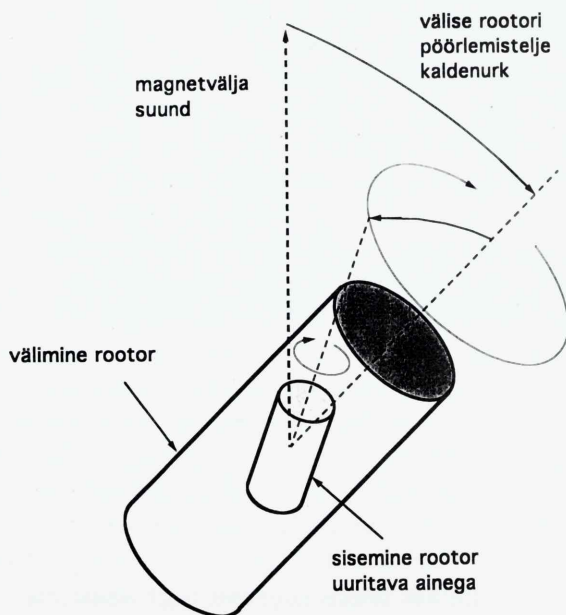
*Teaduspreemia täppisteaduste alal töö  
"Kvadrupooltuumade kahedimensionaalne kõrge lahutusega  
tuumaresonantspektromeetria mitteorienteeritud pulbrilistes ja  
amorfsetes tahkistes" eest*

## UUS ETAPP KVADRUPOOLTUUMADE RESONANTSIS

Tuuma magnetresonants on viimastel aastakümnetel üks eelistatumaid meetodeid aine struktuuri uurimisel. Magnetvälja asetatuna on raadiosagedusliku magnetvälja impulsiga võimalik teatud aatomituumad panna ühtses taktis pöörlema (täpselt pretsesseerima ümber magnetvälja suuna). Seni kuni tuumad ei kaota juhuslike mõjude tõttu oma liikumise kooskõla, on võimalik täpselt mõõta nende pretsessiooni sagedust. See sagedus on igale keemilisele elemendile üldjuhul erinevas iseloomulikus piirkonnas. Mõõtmise põhimõte on väga analoogne näiteks dünamoga elektrivoolu tekitamisele, kus roteeruv magnet tekitab ümbritsevas poolis vahelduvvoolu. Tuumaresonantsis on saadud voolusagedus võrdeline magnetväljaga tuuma asukohas ning sõltub tuuma ümbritsevate elektronide liikumisest, seega ka keemilisest sidemest, milles osaleb antud tuuma sisaldav aatom. Osa magneetilist mõjutatavatest tuumadest (nn. kvadrupooltuumad) tunneb lisaks ka lokaalset elektrivälja, mis on määratud eeskätt laengute - nii elektronide kui teiste tuumade keskmistatud asukohaga. Nimetatud mõjud tuuma signaali sagedusele on küll reeglina suhteliselt väikesed, kuid tehniliselt siiski mõõdetavad. Konkreetselt ei ole aatomituuma poolt tekitatava signaali nihked praeguse arvutustehnika taseme juures küll veel usaldusväärset ennustatavad, kuid siiski annab tuuma magnetresonants võimaluse eristada ja loendada erinevas keemilises sidemes ja erinevate ionidega ümbritsetud aatomeid. Auhinnatud töö eesmärgiks oli võimalikult suurendada eristatavate tuumade (aatomite) hulka kahe ülalmainitud parameetrite klassi, keemilise nihke ja kvadrupoolvastasmõju, sõltumatu mõõtmise abil.

Keemikuid ja füüsikuid huvitavate struktuuride ebakorrapära (polükristallilisus või amorfusus) seab tuuma magnetresonantsil põhinevale analüüsile siiski veel suure takistuse: mingit kindlat tüüpi aatomites asuvad tuumad võivad anda signaali hoopis erinevatel sagedustel, sõltuvalt sellest, kuidas on nende lokaalne ümbrus orienteeritud magnetvälja suhtes. Nende

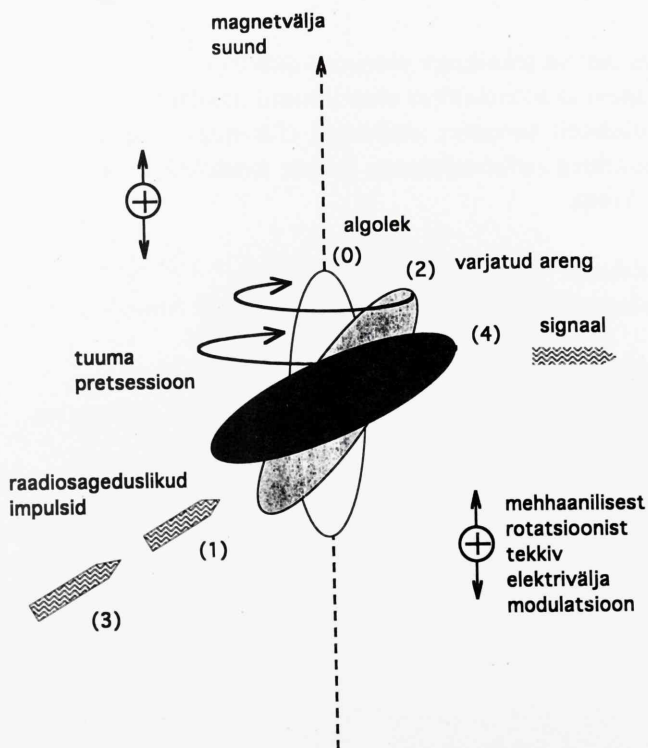
orientatsioonist tekkivate näivate erinevuste kaotamine annaks hoopis paremad võimalused keeruliste struktuuride jälgimisel. Orientatsiooni-sõltuvust saab keskmistada, kui muuta uuritava aine ja magnetvälja suhtelist suunda mõõtmise ajal. Tehniliselt on osutunud otstarbekaks uuritava aine kiire ühe- või kahekordne mehhaaniline rotatsioon teatud nurga (nurkade) all magnetvälja suhtes. Kvadrupooltuumade puhul vajaliku kahekordse rotatsiooni puhul on aine paigutatud umbes 4 millimeetrise läbimõõduga rootorisse, mis pöörleb teise, suurema sees (Joonis 1). Iseloomulikud pöörlemisagedused ulatuvad 10 000 pöördeni sekundis, rootorite sujuv ja kiire liikumine on tagatud õhklaagritega.



Joonis 1. Topeltpöörleja põhimõtteline ehitus.

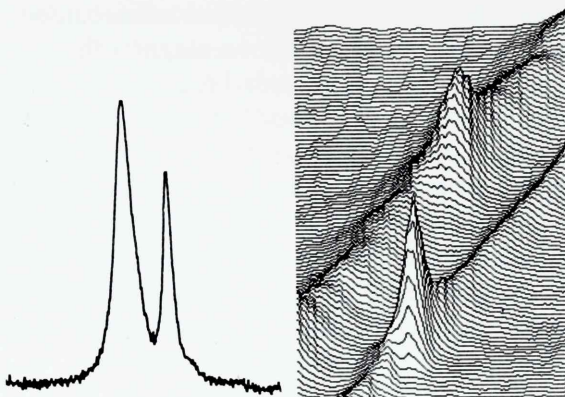
Auhinnatud töö uuenduslik osa on seotud topeltpöörlemise tingimustes tuumasignaali tekitamise ja hilisema töötlemisega, nii et osutus võimalikuks esitada saadud informatsioon piki kahte teineteisest sõltumatut spektraal- telge. Joonte intensiivsus annab otseselt näiteks erinevat tüüpi alumiiniumi aatomite suhtelise arvu uuritavas struktuuris, lisaks sellele saab ka võrdlustest teadaolevate struktuuride spektritega määratleda antud aatomiga keemilises sidemes olevate teiste aatomite arvu ja liigi.

Kvadrupooltuumade signaali tekitamine teostati kaheosaliselt (Joonis 2). Kasutati asjaolu, et kvadrupooltuuma pretsessioon magnetväljas võib toimuda ka tavalisest sagedusest kolm või viis korda kõrgemal sagedusel, erinevalt põhisagedusest ei ole aga see liikumine otseselt registreeritav. küll aga on võimalik teatud nn. arenemisaja möödudes informatsioon 'varjatud' pretsessioonist üle kanda nähtava pretsessiooni tugevusse. Muutes süstemaatiliselt arenemisaja kestvust, on nähtava pretsessiooni tugevuse analüüsiga võimalik teha kindlaks 'varjatud' pretsessiooni sagedus. See sagedus on määratud küll samade aine omadustega, kuid konkreetse struktuurist sõltuva sageduse muutuse suurus on looduse poolt antud erinevate numbriliste teguritega võrrelduna nähtava pretsessiooniga.



Joonis 2. Sündmuste ajaline järjestus aatomituuma magnetresonants-signaali mõttmisel.

Numbrilised suhtarvud on teoreetiliselt üsna täpselt arvutatavad ja seega on saadud piisavalt informatsiooni kahe parameetri määramiseks. Järgnev arvutil tehtav signaali analüüs võimaldab esitada spektri Joonisel 3 näidatud kujul.



*Joonis 3.*  
Arvutil tehtav  
signaali analüüs.

Võrreldes senise tehnikaga joonise vasakus osas on spektrijooned, mis tähistavad erinevaid aromaatseid alumiiniumi positsioone mineraal Nefeliini struktuuris, oluliselt paremini eraldatud. Täiendav nihe joonise sügavusse annab aga puuduva informatsiooni joonte asukohta määravate struktuuri-parameetrite kohta.

#### *Tänuavaldused*

Mõõtmiste teostamisel oli oluline kolleegide T.Anupõllu ja A.Reinholdi abi.

Kuna pidin ikka ja alati väheseks jäävaid oskusi korvama ületundide ja -päevadega, oli tähtis ka perekonna arusaav ja toetav suhtumine. Palju tänu Innale, Hannale ja Karlile!

# Mart Ustav



Sündinud 16. juulil 1949 Tšerlaki külas Omski oblastis  
(Vene Föderatsioon)

- 1967 Tartu V Keskkool  
1972 Tartu Ülikool, füüsika-keemiateaduskond, keemiaosakond  
1972-1975 sõjaväeteenistus  
1974-1975 Eesti TA Küberneetika Instituut, vaneminsener  
1976- Tartu Ülikool: vaneminsener, nooremteadur, vanemteadur, onkogeneesi labori juhataja, Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituudi mikrobioloogia ja viroloogia õppetooli juhtaja, korraline professor, Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituudi juhataja  
1979 keemiakandidaat molekulaarbioloogia erialal  
Stažeerimine: Uppsala Ülikooli Meditsiinilise Geneetika Instituut, Cold Spring Harbor Laboratory (USA)  
Avaldatud 64 teaduspublikatsiooni

*Teaduspreemia keemia ja molekulaarbioloogia alal  
töö "Papilloomiviiruste genoomi replikatsiooni ja onkogeenide uurimine" eest*

## **PAPILLOOMIVIIRUSTE MOLEKULAARBIOLOOGILISEST UURIMISEST**

Praegu Maal eksisteerivas eluslooduses on kaksikahelaline desoksüribonukleiinhape - DNA - põhiliseks geneetilise informatsiooni kandjaks nii bakteritel, pärmidel, taimedel kui loomadel. Inimese sugurakkudes oleva haploidse genoomi suurus on  $3,3 \times 10^9$  aluspaari ja seega on diploidses viljastatud munarakus olev geneetiline informatsioon salvestatud  $6,6 \times 10^9$  aluspaaris. Geneetiline informatsioon määratleb tekkiva organismi praktiliselt kõik omadused ja liigi säilimiseks on absoluutselt vajalik selle paljundamine. Täie kindlusega saab väita, et elusa looduse aluseks on võime paljuneda. Kandes selle üle rahvusele, saab kindlalt väita, et eesti rahval on vaid siis lootust säiluda, kui ta piisava efektiivsusega paljuneb - see tähendab taastoodab oma geneetilist informatsiooni ja mida rohkem, seda parem. Kui eesti rahvas seda ei tee, siis ootab teda ees hääbumine põhilise looduseaduse eiramise tõttu - nii nagu see on juhtunud sugulasrahva liivlaste ja paljude teistega. Pärast Eesti edukat ühinemist Euroopa Ühendusega asuvad meie aladele elama mõne teise rahva esindajad, kes on põhilised bioloogia tõed selgeks saanud ja lähtuvad oma käitumises nendest.

Organismi tekkimiseks on vajalik antud geneetilise informatsiooni paljundamine kõigisse rakkudesse. Arvatakse, et inimese organismi tekkimiseks on vajalik viljastatud munarakus olev informatsioon paljundada  $10^{16}$  korda. Järelikult peab geneetilise informatsiooni paljundamine toimuma väga väikeste vigadega. Seda geneetilise informatsiooni paljundamise protsessi nimetatakse DNA replikatsiooniks. DNA replikatsioon toimub semikonservatiivselt - see tähendab, mõlemad kaksikahelalise DNA ahelad on matriitsiks, millele DNA polümeraasid sünteesivad komplementaarse ahela ja seega viivad kahe identse koopia tekkele, mis jaguneb tütarakkude vahel. Lihtsamates organismides nagu bakterites ja pärmides on näidatud, et DNA replikatsioon algab kindlatelt järjestustelt genoomis, mida on võimalik isoleerida ning iseloomustada. Neid järjestuselemente nimetatakse

replikatsiooni alguskohtadeks (i.k. replication origin), millelt lähtudes replikatsiooni initsiatsioonifaktorid (valgud) kindlates tingimustes alustavad DNA sünteesi. Hulkraksetes organismides toimuv DNA replikatsiooni mehhanism on jäänud siiani suureks saladuseks. Selle põhjuseks on vastavate organismide genoomi suurus ja komplekssus, mistõttu pole olnud võimalik identifitseerida ja isoleerida genoomist järjestusi (replikatsiooni alguspunkte), millised vastutavad replikatsiooni initsiatsiooni eest. Seetõttu on suur osa meie teadmistest hulkraksete organismide DNA replikatsiooni mehhanismi kohta pärit viiruste ja eriti DNA viiruste replikatsiooni uurimisest. Viirused on geneetilised elemendid, millised sisaldavad oma replikatsiooni alguspunkti ning juhivad oma genoomi replikatsiooni viiruskodeeritud regulaatorvalkude - replikatsioonifaktorite abil. Viirused kasutavad sagedasti peremeesraku replikatsiooni masinavärki - ensüüme, mitmesuguseid DNA-d stabiliseerivaid valke ja muidugi "ehituskive"- nukleosiidtrifosfaate oma genoomi replitseerimiseks. Kuivõrd viiruse genoomi komplekssus on võrratult väiksem hulkrakse organismi genoomi omast, ning et nad ka efektiivselt manipuleerivad peremeesraku replikatsiooni masinavärki, siis käsitletaksegi viirusi kui sobivaid mudeleid uurimaks rakkudes toimuva raku genoomi replikatsiooni mehhanisme.

Meie labori tegevus on rea aastate jooksul olnud seotud papilloomiviiruste uurimisega. Papilloomiviirused on suhteliselt väikesed DNA viirused. Nende genoom on umbes 8000 aluspaari pikk raku tuumas replitseeruv rõngasmolekul, mis sisaldab kümmet eri valku kodeerivat järjestust. Nendest kaks, kodeerivad järjestused L1 ja L2, määratlevad viiruse kapsiidi valgud ning on seega vastutavad viiruse genoomi pakkimise eest viirusosakesse. Papilloomiviiruste elutsükkel on jaotatud kolme faasi. Viirus nakatab epiteelkoe basaalarakke s.t. rakke, millel on võime paljuneda ja millest saab alguse kogu epiteelkude nende rakkude diferentseerumise tulemusena. Basaalarakud on kaetud difentseerunud ja diferentseeruvate rakkude kihtidega, seega saab papilloomiviirus pääseda basaalarakkudeni vaid siis, kui vigastatakse epiteelkoe pealmist kihti. Suhteliselt vähe on teada mehhanismidest, mida viirus kasutab raku sisenemiseks. Arvatakse, et viirus seondub basaalarakkude pinnal olevatele retseptoritele ja internaliseeritakse raku endotsütoosi teel. Pärast sisenemist raku tuuma toimub viiruse valkude ekspressioon. Nendest kolm valku - E5, E6 ja E7 - on identifitseeritud kui dominantsed onkovalgud s.t. nende ekspressioon raku võib kutsuda esile rakkude kontrollimatu paljunemise. Nende onkovalkude funktsiooniks on puhke või ooterežiimil olevate rakkude ergastamine ja nende suunamine sellesse rakufaasi, kus saab toimuda DNA süntees. See on hädavajalik viirusele, kes kasutab raku replikatsiooni masinavärki ka oma genoomi paljundamiseks. Me oleme uurinud põhjalikult onkovalgu E5 toimemehhanismi. Me näitasime 1988. aastal, et veise papilloomiviiruse BPV-1 E5 valk on väikseim senituntud dominantne



onkovaalk (Oncogene, 1988). Ta koosneb 44 aminohappest, milledest aminotermiinus olevast 30 vastutab valgu lokaliseerimise eest membraanidesse ja 14 sellele järgnevat on ilmselt valgu katalüütiline osa. Uurides E5 valgu toimet raku elutegevusele leidsime, et E5 madalatel kontsentratsioonidel toimub rakulise geeniekspressiooni aktivaatori NF $\kappa$ B aktiivsuse märgatav tõus. NF $\kappa$ B aktivatsioon E5 valgu poolt on maha surutav superoksiid dismutaasi (SOD) poolt. SOD on antioksidant, ensüüm, milline dismuteerib superoksiidi radikaalid vesinikperoksiidiks, mis seejärel laguneb katalaasi toimele veeks ja hapnikuks. Superoksiidi radikaalid on substraadiks lipoksügenaasile, milline kasutab neid lipiidide oksüdeerimiseks, tekitades üliaktiivseid lipiidide peroksiide, millised võivad degradeerida DNA-d, valke ja lipiide. Need lipiidide peroksiidid aktiveerivadki NF $\kappa$ B tema inhibiitori I $\kappa$ B lagundamise kaudu. E5 roll võib seega olla raku elutegevuse ergastamine vastava rakulise geeniekspressiooni regulaatori aktiveerimise kaudu ja raku suunamine DNA sünteesi faasi. Edasine uurimine näitas, et antud faktori aktivatsioon oli märgatav vaid E5 valgu suhteliselt madalatel kontsentratsioonidel. Optimaalsetest kõrgematel kontsentratsioonidel täheldasime me aga laiaulatuslikku rakkude suuremist. Antud protsessi lähem uurimine näitas, et tegu on rakkude programmeeritud surmaga ehk nn. apoptoosiga. Meile pole siiani selge, miks taoline E5 aktiivsus avaldub selle valgu kõrgetel kontsentratsioonidel, kuid me oleme püstitanud hüpoteesi, et viirus kasutab E5 valku rakust välja pääsemiseks, lülitades selleks sisse apoptoosi.

Peremeesraku jõudmisel DNA sünteesi faasi saab alata viiruse genoomi replikatsioon. Selleks, et kindlustada piisav genoomi koopiate arv nakatud raku, initsieerib papilloomiviirus oma genoomi amplifikatsioonilise replikatsiooni. Me võime täie kindlusega väita, et meie identifitseerisime papilloomiviiruste replikatsiooni initsiatsiooni faktorid - need on valgud E1 ja E2 ja tõestasime üheselt, et nad aktiveerivad replikatsiooni vastavast alguspunktist, mis katab ala HpaI-saidi läheduses (nukleotiid Nr.1 vastava genoomi kaardil). Seda elementi nimetatakse minimaalseks replikatsiooni alguspunktiks. Selle all saab veise papilloomiviiruse BPV-1 puhul lugeda umbes 40 nukleotiidilist ala, milline koosneb kolmest elemendist - A/T-rikkast piirkonnast ning valkude E1 ja E2 sidumiskohtadest. Me tõestasime, et valgu E2 seostumine DNA-le on absoluutselt vajalik ning replikatsiooni intensiivsus korreleerub üheselt E2 valgu seostumise tugevusega DNA-le replikatsiooni alguspunkti läheduses. Seega kahe viirusvalgu spetsiifiline interaktsioon replikatsiooni alguspunkti läheduses tekitab olukorra, kus rakuline replikatsiooni masinavärk tunneb ära viiruse genoomi antud osa kui replikatsiooni alguspunkti ning initsieerib viiruse DNA sünteesi. Praeguseeni pole päris hästi selge, millise mehhanismi alusel need kaks viirusvalku replikatsiooni initsiatsiooniga hakkama saavad ja millised interaktsioonid kogu kompleksis aset leiavad. Selleks on vajalik väga põhjalik biokeemiline

töö ja ennekõike aega ning vaeva, et aste astmelt lahendada kogu probleem. Kui me saame teada, milliste determinantide kaudu viiruselised valgud interakteeruvad replikatsiooni masinavärgi komponentidega, siis saame me analoogia alusel identifitseerida rakuliste initsiatsioonifaktorite interaktsioone ja selle kaudu pääseda lähemale hulkraksete genoomse DNA replikatsiooni initsiatsioonile.

Kui viirus on oma esimese staadiumi läbinud, see tähendab paljudanud oma genoomi antud rakus paarisaja koopiani, peab ta oma replikatsiooni peatama ning suunduma latentsele replikatsioonile. Latentse replikatsiooni tunnuseks on viiruse genoomi sünkroonne replikatsioon peremeesraku DNA replikatsiooniga. Me huvitusime sellest, milliseid viirusvalke ja milliseid genoomi järjestuselemente viirus kasutab latentseks replikatsiooniks. Konstrueerisime rakuliini, milline ekspresseerib pidevalt BPV-1 E1 ja E2 valke ning tõestasime, et needsamad valgud on tarvilikud ja piisavad viiruse genoomi latentseks replikatsiooniks. Üllatusena selgus, et minimaalne replikatsiooni alguspunkt oli absoluutselt vajalik, kuid kaugeltki mitte piisav genoomi latentseks replikatsiooniks. Lisaks minimaalsele järjestusele oli vajalik veel vähemalt viis valgu E2 sidumise kohta minimaalse alguspunkti läheduses. Sellise E2 valgu sidumiskohtade kogumi nimetasime me minikromosoomide säilumise elemendiks - MME (Minichromosome Maintenance Element). Meile pole selge, kuidas MME toimib latentssel replikatsioonil, kuid hüpoteesina oleme pakkunud välja kolme võimalust. Esiteks võivad E2 valgu lisasidumiskohad hoida replikatsiooni alguspunkti aktiivses ja kättesaadavas olekus, kõrvaldades kas nukleosoomse struktuuri DNA-lt või hoides ära alguspunkti inaktivatsiooni modifikatsiooni (näiteks metülatsiooni tulemusena) ja võimaldades seega replikatsiooni initsiatsiooni faktorite juurdepääsu igas rakutsüklis. Teiseks võivad need järjestused olla just replikatsiooni negatiivseks kontrollijaks ning elimineerida minimaalse alguspunkti ülereplikatsiooni. Kolmandaks, võivad need järjestused olla elemendiks, mis garanteerib viiruse genoomi ühtlase jagunemise tütarakkude vahel. Praeguseks alustatud katsetega loodame saada andmed nende kolme hüpoteetilise mehhanismi tõestamiseks või ümberlükkamiseks. Hulkraksete genoom replitseerub üks ja ainult üks kord ühes rakutsüklis. See on mõistetav, sest vastasel juhul võivad osad genoomist kas ala- või ülereplitseeruda, mis aga viib genoomi ebastabiilsusele. Me mõõtsime papilloomiviiruse genoomi replikatsiooni alguskohta sisaldavate plasmiidide replikatsiooni kordsust ning leidsime, et antud juhul on tegemist replikatsiooni statistilise initsiatsiooniga. See asjaolu näitab, et antud replikonil on efektiivne mehhanism koopiite arvu kontrollimiseks ja pole selge, millisel latentssel replikatsioonil see realiseerub.

Ülaltoodust selgub, et papilloomiviiruse E2 valk on osaline paljudel viiruse eluetappidel ja käitub kui replikatsiooni faktor. Lisaks sellele, on ta viiruse geenide ekspressiooni regulaator. Antud valk koosneb kolmest

moodulist. Aminoterminaalne osa on valgul vajalik interaktsioonideks transkriptsiooni ja replikatsiooni masinavärgiga. Meid huvitas, kas selle valgu nn. aktivatsioonimoodulis vastutavad samad osad interaktsioonide eest nii replikatsiooni kui geenide ekspressiooni masinavärgidega. Selleks otsustasime kasutada mutatsioonanalüüsi. Selleks asendasime valgus viieteistkümmes erinevas positsioonis looduslikult esinevad laetud aminohappedalaniiniga. Mutatsiooni viisime nendesse aladesse, millised vastavalt sekundaarstruktuuri ennustustele asusid valgu pinnal ning seega said osaleda interaktsioonides. Alaniin on aminohape, milline on leitud kõigis valkude struktuuri elementides ning seega ei peaks antud asendus kutsuma esile suuri valgu struktuurseid muutusi, vaid olema vaid piiratud interaktsiooni elimineerija. Testisime antud mutantsete valkude omadusi nii replikatsiooni kui geeni ekspressiooni aktivatsioonil ning identifitseerisime E2 valgus kaks  $\alpha$ -heeliksi, millised on hõlmatud interaktsioonidesse geeniekspressiooni masinavärgiga. Lisaks sellele identifitseerisime kolm laetud aminohapet, millised on absoluutselt vajalikud valgu aktiivse tertsialse struktuuri olemasoluks. Meie katsed näitasid, et E2 valk saab sõltuvalt oma kontsentratsioonist rakus olla nii aktivaator kui repressor ja see realiseerub ilmselt tema oligomerisatsiooni kaudu kõrgematel kontsentratsioonidel.

Inimeselt on isoleeritud üle 70 erineva papilloomiviiruse subtüübi. Need viirused on sisuliselt ainsamad tõestatud onkogeensed viirused inimesel. Paljud inimesed on puutunud oma ühel või teisel eluetapil kokku papilloomiviiruste nakkustega, sest papilloomid, soolatüükad ja kondüloomid on sagedasti esinevad patoloogiad. Nagu ülalmainitud, on nende healoomuliste kasvaja tekke põhjuseks viiruse genoomis olevad järjestused, mis kodeerivad onkovalke. Suuremahulise kliinilise materjali alusel saab väita, et inimeste papilloomiviirused võivad oma seotusest pahaloormuliste kasvaja tekkega jaotada põhimõtteliselt kolme rühma. Madala riskiga viirused (näiteks HPV6 ja HPV11) põhjustavad väga harva pahaloormulisi kasvajaid. Keskmise riskiga (näiteks HPV 45 ja HPV61) võivad põhjustada pahaloormuliste kasvaja teket ja kõrge riskiga viirused (näiteks HPV16, HPV18, HPV31, HPV33, HPV52 jt.) on sagedasti seotud pahaloormuliste kasvaja tekkega. On kindlalt tõestatud, et 95% juhtudel on emakakaela kartsinoomides võimalik leida kõrgesse riskigruppi kuuluvate viiruste genoomi, millised on integreerunud kasvajakaraku genoomi. Seega on absoluutselt vajalik täpne papilloomiviiruse nakkuse subtüpeerimine, identifitseerimaks viiruse genoomi ning andes seega raviarstile selge viite informatsiooni, et tegu on või vastupidi, et tegu ei ole eluohtliku (vähki tekitava) viirusnakkusega. Selleks töötasime välja polümeraasi ahelreaktsioonil (PCR) põhineva papilloomiviiruste subtüpeerimise meetodi, mis võimaldab kiiresti anda vastuse, millise viiruse subtüübiga on antud nakkuskoldes tegu. Selleks kasutame nii multiplex analüüsi kui PCR

produkti restriksiooni fragmentide polümorfismi. Meetod on tundlik ja efektiivne ning on võimaldanud enam kui tuhande patsiendi puhul tüpeerida papilloomiviiruse nakkuse. Ma olen kindel meie poolt välja töötatud ja juurutatud meetodi kasulikkuses meie inimeste elukvaliteedi parandamisel.

Ülaltoodud tulemused on saadud koostöös mu kallite kolleegidega Tartu Ülikooli Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituudis ja Eesti Biokeskuses - Aare Abroi, Anne Kalling, Ann Kilk, Reet Kurg, Tiiu Mandel, Marko Piirsoo, Juhan Sedman, Tiiu Sild, Tiit Talpsep ja Ene Ustav. Täna teid kõiki loodan, et meie viljakas koostöö jätkub.

Minu teadustööd on toetanud:

Eesti Teadusfondi grantid No. 289, 297, 1134, 2496 ja 2497; Avatud Eesti Fondi grantid; International Science Foundation grantid LKL100 ja LDL6000; EU Copernicus programm grant CIPA-CT94-0154; Howard Hughes Medical Institute grant HHMI 75195-541301; Karolinska Institute grant.

# Tiiu Aareleid



Sündinud 3. novembril 1946 Tartus

- |           |   |
|-----------|---|
| 1965      | Tartu I Keskkool  |
| 1971      | Tartu Ülikool, arstiteaduskond, ravi eriala                                       |
| 1972-1974 | Tartu Vabariiklik Kliiniline Haigla   |
| 1974-1978 | Tervishoiuministeeriumi Arvutuskeskus   |
| 1978-     | Ekspérimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut:<br>nooremteadur, vanemteadur |
| 1988      | meditsiinikandidaat   |
| 1996-     | Eesti Vähiregistri juhataja   |

Avaldatud 50 teaduspublikatsiooni

# Kaja Gornoi



Sündinud 29. jaanuaril 1955 Viljandis

1973

Viljandi I Keskkool

1978

Tallinna Tehnikaülikool, majandusteaduskond,  
informaatika eriala

1978-1992

Eesti Arvutustehnika ja Informaatika Keskus "Algoritm"

1992-

Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut,  
juhtivinsener

Avaldatud 3 teaduspublikatsiooni

# Heidi Thomson



Sündinud 21. mail 1956 Paides

1974 Paide I Keskkool

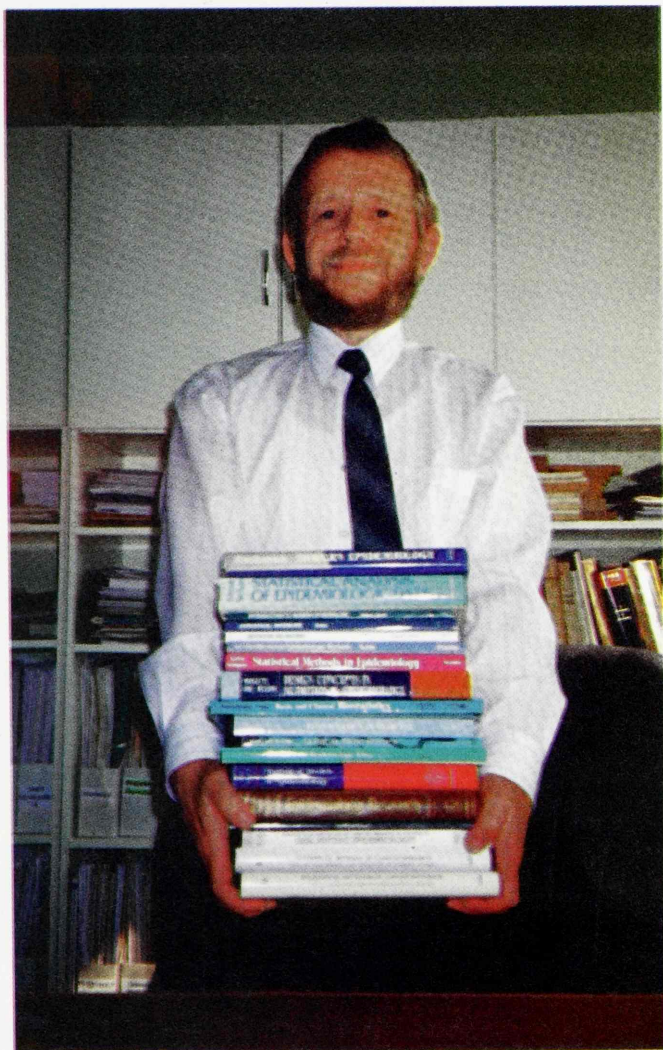
1982 Tartu Ülikool, bioloogia-geograafia teaduskond,  
meditsiinigeograafia eriala

1983-1997 Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut:  
vanemlaborant, nooremteadur, teadur

1997- Kodakondsus- ja Migratsiooniameti peaspetsialist

Avaldatud 11 teaduspublikatsiooni

# Mati Rahu



Sündinud 30. jaanuaril 1942 Tallinnas

1960 Tallinna II Keskkool

1968 Tartu Ülikool, bioloogia-geograafia teaduskond,  
meditsiinigeograafia eriala

1968- Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut: nooremteadur,  
vanemteadur, juhtivteadur,  
epidemioloogia ja biostatistika osakonna juhataja

1976 bioloogiakandidaat

1993- Tartu Ülikooli epidemioloogia ja biomeetria professor

Avaldatud 125 teaduspublikatsiooni



Mati Rahule (kollektiivi juht), Tiitu Aareile tule, Kaja Gornoile, Heidi Thomsonile -  
arstiteaduse alal töö

"Vähktöbi Eestis 1968-1992: haigestumus, levimus, elulemus ja suremus" eest

## MOODSA EPIDEMIOLOOGIA OTSINGUD

*Mati Rahu*

Kui paljudest epidemioloogia definitsioonidest algatuseks välja valida ainus – ja seda sajakonna teadlase ühistöös valminud sõnaraamatust [6] –, võime tõdeda järgmist:

**EPIDEMIOLOOGIA.** Tervisega seotud seisundite või sündmuste leviku ja mõjurite uurimine teatud rahvastikes, ning selle uurimise rakendamine juhtimaks terviseprobleeme. *Tervisega seotud seisundid* ja *sündmused* hõlmavad haigusi, surmapõhjusi, käitumist (nagu tubaka kasutamist), reageerimist profülaktikamenetlustele, ning terviseteenuste tagamist ja kasutamist. *Levik* viitab analüüsile aja, koha ja mõjutatud isikute rühmade järgi. *Mõjurid* on kõik füüsilised, bioloogilised, sotsiaalsed, kultuurilised ja käitumistegurid, mis tervist mõjutavad. *Uurimine* tähendab järelevalvet, vaatlust, hüpoteesikontrolli, analüütilist uurimistööd ja katseid. *Teatud rahvastikud* on need inimrühmad, keda saab eristada mingite iseloomulike suuruste, näiteks täpse arvu järgi. *Rakendamine juhtimaks...* näitab otsesõnu epidemioloogia eesmärki – edendada, kaitsta ja taastada tervist.

Samas, arvesse võttes, et lõviosa epidemioloogilistest uuringutest pöörab tähelepanu just haigustele, saame mõningaid mõõndusi tehes öelda lihtsamalt – *epidemioloogia käsitleb haiguste ja nende mõjurite esinemist rahvastikus*. Epidemioloogilise uuringu käigus mõõdetakse ja seostatakse haiguse esinemist inimesi ja keskkonda iseloomustavate tunnustega. Epidemioloogia põhihuvi on suunatud rahvastikurühmale, mitte üksikisikule; epidemioloogiat huvitab haiguste esinemine rahvastikus niivõrd, kui võrd see on vajalik mõjurite väljaselgitamiseks ja tundmaõppimiseks.

Et süüvida epidemioloogia tegevusvaldkonda, esitame alljärgnevalt mõned pidepunktid. Ja kõigepealt vaatame, miks kirjutise pealkirjas seisab sõnapaar *moodne epidemioloogia*.

## KLASSIKALINE EPIDEMIOLOOGIA JA MOODNE EPIDEMIOLOOGIA

Kui silmas pidada epidemioloogiat üldse, siis tema huvi keskmes on pikka aega olnud nakkushaigused. Seetõttu varasemas käsitluses tähendas epidemioloogia õpetust (teadust) taudidest – nakkushaiguse puhangutest, mida iseloomustas haiguse ulatuslik kiire ilmumine ja kiire kadumine. Ent sedamööda, kuidas tööstusmaades *epidemioloogilise ülemineku* käigus nakkushaiguste ülekaal asendus mitterakkushaiguste ülekaaluga, nihkus epidemioloogia raskuskese esmajoones vähi, vereringehaiguste ja traumade uurimisele.

Seistes silmitsi uute haigustega, hakkas epidemioloogia uuendama oma tõekspidamisi ja meetodikaarsenali. Lisaks tõvestavate mikroobide ja viiruste leviku uurimisele asuti hoopiski iselaadse probleemi kallale – selgitada töötingimuste ja elulaadi eri tahkude osa haiguste tekkes. Tuli kõrvale heita valitsenud dogma: üks haigus – üks põhjus. Haiguste ja mõjurite vahelise seose käsitlemisel pidi arvesse võtma *mitmepõhjuselisust* (üks ja sama haigus võib tekkida mitme teguri toimele) ja *mitmeefektilisust* (üks ja sama tegur võib tekitada mitu haigust); mõjurite ja nende toimimisviiside käsitlemine nõudis keerukate biostatistiliste meetodite kasutuselevõttu.

Tihti peale, et eristada nakkus- ja parasiithaigustega tegelevat valdkonda mitterakkushaiguste omast, räägitaksegi vastavalt *klassikalisest* (ehk *traditsioonilisest*) *epidemioloogiast* ja *moodsast epidemioloogiast*. Moodsa epidemioloogia erijooneks on viimase kolme aastakümne jooksul välja arendatud teooria, mis asendab varasemat *tervele mõistusele rajanenud rusikareeglite seeriat* [1] ning mis aitab plaanida, läbi viia ja tõlgendada epidemioloogilisi uuringuid tugeval biostatistilisel alusel.

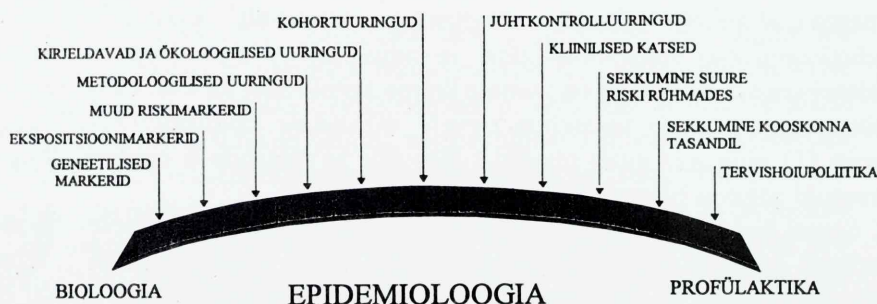
Samal ajal tuleb ometigi nentida, et paljusid moodsa epidemioloogia rüpes sündinud ideid ja võtteid rakendatakse üha enam nakkushaiguste (nt. aids, kopsutuberkuloos, B- ja C-hepatiit) uurimisel. Mõni aasta tagasi üllitati õpik *Moodne nakkushaiguste epidemioloogia* [4]. Unustada ei saa sedagi, et mitme vähkkasvaja tekkes etendavad olulist rolli viirused. Järelkult mingil tasandil moodustavad klassikaline ja moodne epidemioloogia ühtse distsipliini, millest annab tunnistust kirjutise alguses esitatud määrang. Kas taolist ühisjaotist kutsuda moodsaks epidemioloogiaks või lihtsalt epidemioloogiaks, näib sõltuvat epidemioloogilise mõtlemisviisi omaks võtmise määrast konkreetses maakera piirkonnas.

### EKSPOSITSIIONI EFEKTI MÕÖTMINE

Põhiolemuselt on epidemioloogia vaatluslik teadusharu, mille strateegia käsib *vaadelda ja võrrelda*. Niisuguse tegevuse käigus otsib epidemioloog *seost ekspositsiooni ja haiguse vahel*. (*Ekspositsioon* tähistab tegureid, millega inimesed kokku puutuvad ning mis võivad omada mingit tähendust nende tervise seisukohalt.) Teisisõnu, epidemioloog tegeleb *ekspositsiooni efekti mõõtmisega*, et välja selgitada haiguse *riskitegurid*, s.o. tegurid (tunnused), mille olemasolul haiguse esinemise tõenäosus rahvastiku(rühma)s on suurenenud. Et mitmed eks-

positsioonid (nt. vaktsiin) võivad olla hoopis kasulikud, mitte kahjulikud, saab epidemioloog samuti välja selgitada *kaitsetegurite* efekti.

Tuntakse mitut liiki epidemioloogilisi uuringuid. Ühed käsitlevad lihtsalt haiguse esinemist kalendriaastate lõikes, eri territooriumidel või ühe ja sama territooriumi erinevates rahvastikurühmades. Teiste uuringute tähelepanu keskmes asub ekspositsiooni levik; kolmandad mõeldavad ekspositsiooni ja haiguse vahelise seose tugevust; neljandad üritavad jõuda selgusele, kui suur efekt tekib kahjuliku ekspositsiooni toime nõrgendamise või kasuliku ekspositsiooni toime tugevdamise tõttu. Ja kui lõpuks paljude aeganõudvate otsingute tulemusena kinnistub veendumus, et tegemist on *põhjusliku seosega*, mille tundmine aitab parandada rahva tervist, jõuavad epidemioloogide järeldused riigi *tervishoiupoliitikasse*. Epidemioloogia paljutahulist tegevusvaldkonda võib kujutada omalaadse sillana (*joonis*), mis ühendab bioloogilisi alusuuringuid haiguste profülaktikaga. Meretaguse kolleegi [10] sõnusti *see, mida arst on pat- siendile, on epidemioloog ühiskonnale, ning seega epidemioloogia kujutab endast üht tervishoiuteaduste alust*.



*Joonis.* Epidemioloogia kui sild bioloogiliste alusuuringute ja haiguste profülaktika vahel (John Potteri [8] järgi).

Tänu molekulaarbioloogia uute meetodite rakendamisele epidemioloogias on suudetud avastada ja mõõta *biomarkereid* – struktuurseid ja talituslikke muutusi makromolekulides, rakkudes ning kudedes –, mis annavad märku asetleitud ekspositsioonist, arenevast haigusest või organismi tundlikkusest. Biomarkerite määramine täidab ekspositsiooni efekti mõõtmisel selle vaheala, mis lahutab laboratoorseid ja epidemioloogilisi uuringuid. Näiteks haiguseriski näitavate markerite abil saab ammu enne kliiniliste sümptomite ilmnemist vihje, et tõenäosus haiguse tekkeks on väga suur.

#### UURINGUKAVANDID

USA epidemioloog Alexander Langmuir tavatses öelda [3], et *epidemioloogia on lihtsalt protsess, mille käigus saadakse sobiv lugeja ja nimetaja*,

tehakse kindlaks näitaja ning tõlgendatakse seda näitajat. Viimaste kümnendite epidemioloogilise (biostatistilise, üldteadusliku) mõtte viljana on sündinud ideestik, kuidas ühes või teises olukorras jõudsalt liikuda näitajate arvutamiseni ning ühtlasi riski- või kaitsetegurite leidmiseni. Epidemioloogiliseks uuringuks vajalike võtete ja meetodite kogum – *uuringukavand* – paneb paika, kuidas andmeid koguda, neid analüüsida ja järeldusi teha. Uuringukavandi valik tuleneb töö eesmärgist ja maksumusest, andmete kättesaadavusest, andmete kvaliteedist, programmipakettide olemasolust ning paljust muust. Järgnevalt mõned näited uuringukavanditest.

*Kohortuuringu* korral jaotatakse uuritavad ekspositsiooni alusel kaheks või enamaks rühmaks – *kohordiks*. Pärast rühmitamist jälgitakse kohorte mingi ajavahemiku vältel, et mõõta neis käsitletava haiguse esinemist. Kohortide haigestumus- või suremuskordajate võrdlemise teel otsustatakse ekspositsiooni efekti üle. Moodsas epidemioloogias peetakse kohortuuringu prototüübiks *Framinghami uuringut*, mis algas USA väikelinnas 1947. aastal ja kestab tänaseni; paljud teadmised haiguste, esmajoones südamehaiguste riskitegurite kohta on saadud tänu nimetatud uuringule.

*Juhtkontrolluuringus* moodustatakse kaks rühma: *juhud* – inimesed, kellel käsitletav haigus esineb, ja *kontrollid* – kellel seda haigust ei esine. Uuringu käigus selgitatakse välja juhtude ja kontrollide varasemad ekspositsioonid; eksponeeritute osatähtsuse kõrvutamise juhtude ja kontrollide seas võimaldab otsustada, kas haigus ja ekspositsioon on omavahel seotud. Juhtkontrolluuring – suhteliselt odav ning sobiv vahend esmajoones harva esinevate haiguste riskitegurite leidmiseks – on omandanud püsiva koha epidemioloogide igapäevatöös.

*Mõjutusuuringuid* – *epidemioloogilisi katseid* – on mitut liiki. Mõjutusuuringu käigus mingis rahvastikurühmas muudetakse ekspositsiooni – vähendatakse arvatava riskiteguri või suurendatakse kaitseteguri toimet, kuid teises rühmas (kontrollrühmas) jäetakse mõjur muutmata või kasutatakse platseebot. Rühmi jälgitakse, et käsitletava haiguse esinemise järgi hinnata haiguse tekkesse sekkumise tulemust. Enne katse alustamist jaotatakse osalemiseks nõusoleku andnud inimesed rühmadeks juhukorras, et niiviisi tagada mõlema rühma ühetaolisus (tuntud ja tundmatute mõjurite esinemise seisukohalt) ja võrdne tõenäosus haigestuda. Mõjutusuuringud võetakse tihti ette rahvastikurühmades, kelle haiguserisk on suur. Mõnikord arvatakse epidemioloogiliste mõjutusuuringute hulka kliinilised katsed, milles manipuleeritakse mingi ravimiga (ravimeetodiga) ning otsitakse selle mõjuri seost haigusest paranemise või muu tulemiga.

Katsete arv epidemioloogias on väike ning enamik seoseid leitakse vaatlustega (kirjeldavad, kohort- ja juhtkontrolluuringud koos mitmete alaliikidega). Soovi korral võib vaatlustegi puhul vihjata tahtlike (nt. suitsetamine) ja tahtmatute (nt. keskkonna saastatus) "katsete" uurimisele.

## EPIDEMIOLOOGIAST EESTIS

Igihaljas määratlus, tuntud oma sõnumi poolest ilmselt paljudes valdkondades, väidab ühemõtteliselt, et *epidemioloogia on see, mida epidemioloogid teevad*. Heites põgusa pilgu näiteks ühe meeskonna – Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituudi epidemioloogia ja biostatistika osakonna – viimase aja töödele (sealhulgas ühisuuringutele teiste maade teadlastega), saame osa Eesti epidemioloogide tegevust iseloomustada alljärgneva projektide loeteluga:

- **Tšernobõli veteranide terviseseisund.** Seni Eesti kõige keerukam ja töömahukam epidemioloogiline uuring. Uusimate molekulaargeneetiliste meetodite kasutamine kiiritusdoosi rekonstrueerimiseks [2], verepanga loomine ja osavalt läbi viidud kilpnäärmesõlmede skriining [5]; ilmnes, et Tšernobõli piirkonnas tõotanud Eesti mehed said väikese kiiritusdoosi.
- **Vähahaigestumus, -suremus ja -levimus ning vähahaigete elulemus Eestis 1968–1992.** Üllitatud kogumik [9] osutab kirjeldava epidemioloogia võimalustele pikka aega tegutseva haigusregistri olemasolul. Kogumiku andmestik on suurepäraseks lähtealuseks neile, kes plaanivad epidemioloogilisi uuringuid või seisavad vähitõrjeprogrammide tegemise juures.
- **Laste leukeemia- ja lümfoomahaigestumuse ajatrend.** Otsitakse vastust, kas Tšernobõli katastroofist tingitud keskkonna radioaktiivne saastumine suurendab nende haiguste riski Euroopas.
- **Laste leukeemiahaigestumus 17 riigis.** Leukeemiaklastrite eristamine võimaldab saada täiendavat kinnitust haiguse nakkusliku päritolu kohta.
- **Haigete elulemus rinnavähi, munandivähi ja nahamelanoomi korral.** Kuidas Euroopa riikides täheldatud olulised erinevused vähahaigete elulemuses olenevad diagnoosimisest ja ravist.
- **Vähi esinemine eestlastel Rootsis ja Eestis.** Vastuseid epidemioloogia tavaküsimusele – kuidas üleminek ühest keskkonnast teise mõjutab haigestumust [7] ja elulemust.
- **Suremuse territoriaalsed erinevused ja ajatrend Eestis.** Loodud surmajuh-tude andmebaas on väärtuslik epidemioloogiline ressurss toetamaks kohortuuringute tegemist. Uurimistulemused võimaldavad püstitada tööhüpo-teeze eri surmapõhjuste leviku ja andmete kvaliteedi kohta.
- **Sapikivide ja sapipõiepolüüptide levimus Tallinnas.** Levimusuuringus selgi-tatakse välja nende haiguste esinemine soo- ja vanuse lõikes.
- **Eesti Sünniregistri andmebaasi kvaliteet.** Väga perspektiivikas register, mille tähendus tervishoius, epidemioloogias, demograafias, sotsioloogias ja geneetikas kujuneb seda märgatavamaks, mida varem õnnestub Eestis luua riiklikud andmekogustandardid.
- **Põhja-Euroopa vähiatlas.** Samajoonkaardid sagedamate vähipaikmete leviku kohta 12 riigis.
- **Inimese papilloomiviiruse levimus.** Võib-olla sillutab uuring teed emaka-kaelavähi lausskriiningu asendamiseks vaksineerimisega lähitulevikus.

Endastmõistetavalt on moodsa epidemioloogia ainestik Eestis mitmekesisem, kui esitatust nähtub. Ja üks ole tõsi seegi, et moodne epidemioloogia koos kõigi oma paradigmat, uuringukavandite loogika, biostatistilise ranguse, valiidsete tulemuste saamiseks nõutavate pingutuste ja süvaõpingutest võrsunud mõttekäikudega on meid praeguseks üksnes põgusalt riivanud. Kellel aga tekib tahtmine täpselt teada, kui suur on Eesti epidemioloogide panus maailma teadusesse, võiksid kiigata bibliograafilist andmebaasi *Medline* mõnes raamatukogus või aadressil <http://www.healthgate.com>.

Suurepärase võimaluse saada tuttavaks (moodsa) epidemioloogia labürindiga pakub <http://www.epibiostat.ucsf.edu/epidem/epidem.html>.

## KIRJANDUS

1. Ahlbom A., Norell S. 1993. Sissejuhatus moodsasse epidemioloogiasse. Tallinn: Huma.
2. Bigbee W.L., Jensen R.H., Veidebaum T., Tekkel M., Rahu M., Stengrevics A., Auvinen A., Hakulinen T., Servomaa K., Rytömaa T., Obrams G.I., Boice J.D. 1997. Biodosimetry of Chernobyl cleanup workers from Estonia and Latvia using the glycophorin A *in vivo* somatic cell mutation assay. *Radiat. Res.*, **147**, pp. 215–224.
3. Foege W.H. 1996. Alexander D. Langmuir – his impact on public health. *Am. J. Epidemiol.*, **144**, pp. S11–S15.
4. Giesecke J. 1994. Modern infectious disease epidemiology. London: Edward Arnold.
5. Inskip P.D., Hartshorne M.F., Tekkel M., Rahu M., Veidebaum T., Auvinen A., Crooks L.A., Littlefield L.G., McFee A.F., Salomaa S., Mäkinen S., Tucker J.D., Sorensen K.J., Bigbee W.L., Boice J.D. 1997. Thyroid nodularity and cancer among Chernobyl cleanup workers from Estonia. *Radiat Res.*, **147**, pp. 225–235.
6. Last J.M.(ed.). 1995. A dictionary of epidemiology. New York: Oxford University Press.
7. Nilsson B., Gustavson-Kadaka E., Rotstein S., Hakulinen T., Rahu M., Aareleid T. 1993. Cancer incidence in Estonian migrants to Sweden. *Int. J. Cancer*, **55**, pp. 190–195.
8. Richardson S., Hall N.J. (eds.). 1990. Division of Epidemiology, School of Public Health. Minneapolis: University of Minnesota.
9. Thomson H., Rahu M., Aareleid T., Gornoi K. 1996. Cancer in Estonia 1968–1992: incidence, mortality, prevalence, survival. Tallinn: Institute of Experimental and Clinical Medicine.
10. Wall S. 1995. Epidemiology for prevention. *Int. J. Epidemiol.* **24**, pp. 655–664.

# Tõnu Meidla



Sündinud 13. aprillil 1959 Tartus

1977 Tartu V Keskkool

1982 Tartu Ülikool, bioloogia-geograafia teaduskond,  
geoloogia eriala

1982-1996 Eesti TA Geoloogia Instituuti insener, nooremteadur,  
teadur, vanemteadur

1989 geoloogia-mineraloogiakandidaat

1992-1996 Eesti TA Geoloogia Instituudi ja Tartu Ülikooli geoloogia  
instituudi paleontoloogia ja stratigraafia ühisõppetooli  
koosseisu lektor

1996- dotsent, Tartu Ülikooli geoloogia instituudi juhataja

Avaldatud 33 teaduspublikatsiooni (s.h. 3 monograafiat)

Teaduspreemia geo- ja bioteaduste alal töö  
"Eesti hilisordoviitsiumi ostrakoodid" eest

## EESTI — ALAMPALEOSOIKUMI MAA

Huvi mineviku ja oma päritolu vastu näib inimesele olevat loomuomane. Sellisel ajalootunnetusel on mitu erinevat dimensiooni. Osa lähiminevikust on igaihe jaoks meist läbi põimunud sügavalt *isiklike* elementidega. Mõningane ajaline distants kristalliseerib sellest paljususest välja üldise, mis leiab väljenduse mingi *ajaloolise* perioodi iseloomustuses. Maa kui planeedi arengu jälgimine eeldab täiesti erineva, *geoloogilise* ajamõõtme tunnetamist, mis igapäevaelus jääb üldjuhul selgelt tagaplaanile.

Geokronoloogia kujunemise alguses organiseerus geoloogilise aja tunnetus ümber mõttelise telje, milleks on orgaanilise maailma evolutsioon. Tänapäeval väljendub geoloogiliste nähtuste ja protsesside periodiseerimine geokronoloogilises skaalas, mis funktsioneerib geoloogilisi ja paleontoloogilisi teadmisi integreeriva ühismõistete süsteemina. Seda süsteemi korrastavad absoluutsed dateeringud annavad geoloogilisele ajale kvantitatiivse mõõdu.

\* \* \*

Eesti geoloogiline läbilõige esitleb meile vaid üht osa vähemalt nelja ja poolt miljardit aastat haaravast geoloogilisest ajaraamatust. Eesti aluspõhja geoloogilise ehituse põhijooned on kujunenud välja vanaaegkonna algupoolel ning geoloogid nimetavad seda piirkonda tavaliselt klassikaliseks alampaleosoikumi alaks. Eesti moodustas tol ajal osa Baltika paleokontinendist, mis paiknes vanaaegkonna algul lõunapoolkera keskmistel laistel (Torsvik *et al.*, 1992). Praeguseks on suhteliselt detailselt rekonstrueeritud selle paleokontinendi "odüsseia" — triiv üle ekvaatori ning liikumine põhjapoolkera 60. laiuskraadidele, kust leiame end tänapäevasel geograafilisel kaardil. Enamuse sellest perioodist, vanaaegkonna lõpust kuni kvaternaarini, on tänapäeva Eesti ala olnud maismaaline piirkond. Ulatuslikumad settekuhjeprotsessid algasid siin taas alles kvaternaaris, mil ala oli mõjustatud mandrijäätmise arengust meie lähinaabruses.

Paleontoloogia, piirteadus geoloogia ja bioloogia kokkupuutealal, on Eestis geoloogiateaduse üks klassikaliselt viljeldud harusid. Mineviku organismid ning nende levikuseaduspärasused on meil pälvinud paljude



uurijate tähelepanu ning see võimaldab kivististes talletatud informatsiooni kasutada mitmesugustel eesmärkidel. Kuigi olemuselt tugevasti bioloogilise kallakuga, jääb paleontoloogia paratamatult geoloogiliseks teaduseks, sest "... *It is not enough to trace the histories of animal and plant lineages through time without reference to the rock in which their fossils are entombed* (... Ei piisa üksnes loomade ja taimede arenguloo jälgimisest ajas, seostamata seda kivimitega, milles esinevad nende fossiilid — Ross, 1996, lk. 3, autori tõlge).

Paleontoloogia vanimate geoloogiliste rakenduste hulka kuulub biostratigraafia, kivististe kasutamine settelise tekkega kivimkehade vanuse-suhete määramiseks. Meetod, mille pioneeriks oli inglise mäeinsener W. Smith (1769-1839), toetub põhimõtteliselt orgaanilise maailma evolutsioonile, rööbistades erinevate läbilõigete kihte neis esinevate kivististe koosseisu sarnasuse alusel ning apelleerides sarnase koosseisu kordumatusele erinevatel ajamomentidel. Kuigi tänapäeva geokronoloogia põhineb mitmete erinevate meetodite rakendamisel saadud tulemuste kombinatsioonil, on biostratigraafiline meetod vanaaegkonna setendite korrelatsioonil jäänud asendamatuks. Laboratoorsete meetodite kasutamisel tekkiva analüütilise vea kasv, mis paratamatult kaasneb määratava vanuse suurenemisega, tekitab vanaaegkonna stratigraafias paratamatult olukorra, kus klassikaline biostratigraafiline meetod ületab oma lahutusvõimelt ja täpsuselt absoluutse vanuse määramisel põhinevaid meetodeid. Seetõttu on biostratigraafiline uurimissuund kindlalt kinnistunud ka Eesti ja tema lähiümbruse geoloogilises uurimistöös.

Ordoviitsiumi ja siluri paleontoloogia on Eestis olnud traditsiooniliseks uurimissuunaks juba XIX sajandist peale. Viimaste kümnendite erijooneks on olnud tähelepanu järkjärguline koondumine mikrofossiilide uurimisele, mis on kulgenud käsikäes puurimistööde jätkuva aktiveerimisega 1950-test kuni 1990-te aastateni. Kuigi geoloogiliste puurimistööde algus käesoleva kümnendi algusest peale väga järsult langes, on Eesti suhteliselt lihtsa geoloogilise ehituse tingimustes tänaseks välja kujunenud ülitihed puuraukude võrk. Tänu viimasele on Eestist saanud omalaadne mudelpiirkond, kus on võimalik suure täpsusega rekonstrueerida kivimkehade levikupilti, jälgida nende lateraalseid muutusi ning detailselt rekonstrueerida elustiku arengut ja migratsioone. Kuna organismid reageerivad keskkonnas toimuvatele muutustele märksa tundlikumalt kui settimisprotsess (Jaanusson, 1976), on mikrokivististe uurimise kaudu võimalik toimunud täpsemalt registreerida ning täielikumalt kirjeldada. Mikrofossiilid on paleontoloogilise materjali see osa, mis sobib suure territoriaalse ulatusega biostratigraafiliste tugitasemet määramiseks ning võimaldab luua rekonstruktsioonidele piisavalt detailse biostratigraafilise karkassi. Seega on olemas kõik eeldused taotlemaks uut kvaliteeti Baltoskandia geoloogilise arenguloo rekonstrueerimisel.

Eesti ala arenguloo "troopiline periood" on jäädvustunud meie ordoviitsiumi ja siluri karbonaatkivimites rohkete jälgedena mineviku

madal mere rikkalikust elustikust. Eesti aluspõhja rikkalik fossiilimaailm on unikaalne nii oma mitmekesisuse kui väga hea säilivuse mõttes.

Vanaaegkonna algus on üks olulisemaid perioode loomariigi arengu lahtimõtestamisel. Viimase aja suundumuste hulgas võib täheldada raskuspunkti asetumist varajase elu uurimisele. Selle töö tulemuseks on olnud tunduv teadmiste avardumine bioevolutsiooni varajaste etappide kohta. Üldtuntuks saanud termin "kambriumi plahvatus" (*Cambrian explosion*) seostub evolutsioonilises plaanis skeletiga mereliste selgrootute põhi-gruppide ilmumisega. Varasemad ettekujutused kambriumile järgneva perioodi elustiku mitmekesisuse järkjärgulisest kasvust on asendunud ettekujutusega organismide põhiliste "ehitusplaanide" (*body plans*) ilmumisest paleosoikumi algul, ligikaudu 570 miljonit aastat tagasi, suhteliselt lühikese aja jooksul (Conway-Morris, 1993).

Ordoviitsiumi ajastu kujutas endast kambriumi evolutsioonilisele plahvatusel järgnevat biodiversifikatsiooni etappi. Seda ajastut iseloomustas skeletiga mereliste selgrootute mitmekesisuse ülikiire kasv, tänapäevaste hõimkondade kaasaegsete tüvede väljakujunemine ("kambriumi fauna" asendumine "paleosoilise faunaga" — Sepkoski, 1990), põhiliste mereliste elualade koloniseerimine täiesti uuetüübilise elustiku poolt. Kaasnev biogeograafilise provintsialismi süvenemine lisab keerukust selle perioodi elu arengu lahtimõtestamisele.

Ka Eesti territooriumi geoloogiline läbilõige kätkeb endas paljude tänapäeval elavate loomarühmade ning nende väljasurnud sugulasgruppide tekkimise ja kiire mitmekesistumise lugu. Kuivõrd viimastel aastatel on üha enam selgunud, et elu arengu ordoviitsiumi etapi kohta on meie käsutuses olev informatsioon selgelt ebapiisav, püstitab siit tulenev missioon konkreetseid ülesandeid ka Eesti paleontoloogide ette. Infolünga täitmine saab võimalikuks vaid ajastu bioloogilise mitmekesisuse süstemaatilise uurimise teel. Põhilisteks eesmärkideks, mille saavutamine on võimalik rahvusvahelise ühistegevuse kaudu, on bentiliste ja pelaagiliste organismide ajalise ja ruumilise leviku dokumenteerimine, erinevate regioonide andmete võrdlev analüüs, olulisimate biosündmuste väljaselgitamine ning nende seostamine standardsete globaalsete biotsonaalsete skeemidega (Webby *et al.*, 1996). Baltoskandia piirkonnas töötavatel spetsialistidel on selles tegevuses täita oluline roll siinse materjali ja teabe integreerimisel ordoviitsiumi põhiliste biosündmuste rekonstruktsioonis. Meie uurijate panuseks nende ülesannete lahendamisse saab eelkõige olla meie aluspõhja rikkaliku ja hästisäilinud kivististemaailma vahendamine monograafilist tüüpi uurimustena organismigruppide koosseisu ja arengu kohta ning organismide levikuseaduspärasuste analüüs — Baltoskandia paleobasseini elustiku leviku ja arengudünaamika dokumenteerimine. Maailma paleontoloogilise üldsuse sellesuunalisi taotlusi väljendab ettepanek püstitada

ülalpool esitatud ülesanded uue rahvusvahelise korrelatsiooniprojektina UNESCO ja Rahvusvahelise Geoloogiateaduste Liidu (IUGS) egiidi all (*Temporal and spatial patterns of Ordovician biodiversity: implications for global correlation and resource* — Webby *et al.*, 1996).

Stratifitseeritud kivimikompleksi ehituse ja fauna dünaamika kirjeldamise kaudu kujuneva paleobasseini ajalis-ruumilise mudeli loomisel on abiks teatav analoogia tänapäevaste mereliste basseinidega. Mudelis ilmnevad seosed võimaldavad meie uurijail lülituda geoloogilise mineviku globaalsete sündmuste ja protsesside uurimisse, rekonstrueerida kliimamuutusi ja elustiku arengut. Ehkki sellise käsitluse produkt kuulub eelkõige baasuuringute valda, avardades meie loodusteaduslikku tunnetust, luuakse nende uuringute käigus ka heal tasemel taustsüsteem kõige erinevamate, sealhulgas ka väga praktilist laadi geoloogiliste probleemide lahendamiseks.

Olulised muutused on viimaste aastate vältel toimunud paleokeskkonna parameetrite analüüsi meetodikas. Varasemas praktikas on paleokeskkonna analüüsi paleontoloogiline osa lähtunud valdavalt fossiilsete koosluste struktuurist ja koosseisust. Kvalitatiivselt uuele tasemele on sellel alal jõutud paleotemperatuuride ja bioproduktiooni intensiivsuse muutuste jälgimisega stabiilsete hapniku- ja süsinikuisotoopide suhtelise sisalduse muutuste alusel biogeense tekkega karbonaatsetes mineraalides. Eesti aluspõhja karbonaatkivimites esinevad kivistised on suurest vanusest hoolimata osutunud isotoopanalüüsiks sobiva, sekundaarselt muutumata biogeense lubiainese allikateks. Eesti ordoviitsiumi noorimate kihtide karbonaatse skeletiga fossiilide isotoopkoosseisu uurimisel on registreeritud jälgi globaalse ulatusega jahenemisest (Brenchley *et al.*, 1996), mis hiljutises geoloogilises minevikus aset leidnud kliima jahenemisega ja mandrijäätmisega võrreldes paistab silma oma lühiajalisusega (Brenchley *et al.*, 1994; Kump *et al.*, 1996). Järk-järgult on selgumas ka mitmete teiste Baltoskandia paleobasseini arengus jälgitavate biosündmuste seosed globaalsete protsessidega (Kaljo *et al.*, 1996; Ainsaar *et al.*, 1996).

Stratigraafia uute arenduste hulgas kerkib esile geokronoloogilise skaala põhiühikute ümberdefineerimine senistest erinevatel printsiipidel. Senises stratigraafias on laialdaselt rakendatud intervall-stratotüüpide kontseptsiooni, mis detailse biostratigraafia olemasolu tingimustes ei ole enam uurijate vajadusi täielikult rahuldav. Senise praktika asemele on globaalsetes ajaskaalades järk-järgult astumas piiristatotüüpide kaudu defineeritud ühikud (Harland and Armstrong, 1990), ning mitmetel stratigraafilistel tasemetel (näiteks siluri ja devoni rahvusvahelises liigestuses) on need printsiibid juba realiseeritud. Samas on selgunud, et uuritus on kohati alles ebapiisav selle ülesande edukaks lahendamiseks. Sellest ilmneb kasvav vajadus detailse paleontoloogilis-stratigraafilise uurimistöö järele, mis peaks

haarama võimalikult erinevaid piirkondi. Eesti paleontoloogia on olnud tugevasti stratigraafilise orientatsiooniga läbi aastakümnete ja siin töötavad spetsialistid on andnud märkimisväärse panuse alampaleosoikumi stratigraafia arendamisse. Olemasolev baas lubab siinsetel spetsialistidel kaasa rääkida ka uue globaalse stratigraafilise liigestuse standardiseerimisel.

\* \* \*

Paleontoloogia areng kujutab endast globaalset protsessi, milles uue kvaliteedi saavutamine põhineb suures osas regionaalsete uurimiste käigus talletatud empiirilise andmestiku süstematiseerimisel. Üksiku uurija või uurimisgrupi tulemuste tegelik väärtustumine saab selles süsteemis võimalikuks alles tulemuste integreerimisel ning enamikul juhtudest toimub uute teoreetiliste seisukohtade formeerumine integreeritud terviku baasil. Eesti paleontoloogide missioon on määratud selle piirkonna geoloogilise ehituse unikaalsusega ning seab uurijate ette kohustuse olla toetuspunktiks planeedi arenguloo lahtimõtestamisele ning teoreetilise mõtte arengule.

## KIRJANDUS

1. Ainsaar L., Kirsimäe K., Meidla, T. 1996. Regression in Caradoc: evidences from south-western Estonia (Ristiküla core). In: Stouge S. (ed.). WOGOGOB-94 Symposium. Working Group of Ordovician Geology of Baltoscandia, Bornholm - 94. Geological Survey of Denmark and Greenland Report 98, pp. 5-12.
2. Brenchley P.J., Marshall J.D., Carden G.A.F., Robertson D.B.R., Long D.G.F., Meidla T., Hints L., Anderson T.F. 1994. Bathymetric and isotopic evidence for a short-lived Late Ordovician glaciation in a greenhouse period. *Geology*, **22**, 295-298.
3. Brenchley P.J., Hints L., Marshall J., Martma T., Meidla T., Nõlvak J., Oraspõld A. 1996. Isotopic data and biostratigraphy — an Ordovician case study. In: Meidla T., Puura I., Nemliher J., Raukas A., Saarse L. (eds). The Third Baltic Stratigraphical Conference. Abstracts. Field Guide. Tartu, pp. 20-21.
4. Conway-Morris S. 1993. The fossil record and early evolution of the Metazoa. *Nature*, **361**, pp. 219-225.
5. Harland W.B., Armstrong R.L. 1990. A geological time scale. Cambridge, Cambridge University Press, 253 p.
6. Jaanusson V. 1976. Faunal dynamics in the Middle Ordovician (Viruan) of Balto-Scandia. In: Basset M.G. (ed.). The Ordovician System.

Proceedings of a Palaeontological Association Symposium, Univ. of Wales Press, pp. 301-326.

7. Kaljo D., Kiipli T., Martma T. 1996. Carbon isotope event stratigraphy of the East Baltic Silurian. In: Meidla T., Puura I., Nemliher J., Raukas A., Saarse L. (eds). The Third Baltic Stratigraphical Conference. Abstracts. Field Guide. Tartu, 1996, pp. 31-32.

8. Kump L.R., Gibbs M.T., Arthur M.A., Patzkowsky M.E., Sheehan P.M. 1996. Hirnantian glaciation and the carbon cycle. In: Cooper J.D., Droser M.L., Finney S.C. (eds). Ordovician Odyssey: short papers for the Seventh International Symposium on the Ordovician System, Las Vegas, Nevada, USA, June 1995, pp. 299-302.

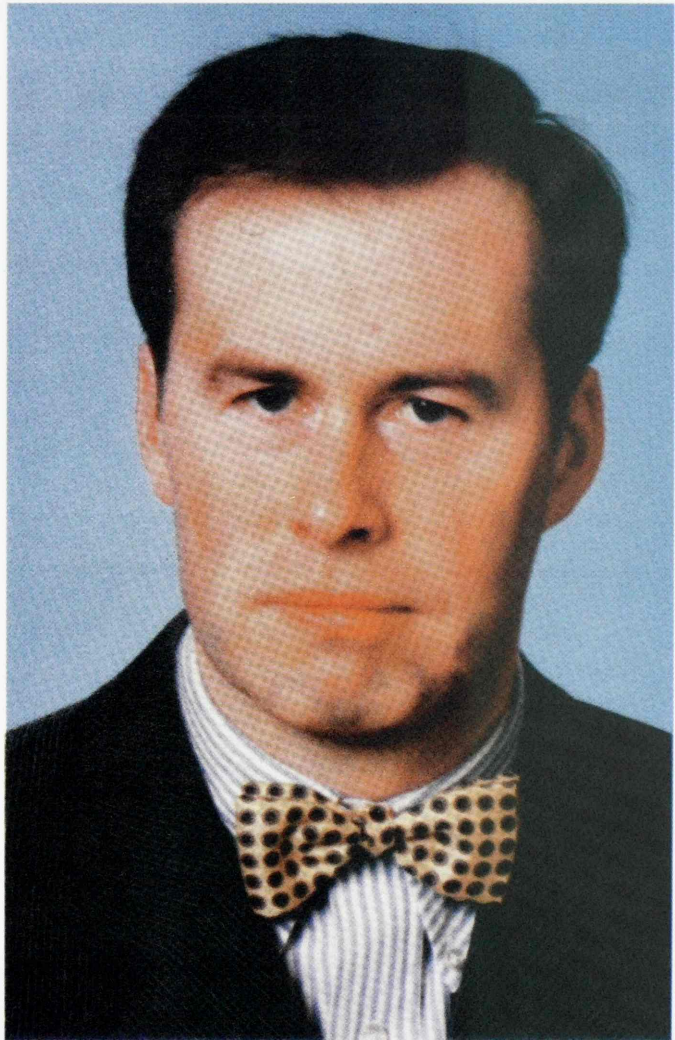
9. Ross R.J.R. 1996. The new world, glass slippers, and red tape. In: Cooper J.D., Droser M.L., Finney S.C. (eds). Ordovician Odyssey: short papers for the Seventh International Symposium on the Ordovician System, Las Vegas, Nevada, USA, June 1995, pp. 1-4.

10. Sepkoski J. 1990. Evolutionary faunas. In: Briggs D.E.G., Crowther P.R. Palaeobiology: a synthesis. Blackwell Scientific Publications, Oxford-London-Edinburgh-Boston-Melbourne, pp. 37-41.

11. Torsvik T.H., Smethurst M.A., van der Voo R., Trench A., Abrahamsen N., Haliorsen E. 1992. Baltica. A synopsis of Vendian-Permian palaeomagnetic data and their palaeotectonic implications. Earth Science Reviews, **33**, pp. 133-152.

12. Webby B.D., Droser M.L., Paris F. 1996. IGCP title: Temporal and spatial pattern of Ordovician biodiversity: implications for global correlation and resources. Ordovician News, **13**, pp. 9-14.

# Urmas Kõljalg



Sündinud 24. veebruaril 1961 Paides

1979 Paide III Keskkool

1988 Tartu Ülikool, bioloogia-geograafia teaduskond,  
bioloogia eriala

1988- Eesti TA Zooloogia ja Botaanika Instituut: vanemlaborant,  
teadur

1992-1996 Tartu Ülikooli ja Helsingi Ülikooli doktorant

1996 filosoofiadoktor

Stažeerimine: Göteborgi Ülikool, Helsingi Ülikool

Avaldatud 8 teaduspublikatsiooni (s.h. üks monograafia)

Geo- ja bioteaduste alal töö "Seeneperekond *Tomentella* ja suguluses olevad perekonnad parasvöötmelises Euraasias" eest

## SEENEPEREKONNA TOMENTELLA UURIMISEST

### TOMENTELLA JA TEISED ELUSORGANISMID

Eluslooduse ajaloolise arengu tulemusena leidub seeneriigi esindajaid praktiliselt kõikjal ja kõikvõimalikes vormides. Üha kiirenevas tempos kirjeldatakse teadusele uusi seeneliike elusate taimede kudedest, imetajate seedetraktist, putukatelt, mullast, veest jm. Rahvusvahelise Mükoloogia Instituudi (Inglismaa) andmetel on käesolevaks ajaks leitud ligikaudu 74 000 seeneliiki. Kaudsete andmete põhjal arvatakse aga seeneliikide koguarvuks 1,5 miljonit. Seega on teaduse poolt kirjeldatud kõigest 5% tänapäeval eksisteerivatest seeneliikidest. Võrdluseks mainigem, et kõrgemate taimede ennustatavast koguarvust (270 000) on kirjeldatud ligikaudu 81% ehk 220 000 taimeliiki. Eluslooduses ületavad seeni nii liigirohkuselt kui ka uurimatuselt ainult putukad.

Just väheuuritus on üks oluline põhjus, miks seened on siiani võimelised pakkuma palju avastamisrõõme eluslooduse klassifitseerijatele, evolutsiooniuurijatele, ökoloogidele, geneetikutele jt. Kummatigi kujuneb algaja teadlase uurimisvaldkonna valik paljude juhuslike ja mittejuhuslike faktorite koostmõju tulemusena, kus faktoril "avastuse võimalikkus" võib olla vägagi tagasihoidlik osa. Et viimast situatsiooni võimalust mööda vältida, on inimkonna ajaloos juba tuhandeid aastaid kasutusel õpetaja institutsioon, mida ülikoolides tähistavad ka terminid "juhendaja" ja "akadeemiline isa". Asjaolude kokkulangemise tõttu oli siinkirjutajal õnn saada endale Õpetaja, kes näitas talle kätte õige rajaotsa ning jättis edasises liikumises suure vabaduse. Tol hetkel (1985) ei olnud maailmas teadlast, kes oleks uurinud seeni üldnimetusega tomentellad. Selleks ajaks oli kirjeldatud sadakond perekonda *Tomentella* kuuluvat liiki, mis kasvasid kõikjal põhja- ja lõunapoolkera parasvöötme metsades, aga vähemal määral ka troopilistel aladel. Nende seente kuni mõne millimeetri paksused, mõneti hallitusseeni meenutavad viljakehad moodustuvad mahalangenud surnud puidu alaküljel, kõdukihis, taimede juurtel jne. Seen ise, s.t. seenehüüfistik elab ja toitub aga mulla ülemistes horisontides. *Tomentella* uurimisega ei tahetud tegelda peamiselt kahel põhjusel. Esiteks on need seened väga varieeruvad, mis teeb nende klassifitseerimise keeruliseks ja teiseks ei olnud tolle hetkeni suudetud

ühtegi *Tomentella* liiki puhaskultuuri kasvama panna, mistõttu neid ei saanud laboratoorses katsetes kasutada. Puhaskultuuris kasvatamise ebaedu tõttu peeti juba siis võimalikuks, et vähemalt mingi osa oma elust on need seened vastastikku kasulikes suhetes taimedega, moodustades taimejuurtega kooselulisi vorme, mida nimetatakse mükoriisaks. Mükoriisa korral tekivad taimejuure- ja seenerakkude ühisstruktuurid, mille kaudu toimub orgaanilise süsiniku transport taimest seenorganismi ja vee ning mineraalainete transport seenest taime. Selline kohastumus võimaldab taimedel reeglina märgatavalt paremini hankida eluks vajalikke toitaineid - mikroskoopilise seenehüüfi kontakt mullaosakestega on efektiivsem ja seenehüüfistik levib tavaliselt suuremal alal kui taime juurestik. Seen kui mittefotosünteesiv organism saab aga taimelt eluks hädavalikke orgaanilisi ühendeid.

Selleks, et uurida mingi seenerühma või mistahes teise elusorganismide rühmituse toimimist looduses, peab olema võimalik neid identifitseerida. Korrekse identifitseerimise aluseks on aga vastava rühma korrastatud klassifikatsioon, kus antakse ka liikide kirjeldused kõigi võimalike tunnuste osas. *Tomentella* puhul tuligi kõigepealt ette võtta klassifikatsiooni korrastamine, mis on reeglina palju aega nõudev rutiinne töö. Lisaks kogu maailmast Tartusse Zoologia ja Botaanika Instituuti (ZBI), hiljem ka Helsingi Ülikooli Ökoloogia ja Süstemaatika Osakonda tellitud materjalile tuli autoril endal materjali hankida paljudel teaduslikel ekspeditsioonidel Venemaa Kaug-Itta, Uuralitesse, Kaukaasiasse, Tansaaniasse, Skandinaaviasse ja Baltimaadesse. Selle töö ühe lõpptulemusena ilmus 1996. a. algul Norra kirjastuse Fungiflora väljaandel tomentellade korrastatud süsteem, mis peab võimaldama määrata kõiki (60) teaduse poolt kirjeldatud ja autori poolt tunnustatud tomentellade liike. Lisaks määramistabelitele on selles monograafias antud enamiku liikide täpsed kirjeldused koos jooniste ja skaneeriva elektronmikroskoopia fotodega. Üheks oluliseks muutuseks tomentellade klassifitseerimisel oli ligi 40 kirjeldatud liigi mittetunnustamine, kuna autori hinnangul kuuluvad nad juba varem kirjeldatud liikide hulka. Suuliste andmete põhjal on see monograafia saanud mitme taimede ja seente vahelisi suhteid uuriva töörühma (California Ülikoolis, Uppsala Ülikoolis jm.) oluliseks töövahendiks.

#### *TOMENTELLA* JA TAIMEDE ELU MAAL

Viimastel aastatel on teadlaste huvi tomentellade vastu oluliselt kasvanud. Ilmselt oli üheks selle põhjuseks ka autori Inglismaal 1992. a. ilmunud artikkel esimesest teadaolevast *Tomentella* liigist, mis õnnestus puhaskultuuri viia. Artiklis näidatakse, kuidas Tartus ZBI-s õnnestus steriilsetes tingimustes hariliku männi elusate juurte kaasabil idandada ühe *Tomentella* liigi eoseid ja nendest arenenud seenehüüfistiku abil sünteesida männi juurtel mükoriisa. Teiseks oluliseks põhjuseks on üha süvenev teadmine, et väga suur osa seeni on vastastikku kasulike suhetega seotud



paljude erinevate organismirühmadega ja et sellised seosed mängivad looduse üldistes protsessides ja eriti mullas väga olulist rolli. Täna sel päeval on juba üpris head paleontoloogilised andmed selle kohta, et taimede tulek veest maismaale sai tõenäoliselt teoks tänu seente ja maismaataimede eellaste mükoriisataoliste suhetele. Seda, kui oluline on mükoriisa taimede elus ka tänapäeval, näitab see, et üle 80% uuritud taimedest moodustab mükoriisat, kusjuures on olemas taimerühmad, kes ei suudagi ilma seene abita toime tulla. Heaks näiteks on siin orhideed, kes vajavad seent vähemalt seemne idanemise faasis, ja kogu elu vältel ilma klorofüllita, s.t. mittefotosünteesivad liigid. California Ülikooli Berkeley's asuv mükoloogide tööruhm eraldas hiljuti (seniavaldamata andmed) kahe orhidee liigi juurtest ühe *Tomentella* liigi, mis moodustab ka lähedalasuvate puudega mükoriisat. Kuna eelpoolmainitud orhideeliigid ei ole ise võimelised fotosünteesima, siis tõenäoliselt saavad nad eluks vajalikud orgaanilised ühendid *Tomentella* liigi vahendusel kõrvalolevatelt taimedelt. Selline side mittefotosünteesiva ja fotosünteesiva taime vahel ning orgaaniliste ühendite liikumine seene vahendusel ühelt taimelt teisele on kindlaks tehtud meilgi okasmetsades kasvava seenlille ja kuuskede vahel. Andmed *Tomentella* liikidest kui selliste ühenduste vahendajatest vajavad aga tõestamist, nagu ka *Tomentella* liikide tegelik levik ja tähtsus mükoriisamoodustajatena. Uppsala Ülikooli teadlaste mitteavaldatud andmed näitavad, et okasmetsades võivad *Tomentella* liigid olla isegi ühed olulisemad okaspuude mükoriisamoodustajad. Samas on *Tomentella* liikide viljakehad vähemärgatavad ja raskesti leitavad, mistõttu mükoriisaseene kindlakstegemisel taimejuurtest tuleb appi võtta molekulaarbioloogia meetodid.

#### TOMENTELLA JA MOLEKULAARBIOLOOGIA

Molekulaarbioloogia meetodite kiire areng ja kättesaadavus on viimaste aastate jooksul elusorganismide süstematiseerimisel, fülogeneesi uuringutes, ökoloogias jm. põhjutanud tõelise revolutsiooni. Nii näiteks peetakse tänapäeval molekulaarsete tunnuste kasutamist elusorganismide ajaloolise arengu, fülogeneesi uurimisel normiks. Tänu molekulaarsete tunnuste kasutamisele leidis kinnitust hüpotees, et seentel ja loomadel on ühine eellane, mitte aga taimedel ja seentel eraldi võetuna. Molekulaarbioloogia meetodite kasutamine on möödapääsmatu ka mükoriisauuringute puhul - seente kiireks ja usaldusväärseks identifitseerimiseks taimejuure kudedest. Paraku ei pääse siingi mööda määrajatest, mis põhinevad liikide molekulaarsetel tunnustel. *Tomentellade* puhul on sellise määraja koostamine suhteliselt lihtne - vastloodud morfoloogilistel ja anatoomilistel tunnustel põhinev süsteem on hea alus molekulaarsete tunnustega täiendamiseks. Seente, nagu ka paljude teiste organismirühmade puhul kasutatakse molekulaarsete tunnustena kõige sagedamini DNA lõiku, mis sisaldab ribosomaalset DNA-d kodeerivaid genee ja nendevahelisi mittekodeerivaid regioone. Piltlikult

öeldes on DNA üles ehitatud erinevatest "telliskividest", mida nimetatakse nukleotiidideks ning põhimõtteliselt saab ühte nukleotiidi vaadelda ühe tunnuseks. Kui me teame erinevate liikide teatud kindla DNA lõigu nukleotiidset järjestust, on meil nende liikide iseloomustamiseks-võrdlemiseks sama palju tunnuseid kui on nukleotiide selles DNA lõigus. Tomentellade molekulaarsete tunnuste andmebaas sisaldab hetkel 16 erineva liigi ribosomaalset DNA-d kodeerivate geenide osalist, 1374 nukleotiidi pikkust DNA lõiku. Paraku ei tähenda see koheselt 1374 tunnust, mille abil saaks *Tomentella* liike või ka sama liigi erinevaid organisme üksteisest eraldada. Reeglina osutub analüüsi tulemusena enamus saadud tunnuseist mitteinformatiivseteks. Nii osutusid ka tomentellade puhul informatiivseteks vähem kui 200 tunnust. Samas on neid täiesti piisavalt selleks, et nii liike kui ka erinevaid organisme üksteisest eristada. Seega võimaldab juba olemasoleva andmebaasi võrdlemine taimejuurtest eraldatud seene DNA-ga otsustada, millise *Tomentella* liigiga võib olla tegemist ja vähemalt ühel juhul on see juba õnnestunud. Tomentellade nukleotiidsed järjestused on saadud koostöös Göteborgi Ülikooli mükoloogide tööruhaga, kusjuures vanim herbaareksemplar (kuivatatud seene viljakeha), millest õnnestus DNA eraldada, oli seitsme aasta vanune siinkirjutaja poolt Kaug-Idast korjatud *Tomentella*. Kindlasti ei ole see veel mingi vanuseline piir. See näitab, kuivõrd oluliseks on osutunud korrektselt koostatud ja hooldatud botaanilised, zooloogilised, mükoloogilised jne. kogud. Tomentellade ja mitmete teiste seenerühmade osas on ZBI-s ilmselt maailma ühed parimad kogud ja tänu nende olemasolule on loodetavasti paari aasta pärast olemas enamuse *Tomentella* liikide molekulaarsete tunnuste andmepank. Paralleelselt selle andmepanga koostamisega saab hakata otsima vastuseid küsimustele *Tomentella* liikide levikust ja tähtsusest mükoriisamoodustajatena.

# Wolfgang Drechsler



- Sündinud 6. juunil 1963 Marburgis (Saksamaa)
- 1982 Marburgi Philippinum Gümnaasium (Saksamaa), abituur
- 1985 Bridgewater Kolledž Virginias (USA), bakalaureus
- 1986 Virginia Ülikool (USA), magister
- 1988 Marburgi Ülikool (Saksamaa), filosoofiadoktor
- 1989 Saksamaa Avaliku Halduse Kõrgkool, diplom
- 1989-1990 Ameerika Ühendriikide Kongress, legislatiivne analüütik, vanem legislatiivne analüütik
- 1990-1991 Saksamaa Teadusnõukogu, komisjonide täitevsekretär
- 1991-1993 Giesseni Ülikool, politoloogia lektor
- 1993- Tartu Ülikool: külalisprofessor ja alaline külalisprofessor politoloogias, avaliku halduse erakorraline ja korraline professor

Avaldatud üle 50 teaduspublikatsiooni

Teaduspreemia sotsiaalteaduste alal töö "Johann Ulrich von Cramer ja demonstreeriv meetod õigusteaduses" eest

## JOHANN ULRICH V. CRAMER JA TEMA OPUSCULA

### I

Johann Ulrich v. Crameri (1706 - 1772) *Opuscula* toimetamine ning sellele eessõna kirjutamine on teaduslik töö, mille eest mulle omistati Eesti Vabariigi 1997. aasta teaduspreemia sotsiaalteadustes. Tegemist on viies köites sisalduvate 18. sajandi õiguslaste esseede ja artiklite uuesti avaldamisega:

**Kd. I, 1742:** D. Joh. Ulrici Crameri, / Potentiss. Suecor. Reg. Hass. Landgr. Consil. Aul. Prof. Jur. Ord. / OPUSCULA, / materias gravissimas / ex omni jure / demonstrativa ratione / pertractatas / continentia, / antea seorsim edita, / jam vero ob raritatem et desiderium / virorum doctissimorum / collecta. / Tom. I. / Marburgi Cattorum, / Apud Philippum Casimirum Mullerum, / MDCCXLII.

**Kd. II, 1754:** Ioh. Ulrici L.B. de Cramer / Camerae Imperialis Assessoris / OPUSCULA / diversas materias / ex omni iure / tractantia / antea seorsim edita nunc vero in / unum collecta et quibusdam opusculis / quae nondum prodierant aucta. / Tomus II. / Marburgi Cattorum / apud Philippum Casimirum Müllerum / MDCCCLIII.

**Kd. III, 1755:** Ioh. Ulrici L.B. de Cramer / Camerae Imperialis Assessoris / OPUSCULORUM / plurimis accessionibus, / variisque interspersis / observationibus, / nec non / relationibus, ac votis cameralibus / selectissimis, / ad illustrandam praxin Imperii, / in causis illustribus usitatam, / locupletatorum. / Tomus III. / Marburgi / in officina libraria Mülleriana / MDCCCLV.

**Kd. IV, 1756:** Ioh. Ulrici L.B. de Cramer / Camerae Imperialis Assessoris / OPUSCULORUM / plurimis accessionibus, / variisque interspersis / observationibus, / nec non / relationibus, ac votis cameralibus / selectissimis, / ad illustrandam praxin Imperii, / in causis illustribus usitatam, / locupletatorum. / Tomus IIII. / Cum indice in quatuor tomos. / Marburgi / in officina libraria Mülleriana / MDCCCLVI.

**Lisakõide, 1767:** Joannis Ulrici L.B. de Cramer, / Camerae Imperialis Assessoris/ Supplementum / OPUSCULORUM / Suorum / materias gravissimas, / ex / omni jure demonstrativa ratione / pertractatas continentium / illis et caeteris suis scriptis / ex causis personarum illustrium / in / Supremis Imperii Tribunalibus / disceptatis, / lucem quam maxime affundens. / Una cum indice contentorum / nec non / indice reali et verbali / locupletissimo. / Ulmae, Francofurti & Lipsiae, / Impensis Joannis Conradi Wohleri, / MDCCLXVII.

See väljaanne ilmus 1996. aastal kui Christian Wolff, *Gesammelte Werke*, III. Abteilung, Band 34, Teile 1 bis 5, avaldatuna Georg Olms Verlagi poolt (Hildesheim - Zürich - New York). Nimetatud Wolffi kogutud teoste väljaanne, millega alustati 1962. aastal (seega siis aasta enne, kui mina sündisin), on üks suurejoonelisemaid ettevõtmisi sellel alal Saksamaal. Selle väljaande III seerias, "Materjalid ja dokumendid", on avaldatud töid nii Wolffi sõprade, õpilaste kui ka vaenlaste poolt. Ning ka *Opuscula* kuulub sellesse seeriasse.

## II

Praegu elame me ajastul, kus pärast (kui iganes mõjuvõimsa) postmodernistliku väljakutse hääbumist on tekkimas neomodernne paradigma ning valgustus – kui tänapäeva modernismi algupärane alus – on jälle kord kerkimas teadusliku tähelepanu keskpunkti. (Vt. Drechsler ilmumas a) Käesolev ei ole sobiv koht, kus tuua välja võimalikud vastuargumendid valgustusideede, peaks piisama sellest, et minu erialas, sotsiaalteadustes, on mitmeid fundamentaalseid probleeme valgustuse lähtepunktidega ning mitmed kõige problemaatilisemad metodoloogilised fenomenid nii sotsiaalteadustes kui ka selle naaberdistsipliinides saavad oma alguse just valgustusajastul. Samuti ei ole ma ka maailmavaateliselt alati just valgustuse sõber (kuigi maailmavaatelisi lähtepunkte on ju võimatu nii kaitsta kui ka kritiseerida, on nad elulise tähtsusega igasuguse teadustöö jaoks), mõistan ma suurepäraselt seda lakkamatut hoiatust, et *el sueño de la razón produce monstruos*. (Goya 1799)

Ma olen üritanud uurida valgustusideid või ka siis nende lähtepunkte esmalt oma essees Salemi nõiajahi protsessidega seoses, mis on omalaadne näide (ja ka edukas näide) ortodokssuse võitlusest valgustuse vastu. (Drechsler 1994). Juba siin huvitusin ma eriti valgustuse õigusalastest ideedest ja oli ju õigusteadus ka minu doktorikraadi kõrvalerialaks.

Ja ehkki ma olen korduvalt toonitanud valgustusele rajaneva mõtlemise probleeme, eriti seoses tänapäeva sotsiaalteadustega (vt. Drechsler ilmumas f, Drechsler ilmumas c, Drechsler ilmumas b, Drechsler 1996d, Drechsler 1996b, Drechsler 1996 a, Drechsler 1995, Drechsler ja Kattel 1994), on mul siiski tekkinud eriline huvi ühe valgustuse (ja selle riigi- ja õigusteooriate) võtmefiguuri suhtes, kelleks on Christian Wolff (Vt. Drechsler 1997b, Drechsler ilmumas e; üldisemalt Drechsler 1997a).

Christian Wolff (1679-1754) oli kahtlemata kõige silmapaistvam saksa filosoof Leibnizi ja Kanti vahelisel ajastul, kuid tavaliselt hinnatakse teda, ehkki mitte alati täiesti õigustatult, madalamalt kui neid kahte filosoofi. Tema peamiseks filosoofiliseks saavutuseks oli täielik *œuvre*, milles käsitleti enam-vähem kõiki tema ajastu teaduslikke alasid, lähtudes demonstriivdeduktiivsest, matemaatilisest meetodist, mis esindab valgustuse ratsionalismi tippu Saksamaal.

Wolff ise ei olnud jurist, ehkki tema viimane professor oli just õigusteaduses (mille suunitlus on küll veidi teistsugune kui tänapäeval). Pigem rakendati tema töid õigusajal tema õpilase Johann Ulrich v. Crameri poolt, kes arendas õigusteaduses demonstriiv-matemaatilist meetodit. See areng toimub ja on täielikult dokumenteeritud *Opuscula*'s. Kuid *Opuscula* ei ole tähtsad mitte ainult wolffilikus kontekstis, vaid ka õigusajalooliselt kui 18. sajandi keskpaiga ühe saksa juhtivaima ja uuendustealdima juristi teoreetilisel tähtsaim töö.

### III

Minu teaduslik panus *Opuscula* toimetamisel lasub peamiselt "Sissejuhatuses" esimeses köites, lk.-d vii-liv. (Lühendatud ja laiemale lugejaskonnale suunatud eestikeelne versioon Marju Lutsu tõlkes on Drechsler 1996c; käesoleva artikli mõned lõigud on sealt võetud.) Siin olen ma kõigepealt püüdnud skitseerida Crameri elugu ja seejärel *Opuscula* olulisemad esseed ära jaotada ning konteksti asetada, ilma et oleks tehtud ära see töö, mida see väljaanne alles võimaldama või vähemalt kergendama peaks.

See oli omamoodi väljakutse, sest Schneidtiga tuleb nõustuda, kui ta ütleb: "See, mis ainsana võib näida puuduvana, on nende mitmekesiste ja seotute kogumike korrastatus." (1768, lk.4) Tõepoolest on tegemist küll teatavate kooslustega, kuid siiski ei saa rääkida mingisuguselgi moel süstematiseeritud korrast. Üks essee järgneb teisele ja nende vahel ei pruugi olla üleüldse mingisugust seost ning märkused selle kohta, kust üks või teine essee on võetud või millisel eesmärgil see kirjutatud on, puuduvad tavaliselt täiesti.

*Opuscula* on just tervikuna huvitav. Kuid selleks, et muuta neid ligipääsetavamateks, moodustasin ma järgnevalt mõningad süstemaatilised ajaloolised grupid:

- (A) Demonstreeriv õigusteadus ja wolffilik filosoofia
  - (a) Demonstreeriv õigusteadus
    - (1) Wolff
    - (2) Cramer
      - ( $\alpha$ ) Teoreetiliselt (i-iii)
      - ( $\beta$ ) Rakendatult (i-iii)
  - (b) Wolffilik filosoofia (i-ii)
- (B) Pärandusõigus: Cramer vs. Senckenberg (i-vi)

- (C) Muud õigusala
- (a) Kirikuõigus
- (b) Avalik ja riigiõigus
- (c) Kohtukorraldusõigus
- (d) Õigushermeneutika

Seejuures üritasin ma neid töid konteksti asetada ning eriti just tolleaegseid algatusi ja reaktsioone ära tuua ja Crameri töödega seostada. See oli ka antud töö juures kõige raskem ja aeganõudvaim osa ning ka kõige rohkem uurimusliku teadustööga seotud, mis on ju aga klassikaline teadustöö: leida väga vähestele viidetele toetudes originaalväljaanded, nende algne kontekst, need tööd, mille vastu nad suunatud olid, tuua välja need poliitilised diskussioonid, mis olid nende esseede tagapõhjaks, teha kindlaks anonüümselt avaldatud tööde autorlus ja nii edasi. Ja ma loodan, et tulemus tõepoolest muudab *Opuscula* rohkem ligipääsetavaks.

#### IV

Mis siis on, ja see olgu siinkohal kõige lühidamalt ära toodud, demonstreeriv meetod? 1739. aastal ilmunud *Grosses Universal-Lexicon* ütleb, et see on

õpetuse viis, mille käigus kõik esitatakse nii, et lugeja veendub täielikult loetu tõesuses. Et aga kedagi pole võimalik veenda mingis tões teisiti, kui et 1) talle on kõik arusaamatud sõnad õigesti selgitatud, 2) tõesed ja nende alused on kohaselt põhjendatud ja 3) piisavalt on tõendatud aluste ning neist tulenevate tõesed kokku kuulumus; siis on iseenesest mõistetav, et demonstreeriv õpetuse viis nõuab peamiselt kolme asja: 1) et kõik selgitamist vajavad sõnad oleksid täielikult ära seletatud, 2) et kõik väited oleksid tuletatud nende esmastest alustest süllogistlike reeglite kohaselt, ja 3) et selgitus oleks korraldatud nõnda, nagu üks inimene seletab asja teisele ning väitedki esitatud nõnda, nagu üks neid teisele tõestaks. (Lõik 1294)

Crameri ja tema *Opuscula* tähtsuses filosoofia- ja õigusajaloo jaoks pole mingit kahtlust. Seevastu küsimus tema tähendusest *tänases päevas* võib paljudele tunduda absurdseks. Juba *methodo demonstrativa* ise tundub oma naiivsusega meie ajale naeruväärne.

Kuid põhiprintsiipe nagu: ebaselgete mõistete selgitamine, järelduste loogiline tuletamine sellest, mida me kindlalt teame, ning reeglite süstemaatiline korrastatus saab küll vaevast ekstreemseteks nimetada. Need moodustavad endiselt nii õigusteaduse kui filosoofia, nii õpetuse kui õppimise ning muidugi ka kirjutatud tekstide ehtsa tuuma. Crameri uudses, tema rõhuasetuses selgusele, peaaegu kangekaelses klammerdumises süsteemsuse ja tuletatavuse põhimõttesse ei ole tänapäeva

õigusteaduse või filosoofia jaoks midagi halba, seda eriti ajastul, mis on end kõige vähemastki süstematiseeritusest lahti ütelnud.

Ja lõpetuseks: just 20. sajand on eriti selgesti näidanud, milleni võib viia loomuõiguslikest mõjutustest täiesti ja äärmuseni vabastatud õiguse positivistlik käsitlus. Vähemalt võib öelda seda, et (vaatamata oma aja otsesele praktilisele tähtsusele) *Opuscula* õiguspilt on säilitanud oma väärtuse kui grandioosne utopia, mitte klassikalises mõttes kui ideaal, mille poole tuleb püüelda, vaid kui plaatonlik Politeia, seega siis kui heuristiline stsenaarium, mis esmalt alles viib enese- ja ideaalitunnetuseni (vt. Drechsler ilmumas d).

## KIRJANDUS

1. Drechsler W. Ilmumas f. Natural vs. Social Sciences: On Understanding in Economics. Evolutionary Economics and Spatial Income Differences. E.S. Reinert (ed.). London: Edward Elgar.

2. Drechsler W. Ilmumas e. Christian Wolff. The Elgar Companion to Law and Economics. Ibid.

3. Drechsler W. Ilmumas d. Plato. Ibid.

4. Drechsler W. Ilmumas c. Avalik haldus kui riigiteadus. Avaliku halduse alused: valimik Euroopa esseid. W.Drechsler (toim.). Tartu: Ülikooli kirjastus.

5. Drechsler W. Ilmumas b. Zu Werner Sombarts Theorie der Soziologie und zu seiner Biographie. Werner Sombart: Eine kritische Bestandsaufnahme. J.Backhaus (ed.). Marburg: Metropolis.

6. Drechsler W. Ilmumas a. State Socialism and Political Philosophy: Wagner's Politics. Essays on Social Security and Taxation: Gustav von Schmoller and Adolph Wagner Reconsidered. J.Backhaus (ed.). Marburg: Metropolis.

7. Drechsler W. 1997b. Christian Wolff (1679-1754): A Biographical Essay. European J. of Law and Economics, 4, 2, pp. 111-128.

8. Drechsler W. 1997a. On German Geist. Trames, 1 (51/46), 1, pp. 67-77.

9. Drechsler W. 1996d. Ted V. McAllister: Revolt against Modernity. Leo Strauss, Eric Voegelin, and the Search for a Postliberal Order. Perspectives on Political Science, 25, 4, pp. 230-231.

10. Drechsler W. 1996c. Johann Ulrich von Cramer ja demonstreeriv meetod õigusteaduses. Juridica, 4, 8, pp. 400-404.

11. Drechsler W. 1996b. Werner Sombart After Fifty Years: What Makes His Work so Intriguing? Werner Sombart (1863-1941): Social Scientist 1. J.Backhaus (ed.). Marburg: Metropolis, pp. 131-134.



12. Drechsler W. 1996a. The Revisiting of Werner Sombart: Implications for German Sociological Thinking and for the German Debate about the Past. *Ibid.*, 3, pp. 287-296.

13. Drechsler W. 1995. Benjamin Disraeli's Social Toryism: *Sanitas Sanitatum, Omnia Sanitas Reconsidered*. *International Review of Comparative Public Policy*, 6, pp. 217-243.

14. Drechsler W. 1994. The Use of Spectral Evidence in the Salem Witchcraft Trials: A Miscarriage of Justice? *The Salem Witchcraft Persecutions: Perspectives - Contexts - Representations*. Trier: WVT Wissenschaftlicher Verlag Trier, pp. 185-208.

15. Drechsler W., Kattel R. 1994. Nicolai Hartmann. *Akadeemia*, 6, 8, lk. 1579-1592.

1. 16. Goya F. 1799. El sueño de la razón [*sic!*] produce monstruos. *Caprichos*, leht nr. 43, söövitamine ja akvatinta.

17. *Grosses Universal-Lexicon Aller Wissenschaften und Künste, Welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden* 20. 1739. Halle - Leipzig: Zedler.

18. Schneidt J.M. 1768. *Vollständiges Hauptregister über Johann Ulrich Freyherrn von Cramers ... quatuor tomos Opusculorum Juridicorum, unum tomum supplementi opusculorum judicorum, acht und sechzig Theile Wetzlarischer Nebenstunden....* Ulm - Frankfurt/Main - Leipzig: Wohler.

Tölkis *Rainer Kattel*

# Valter Lang



Sündinud 26. jaanuaril 1958 Kulundas (Vene Föderatsioon)

1976 Otepää Keskkool

1981 Tartu Ülikool, ajalooteaduskond

1981- Eesti TA Ajaloo Instituut: vanemlaborant, aspirant, nooremteadur, gearheoloogia ja muinastehnoloogia labori juhataja, teadusdirektor arheoloogia alal, vanemteadur, arheoloogiaosakonna juhataja

1988 ajalookandidaat

1996 doktorikraad monograafia eest "Muistne Rävala. Muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine Loode-Eestis, eriti Pirita jõe alamjooksu piirkonnas"

Avaldatud 50 teaduspublikatsiooni (s.h. kaks monograafiat) ja 50 populaar-teaduslikku või publitsistlikku kirjutist

*Teaduspreemia humanitaarteaduste alal töö  
"Muistne Rävala. Muistised, kronoloogia ja maaviljelusliku asustuse kujunemine  
Loode-Eestis, eriti Pirita jõe alamjooksu piirkonnas" eest*

## "MUISTNE RÄVALA" JA EESTI MUINASTEADUS

### EESTI MUINASTEADUS ENNE "MUISTSET RÄVALAT"

Et paremini mõista, mida uut tõi eesti arheoloogiateadusele kaasa allakirjutanu monograafia, tuleb kõigepealt väga lühidalt peatuda olukorral eesti arheoloogias enne seda. Kuni 1980-ndate aastate lõpuni võis meie muinasteadust iseloomustada kui traditsioonilist materialistikku kultuurarheoloogiat. Traditsiooniline oli see teadus selles mõttes, et nii nagu möödunud sajandi lõpul ja käesoleva esimesel poolel, oli arheoloogiline uurimus Eestis ka veel tollal peaaegu eranditult empiiriline ja leiuainesekeskne. Sealjuures nii uurimismetoodika kui ka praktiline uurimistöö ise ei erinenud oluliselt 1930-ndatest, mida võib õigustatult pidada eesti muinasteaduse esimeseks tippajaks. Taolise olukorra kujunemise põhjusteks olid isoleeritus rahvusvahelisest teadusest, arheoloogia õppetooli likvideerimine Tartu Ülikoolis (1950) ning humanitaarteaduste allasurutud seisund.

Materialistik oli eesti arheoloogiline mõte olnud sisuliselt juba algusest (s.t. 1920.—1930-ndatest) peale, nagu see üldiselt oli tollal kombeks ka mujal Euroopas. Seetõttu laabus ka hiljem ortodoksse marksismi juurutamine eesti muinasteaduses suhteliselt valutult – lisandus peamiselt vaid ajastule iseloomulikku fraseoloogiat ja terminoloogiat, millest hiljem tasapisi ja võimalustele vastavalt loobuti. Samas erines see ideoloogia tunduvalt Lääne marksistlikust teadusfilosoofiast.

Kultuurarheoloogiaga oli tegu selles mõttes, et arheoloogilise uurimistöö peaesmärki ja väljundit nähti üksnes leiuainese ja muististe kultuurilise tagapõhja (s.t. nende kronoloogia, leviku, vastastikuste mõjutuste, rahvaste migratsioonide jne.) analüüsis. Mõningate eranditega (näit. muinastehnoloogia uurimine) tugines aga taolinegi analüüs aastakümnete vanusele metoodikale. Muistse ühiskonnaga polnud vaja (ja õieti ka mitte võimalust) detailsemalt tegeleda, sest selle arengu põhiastjad olid sõnastatud juba vaidlustamisele mittekuuluvates marksismi klassikute töödes.

Seoses tõusva eesriide, langevate müüride ja hääbuvate tabudega hakkas olukord 1980-ndate aastate lõpul ja 1990-ndate algul tasapisi muutuma. Tänu Põhjamaade vastavate institutsioonide abile õnnestus rahvusvahelistel

konverentsidel ja seminaridel käima hakata ka nendel, kellel see seni takistatud oli, nii mõnelgi uurijal õnnestus saada stipendium pikemaks enesetäiendamiseks välismaal, samal ajal ühineti rahvusvahelise interdistsiplinaarse uurimisprogrammiga PACT (loodusteaduslike meetodite rakendamine arheoloogias) ning laiemalt muutus kättesaadavaks Lääne erialane kirjandus. Kui siia lisada veel uued arheoloogilised avastused maastikul (näit. pronksiaegsed maakasutussüsteemid), paranenud tehnilised võimalused (sh. arvutid) ning põlvkondade vahetus, siis olidki eeldused uue paradigma läbimurdeks loodud.

Esimesed tõsisemad vastuolud vana ühiskonna-teooriaga ilmnesid juba 1980-ndate teisel poolel. Teatavasti kujutas marksistlik filosoofia muinas-ühiskonna arengut ette selliselt, et alguses oldi organiseeritud ema- ja seejärel isajärgsete sugukondadena. Eesti esiajalookäsituse kohaselt toimus üleminek isajärgsele sugukonnale hilisneoliitikumis (u. neli—viis tuhat aastat tagasi), kui siinamaile jõudsid karjakasvatuse ja algelise maaharimisega tegelevad venekirvekuultuuri hõimud (Jaanits *et al.* 1982). Sugukondlik kord olevat valitsenud kuni u. esimese aastatuhande keskpaigani p.Kr., mil suurematest kollektiividest hakkasid eralduma väikepered ja ühiskond organiseerus territoriaalsete kogukondadena. 1987 valminud kandidaaditöös (Lang 1987) õnnestus mul Pirita alamjooksu piirkonna materjalide põhjal näidata, et valitsevaks asustusüksuseks kivikalmete levikualal oli olnud juba alates hiljemalt hilispronksiajast (u. 2800 aastat tagasi) üksikmajapidamine, talu, ja mitte sugukondlikul kokkukuuluvusel põhinev suurem kollektiiv, küla. Sellised külad, nagu neid tuntakse 13. sajandi alguse kirjalikest allikatest, said hakata tekkima alles esimese aastatuhande teisel poolel p.Kr.

Tollal üldlevinud arusaama kohaselt oli Eestis pärast ajaarvamise vahetust tegu suhteliselt egalitaarse talupojauhiskonnaga, kus puudusid nii maa eraomandus, tõsisem varanduslik kihistumine kui ka riiklikud struktuurid. Need järeldused tuginesid peasjalikult hauapanuste analüüsile ning 13. sajandi alguse kirjalikele allikatele. Vastavalt valitsevale lähenemisviisile teoreetilises arheoloogias, ei ole siiski õigustatud kalmete üks-ühene tõlgendamine vaimus: panustelt vaene matus = vaene inimene (ja vastupidi); siin tuleb arvestada ka inimrühmade ideoloogiat ja sotsiaalset strateegiat, samuti uuritava ühiskonna kogu ajaloolis-geograafilist konteksti. Teiselt poolt ei olnud senine ajaloo- ja esiajalookäsitus nähtavasti piisavalt arvestanud neid tingimusi, milles kirjutati 13. sajandi alguse kroonikad. Üks-ühese vastavuse otsimine arheoloogilise materjali ja kirjalike allikate vahel on juba meetoodiliselt vildakalt püstitatud ülesanne, vähemalt uurimistöö praegusel tasandil, kuna kummagi teadusharu keel ja uurimisaine on erinevad. Ajalugu uurib inimeste poolt teatud põhjustel ja teatud tingimustes koostatud kirjalikke tekste, arheoloogia tegeleb aga materiaalse kultuuriga. Materiaalne kultuur on ühelt poolt materjal, millest arheoloogilised objektid on tehtud, ja teiselt poolt kultuur, läbi mille need objektid on mõtestatud.

Muistiseid ja muinasleide saabki interpreteerida ainult läbi kultuuri, sest lisaks praktilisele funktsioonile omasid nad ka sümboolset tähendust. See sümboolne tähendus tulenes ühiskonnas käibinud ideedest ja töökspidamistest, mida inimesed ja inimrühmad kasutasid oma igapäevases sotsiaalses käitumises (Hodder 1992, 11 jj.).

Samas tuleb aga märkida, et teoreetilise arheoloogia võimaluste teatud ülehindamine 1990-ndate algul viis ka mõningasele kaldumisele teise äärmusse, s.o. mujal väljaselgitatud arenguskeemide ja interpretatsioonide eelistamisele oma arheoloogilise materjali ees. Ühe näitena selle kohta võib tuua oletuse, mille kohaselt esimesed varariiklikud moodustised eesotsas kuningatega kujunesid Eesti alal välja juba esimese aastatuhande esimesel poolel p.Kr. (Ligi 1993; 1995). Priit Ligi ühiskonnakäsitus oli erinevalt senisest idealistlik, s.t. ta nägi ühiskonna muutumise peamise tegurina mitte tehnoloogia (tootlike jõudude) arengut, vaid üksikisikute ideid, individuaalset leidlikkust ning sotsiaalset vajadust (konkurents ja võimuvõitlus). Põhijoontes taoliselt positsioonilt lähtus ka nende ridade kirjutaja oma auhinnatud töös.

### "MUISTNE RÄVALA"

"Muistne Rävalla" kujutab endast kokkuvõtet allakirjutanu pikaagestest uurimistööst Loode- ja Põhja-Eestis. Seda tööd hakkasin tegema alates 1982 kui kandidaadiväitekirja Pirita jõe alamjooksu piirkonna rauaaja muististest (Lang 1987) ning jätkasin laiemas kontekstis 1990-ndate algul, olles tutvunud nii Lääne kaasaegse teoreetilise arheoloogiaga kui ka moodsa asustusarheoloogiaga. Viimane kujunes välja 1960-ndate aastate lõpul kui nn. uue (protsessuaalse) arheoloogia üks haru; 1980.—1990-ndatel omandas see uusi jooni nn. postprotsessuaalselt arheoloogialt. Asustusarheoloogia mõiste on lai ja eri maades mõnevõrra erinev. Kõige üldisemalt võib seda defineerida kui distsipliini, mis uurib muistse asustuse tekkimist ja arengut (tavaliselt) pikaajalises perspektiivis ja kogu oma mitmekülgsuses, sealhulgas: asustusüksuste suurust, ajalist varieeruvust ja geograafilist levikut, asustuspiirkondade valikut, inimühiskonna ja looduskeskkonna vastastikust mõju, kultuurmaastiku loomist, kujundamist ja ümberkujundamist, maahõivet ja maakasutussüsteeme, ühiskonna sotsiaalset struktuuri koos omandisuhete ja territoriaalse käitumisega, jne. jms. – ning seda kõike vastastikusel seoses ja mõjutuses. Sellisele määratlusele vastavat spetsiaalset uurimust ei olnud Eestis varem kirjutatud, kuigi asustuse arengu üksikuid tahke oli analüüsitud korduvalt.

Monograafia "Muistne Rävalla" ise koosneb kolmest osast, millest esimene käsitleb Pirita alamjooksu piirkonna maastikke, muistiseid ja arheoloogilist leiumaterjali. See on piirkond Tallinna külje all (Viimsi, Iru, Lasnamäe, Vão, Nehatu, Proosa, Lagedi ja Saha ümbrus), mille muistne kultuurmaastik on tänu Tallinna hoogsale kasvule ja tööstuse laienemisele

peaaegu täielikult hävitatud ja industriaalmaastikuks muudetud. Ent see piirkond on samas arheoloogiliselt ka üks täielikumalt läbi kaevatud mikrorajoone Eestis, pakkudes seega ainulaadse võimaluse asustuse ja kultuuri süvauuringuks. See võimaldab uurimistöös rakendada mudeliprintsiipi, kus mudeliks võetakse üks võrdlemisi detailselt uuritud ala ning rakendatakse saadud tulemusi teatud suurema ala kohta, mille suhtes antud mudelpiirkond on representatiivne. Nii maastikulises kui ka üldkultuurilises mõttes sobis Pirita alamjooksu ala mudeliks piirkonnale, mida muinasaja lõpul tunti Rävala maakonna nime all.

Töö teine osa on pühendatud metalliaja kronoloogiale Loode-Eestis ning selles täpsustatakse terve rea esemetüüpide ja mitme muistiseliigi dateeringut. Viimati oli taolisi probleeme vaagitud 1960.—1970-ndate algul, kuid pärast seda oli lisandunud nimetamisväärtne hulk uut materjali, mis alati ei sobinud kokku varasemate seisukohtadega. Kronoloogia korrastamine ja täpsustamine oli hädavajalikuks eelduseks asustuse ja ühiskonna analüüsimiseks uuel, senisest erineval tasandil. Kõige rohkem muutus nn. varaste tarandkalmete ja kivikirstkalmete ning nende kaevamisel leitud esemetüüpide dateering.

“Muistse Rävala” kolmas osa on pühendatud asustuse, ühiskonna ja majanduse analüüsile. Need teemad peaksid pakkuma üldisemat huvi, kuna tehtud järeldused oma tähenduse poolest väljuvad enamasti muinasaja ja muinasteaduse raamidest. Et tegu on esimese spetsiaalselt asustusarheoloogia-alase uurimusega Eestis, siis on kolmanda osa esimene peatükk pühendatud asustusarheoloogia mõiste ning mõningate naabermaades tehtud uuringute tulemuste tutvustamisele eesti lugejale. Asustusarheoloogiline analüüs algab alles järgmises peatükis ning kõigepealt analüüsitakse asustusüksuste suurust läbi aegade. Kahjuks on olemasolev materjal enamasti lünklik ja ühekülgne. Nii on perioodist 500 e.Kr. – 500 p.Kr. teada peamiselt vaid kivikalmed, mille kohta on piisavalt põhjust arvata, et kõiki ühiskonna liikmeid neisse ei maetud. Järelikult ei saa kalmete antropoloogilise materjali põhjal teha ka ammendavaid järeldusi asustusüksuste suuruse kohta, küll aga on võimalik otsustada, kui suur oli see inimeste ring, keda kivikalmetesse maeti. Kivikirstkalmete (u. 1000—200 e.Kr) materjal näitas, et isegi kui selleks ringiks oli kõige väiksem võimalik üksus, s.t. väikepere, maeti taolistesse kalmetesse vaid üksikuid väljavalitud. Järelikult oli olemas asustusüksuse-sisene sotsiaalne diferentseeritus, mille kohaselt kivikirstkalmetesse maeti vaid kollektiivi juht (vahel ka temaga kõige lähemalt seotud isikud). Teised majakondsed maeti teisiti, mille kohta on olemas ridamisi andmeid. Võib arvata, et erineva matmisviisi põhjuseks oli ühte asustus-üksusesse kuuluvate inimeste erinev suhe (haritavasse) maasse: see, kellele maa kuulus, maeti kivikalmetesse, lihtsad majakondsed ja ka sõltlased seda au ei väärinud.

Tüüpiliste ja üksiktarandkalmete (Rävalas u. 200—450 p.Kr.) leiumaterjali analüüs osutas võimalusele, et kivikalmesse maetavate inimeste ring oli tolleks ajaks mõnevõrra suurenenud, jõudes kümmekonna piirile. Arvatavasti tähendas see rohkem just kivikalmetesse matmise õiguse laienemist ka teistele majakondsetele ja vähem asustusüksuste endi kasvu. Järgnevatest sajanditest puudub Rävalas kalmete materjal, mis võimaldaks teha paleodemograafilisi järeldusi. Üksnes muinasaja lõppu ja keskaega kuuluva Kaberla kalmistu põhjal võib väita, et sealse asustusüksuse suuruseks oli 2—3 talu, seega väike küla. Külade olemasolule viitavad asulakihid hakkasid Põhja- ja Lääne-Eestis tekkima esimese aastatuhande teisel poolel või veelgi hiljem. 13. sajandi algul koostatud Taani hindamisraamatu andmete kriitiline analüüs näitas, et tolleaegsed külad olid Rävalas suhteliselt väikesed, koosnedes keskmiselt vaid 4—6 talust.

Järgnevalt analüüsitakse asustuse ja ühiskonna territoriaalse käitumise arengut üksikute asustuspiirkondade (kokku 8) kaupa. Asustuspiirkondadeks nimetatakse maaviljeluslikuks asustuseks sobivat ala, mis inimtegevuse tulemusena on muudetud kultuurmaastikuks. Territooriumi käsitletakse kui sotsiaalse võimu geograafilist väljendust. Territoriaalse käitumise all mõeldakse inimes(t)e püüet mõjutada ja kontrollida teisi inimesi, nähtusi ja suhteid teatud ala (s.o. territooriumi) üle kontrolli sisse seades. Arheoloogilise ja ajaloolise materjali põhjal võib territooriumidena eristada talu, küla- ja suursarast, linnus-asula süsteemi, kihelkonda ja maakonda. Praktilises uurimistöös arvestati üheaegsed muistised erinevatesse territooriumidesse, kui nendevaheline kaugus maastikul ületas ühe kilomeetri (tihedama asustustrüga aladel vastavalt vähem). Summeerides kõikide asustuspiirkondade uurimistulemusi, torkasid silma järgmised tendentsid.

Territooriumide arv tõusis kõikjal hilisneoliitikumist kuni noorema pronksiajani (u. 2000—500 e.Kr.), mõnel pool jätkus aeglane tõus kuni rooma rauaaajani (400 p.Kr.), ning hakkas seejärel aeglaselt langema. Territooriumide arv jõudis miinimumini viikingiajal, tõustes pärast seda taas üsna järsult. Territooriumide pindala (koos tagamaadega) oli kiviaja lõpul tihedamalt asustatud piirkondades keskmiselt 15 km<sup>2</sup> (hõredama asustusega aladel u. 48 km<sup>2</sup>), vähenes hilispronksiajaks 9 km<sup>2</sup>-le ning kasvas rooma rauaaaja lõpuks 13 km<sup>2</sup>-le (olles 17 km<sup>2</sup> hõredama asustusega piirkondades). Arvestades rahvaarvu teoreetilist kasvu (see on saadud retrospektiivse meetodiga Taani hindamisraamatu andmetest tagasi arvutades), võrdlusandmeid naabermaadelt ning majanduse arenguloogikat, võib väita, et territooriumid hilisneoliitikumist kuni rooma rauaaajani kujutasid endast peamiselt üksiktalused. Juba kiviaja lõpul võeti kasutusele needsamad maaviljeluseks sobivad mullad, kus asustus paiknes ka kivikalmete ajal, mil kaheldamatult oli tegu viljelusmajandusest elatuva rahvastikuga. Seda viljelusmaade kasutuselevõttu, e. asustuse siirdumist püügimajanduseks

sobilikelt aladelt maaviljeluseks kõlbavatele aladele, võib nimetada esimeseks maahõiveks (varem hõivati ressursse, mitte maad).

Teine maahõive leidis aset nooremal pronksiajal, 1000—1500 aastat hiljem, kui mõningates piirkondades tihenes asustus tolleaegse majandusviisi ja omandivormi tingimustes kriitilise piirini. Varasemaks majandusviisiks oli arvatavasti perioodiliselt ringlev alepõllundus, maa kuulus küll suuremale kogukonnale, kuid haritavate lappide suhtes kehtis majapidamiste e. asustusüksuste individuaalne kasutusõigus. Teise maahõive käigus, võib arvata, kujunes välja talude pärilik eraomand haritavale maale, kusjuures üldkasutatavatele maadele säilis kogukondlik kasutusõigus. Seda eraomandit haritavale maale eksponeeriti nii maakasutussüsteemide statsionaarse fikseerimisega maastikul (kividest põllupiirded) kui ka kivikalmete rajamisega talu maadele. Hõredama asustusega piirkondades toimus teine maahõive sajandeid hiljem. Oluline on rõhutada, et hilispronksiajal kujunenud omandisuhted (väljendatuna maakasutussüsteemides) püsisid teatud väiksemate muudatustega kuni ajaloolise ajani.

Alates u. ajaarvamise vahetusest hakkas majapidamiste (keskmiselt 7 inimest) arv ühel territooriumil kasvama ühest suuremaks, s.t. hakkasid kujunema külalaaadsed, mitmest majapidamisest koosnevad organisatsioonid. Et iga talu mattis endiselt omaette kalmesse ja puuduvad külale osutada võivad asulakihid, siis ei ole veel põhjust rääkida külakogukonna enda kujunemisest – see sai alguse alles hiljem. Külakogukonna olemasolu tõendavad muuhulgas küla ühispõllud (näiteks ribapõllud), mis tekivad I aastatuhande teisel poolel nagu tüsedamad asulakihidki.

Intrigeeriv on territooriumide arvu vähenemine viikingiajaks ja uus tõus pärast viikingiaega. Piirkondades, kus langus oli väga järsk, kujunes alates 7.—8. sajandist välja linnus—asula süsteem. Viimase tähtsaimaks elemendiks oli linnus koos tema kõrval paikneva avaasulaga. Asustusüksuste arv ümbruskonnas vähenes selleks ajaks miinimumini. Taoline linnus—asula süsteem võis kujuneda teatud piirkonna avaasustuse kontsentreerumise tulemusena. Piirkondades, kus linnus—asula süsteemi ei tekkinud, on muutused asustusvõrgus sel ajal väiksemad, kuid mereäärsetel aladel on märgata asustatud punktide eemaldumist merest. Neid nähtusi võib seletada nii kohaliku ühiskonna reageerimisega kasvanud välisohule kui ka ülikonna suurenenud võimutaotlustega. 11. sajandi algul asustuse kontsentratsioon linnus—asula süsteemi näol lagunes ning tekkis juurde arvukalt uusi asustusüksusi oma territooriumidega.

Niisiis on Rävåla (laiemalt kogu Põhja- ja Lääne-Eesti) asustusmuster väga pikka aega koosnenud peamiselt vaid üksikmajapidamistest. Et Pirita alamjooksu piirkonna (ja ka mõnede naaberalade) kivikalmed on põhjalikult uuritud, siis on võimalik teha järeldusi sotsiaalsete suhete kohta nende majapidamiste vahel perioodil u. 800 e.Kr. – 600 p.Kr. Selleks olen (lisaks teistele muististele) kasutanud erinevate esemetüüpide arvu erinevate



asustusüksuste kalmetes, mis annab ettekujutuse ühe või teise talu majanduslikest võimalustest ja/või sotsiaalsetest pretensioonidest (näit. võimu manifesteerimine, tõusiklikkus jms.). Läbi aegade võib sotsiaalsete suhete arengus eristada järgmisi etappe e. süsteeme.

(1) Keskasula ja üksiktalude süsteem (u. 800—600/500 e.Kr.): asustusstruktuur on hierarhiline, koosnedes hajali paiknevatest üksikmajapidamistest ja keskusest, mis on nendest suurem ja vahel ka kindlustatud; keskus domineerib avaasustuse üle, kontrollib kaubavahetust, sh. eriti pronksi ringlemist. Ühiskonna sotsiaalne struktuur on samuti hierarhiline, koosnedes pealikust-kuningast, vabadest ja sõltlastest. Kõnealuse süsteemi poolt hõlmatavad territooriumid olid suhteliselt väikesed (200—300 km<sup>2</sup>) ning rahvaarv tagasihoidlik (paar—kolmsada inimest).

(2) Ühe domineeriva talu süsteem (u. 600/500 e.Kr.—300 p.Kr.) kujunes teise maahõive käigus ning see kujutas endast territooriumi valdavalt üksiktalulise asustusega, kus ühel talul on teistest märgatavalt kõrgem sotsiaalne (ja majanduslik) positsioon. Nii kalmeleidude kui ka (nn. kelti) põllusüsteemi põhjal võib arvata, et maksustamise aluseks oli muutunud haritav maa, sest osa toodangust on koondatud ühte keskusesse. Teistest väliselt märgatavalt esileküündivat keskust enam ei ole, kuid kollektiivide seesmine sotsiaalne kihistumus leidis erilist toonitamist matmisviisi kaudu. Aegade jooksul muutusid taoliste süsteemide poolt hõlmatavad territooriumid väiksemaks, piirdudes ajaarvamise algul sajakonna ruutkilomeetriga.

(3) Mitme domineeriva talu süsteem (300—450) sarnanes oma olemuselt eelmisega, ainult et ühes asustuspiirkonnas võis nüüd olla 2—3 teistest esileküündivamat majapidamist. Varariiklike ühenduste kujunemist (nagu varem oli arvatud) arheoloogilisest materjalist välja lugeda ei saa, pigem vastupidi, nähtavad süsteemid muutusid sel ajal veelgi väiksemaks (40—60 km<sup>2</sup>). Teatud kaalutlustel võib mainitud jõukamaid talusid pidada nn. muinasmõisateks.

(4) 5. sajandi keskpaiku toimusid sotsiaalsetes suhetes märgatavad nihked: esile kerkis üksainus asustusüksus, mille kalmesse asetati nii luksuslikku importi kui ka sõjalisele kaaskonnale osutavaid relvi, teised senised võimukeskused ümbruskonnas lükati kõrvale. Samas püstitati lähikonda linnus, millega haarati võim nii sadamakoha kui ka tagamaade üle. Suurenes piirkonna nn. kultuurilise isepärasuse strateegia, mis väljendus omapäraste esemetüüpide (ehted, keraamika) loomises. Kõike seda võib pidada klassikaliseks eelmänguks varariiklike struktuuride kujunemisele, kus üks ülikuperedest haarab võimu, luues selleks endale sõjalise kaaskonna, ning manifesteerib ja seaduslikustab ümberkaudsete ees järgnevalt oma haaratud võimu, asetades kalmesse kaugetest (ja enda kätte koondatud) välissidemetest saadud hinnalist importi. Natuke hiljem, nn. konsolideerumisetapil, luuakse meie tunde süvendamiseks ja erinevuste rõhuta-

miseks võrreldes teistega omad spetsiifilised esemevormid, veelgi hiljem kaob võimutipul tarvidus oma eriseisundi pidevaks rõhutamiseks hauapanuste abil. Selleks ajaks on uued võimusuhted asetunud oma kohale, millega on taas stabiliseerunud kogu ühiskonnastruktuur.

(5) Linnus—asula süsteem oli loogiliseks jätkuks eelmisel perioodil alanud arengutele. Keskuseks kujunes lõplikult linnus, kus elas ülik oma pere- ja kaaskonnaga, asula linnuse jalamil kujunes ümberkaudse asustuse osalise kontsentreerumise tulemusena. Olles kindlustanud võimu lähieümbruse üle, laiendas kohalik eliit oma valdusi kaugemale. Ajapikku kujunes keskse linnus—asula ümber terve hulk mitmesuguseid piirkondi, mille eesotsas seisis kohalikud ülikud (“muinasvasallid”) ja mis olid keskusega seotud erinevate lepingute kaudu. Saadud süsteemi nimetati tollal arvatavasti kihelkonnaks.

(6) Linnus—asula süsteem jäeti maha 11. sajandi algul ja sellest alates võib rääkida muistsete maakondade kujunemisest, kuigi protsess ise ja maakondade olemus ei ole veel selge. Rävalla maakond kujunes kolme kihelkonna (Rebala, Ocriela ja Vomentaka) liiduks, mille (peamiseks?) eesmärgiks oli ühise tugipunkti, turu ja kaubasadama rajamine tänapäeva Tallinnas.

Kokkuvõtteks ühiskonna arengu kohta võib märkida, et ühe- ja mitme domineeriva talu süsteemidel on suur sarnasus keskajast teadaolevate vakustega, sest mõlemal juhul oli tegu maksupiirkondadega. Noil aegadel oli vakus nähtavasti ka ainus ühiskonna sotsiaalmajandusliku ja haldusliku organisatsiooni vorm. Rahvasterännuajal (5.—6. sajand) kerkisid esile ülikud, keda taoline korraldus enam ei rahuldanud. Tekkis kihelkonna ja hiljem ka maakonna institutsioon, kusjuures vakus maksupiirkonnana püsis nähtavasti edasi kuni ajaloolise ajani välja. Kas vakusel oli hiljem ka halduspiirkonna funktsioon, see olemasoleva arheoloogilise materjali põhjal paraku ei selgu.

Lõpetuseks olgu rõhutatud, et siinkohal oli võimalik mainida vaid mõningaid, kõige olulisemaid tahke asustuse, majanduse ja ühiskonna arengus. Põhjalikuma analüüsi leiab lugeja kõnealusest monograafiast. Ent osa probleeme jäi põgusalt valgustatuks ka raamatus, nagu näiteks maakondade kujunemine, suursaraste ja vakuste vahekord, linnusepiirkondade olemus jms. Need on teemad, mille üksikasjalikum analüüs eeldab ühest maakonnast suuremat uurimiskiirkonda ja ulatuslikumat võrdlusainest. Seetõttu tahan nimetatud küsimuste juurde tagasi tulla juba lähemas tulevikus.

## KIRJANDUS

1. Hodder I. 1992. Theory and Practice in Archaeology. London – New York.
2. Jaanits L., Laul S., Lõugas V., Tõnisson E. 1982. Eesti esiajalugu. Tallinn.
3. Lang V. 1987. Arheoloogitseskije pamjatniki zeelnogo veka v nizovjah p. Pirita (Severnaja Estonija). Tallinn. (Käsikiri Ajaloo Instituudi raamatukogus).
4. Ligi P. 1993. Henrik, Körber, Engels ning Eesti ühiskond muinasajal. Looming, 8, lk. 1132—1138.
5. Ligi P. 1995. Ühiskondlikest oludest Eesti alal hilispronksi- ja rauaajal. – Muinasaja teadus, 3. Eesti arheoloogia historiograafilisi, teoreetilisi ja kultuuriajaloolisi aspekte. V.Lang (toim.). Tallinn, lk. 182—270.

# Karl Pajusalu



Sündinud 20. juunil 1963 Pärnus

1981 Pärnu I Keskkool

1986 Tartu Ülikool, filoloogiateaduskond, eesti keele ja kirjanduse eriala

1987-1990 Eesti Keele ja Kirjanduse Instituudi aspirant eesti keele alal

1990-1991 Pennsylvania Ülikool (USA), külalisteadlane

1992 Tartu Ülikool, filosoofiamagister

1992-1996 Turu Ülikool, eesti keele lektor, doktorant

1997 Turu Ülikool, filosoofiadoktor

1997 Tartu Ülikool, erakorraline dotsent

Avaldatud 22 teaduspublikatsiooni (s.h. üks monograafia)

Teaduspreemia humanitaarteaduste alal töö "Mitmepoolsed lingvistilised kontaktid lõuna-Eestis. Verbi murdelõpu variatsioonid Karksis" eest

## MITMEKESISUSEST JA VARIEERUMISEST KEELES

Monograafias "Mitmelaadsed keelelised kontaktid lõunaeestis: Karksi verbimorfoloogia varieerumine" (*Multiple Linguistic Contacts in South Estonian: Variation of Verb Inflection in Karksi*. Publications of the Department of Finnish and General Linguistics of the University of Turku 54. Turku 1996, pp. 398) olen keskendunud keele muutemorfoloogia varieerumise tingimuste uurimisele lõunaeesti, eriti Karksi verbivormide moodustuse näitel. Selles uurimuses olen püüdnud läheneda keelevormide vahelduva kasutuse probleemile võimalikult komplekselt. Varieerumisuhtude tekke- ja püsistingimuste käsitlemisel olen ühendanud keelekontaktide võimalike mõjutuste ja keele oma struktuurilise eripära analüüsi.

Mitme erineva keelevormi kasutamine ühes grammatilises tähenduses on inimkeeltele üldiselt iseloomulik. Hoolimata sellest, et keelte kui märgisüsteemide funktsioneerimises on keskne põhimõte üks vorm - üks tähendus. Näiteks kasutavad ka nn kirjakeelsed eestlased oma kõnes nii *nud-* kui *nd-lõpulisi* kesksõna vorme, nagu *sirgunud* ja *sirgund*, ning seejuures pole tähtis, kuidas nad suhtuvad kirjakeele normidesse. Osa eestlasi ütleb *ärgem tehkem*, osa *ärme teeme*, osa *ärme tee*, ühtviisi õiged eestlased on kõik. Ühed tahavad *kõnelda*, teised *kõneleda*, isegi praegused eesti õigekeelsusreeglid lubavad kasutada mõlemat vormi.

Kõnekeeles ja murretes esineb samas grammatilises tähenduses erinevate vormide kasutamist palju rohkem kui normeeritud kirjakeeles. Vanapärasele Karksi murdele on olnud iseloomulikud vormid *sirgunu*, *sirgune* ja *sirgun*. Neist vormidest esimene on ajalooliselt vanim, ehtlõunaeestilik *nud-*kesksõna vorm, kaks viimast on tekkinud murdeomaste hiliste häälikukadude ja analoogiamuutuste tulemusel. Kui murdekeel hakkas sarnastuma eesti ühiskeelega, tulid kasutusele ka *sirgunut*, *sirgunt*, *sirgunud* ja *sirgund*. Neist kaks esimest vormi on kohandatud lõunaeesti hääldusviisiga, milles sõnalõpulised sulghäälikud muutuvad tugevaks, kahel viimasel juhul on aga vorme hääldatud juba eesti ühiskeele päraselt.

Keelevormide mitmekesisuse esmane põhjus lähtub kõneleja keelepädevusest, võimest väljendada erinevaid kõnestiile ja -tavasid, rõhutada olulist

ja markeerida emotsionaalsust, kohandada ennast suhtluspartneri keelekasutusega jne. Kõigepealt ilmnebki vormide vaheldumine ühe inimese keelepruugis ehk idiolektis. Et piiritleda sellist varieerumist, olen oma uurimuses eristanud neutraalse kõnetava ehk *argilekti* ja sellele vastanduva alternatiivse kõnetava ehk *alternatiivlekti*, mida kasutatakse näiteks võõrastega rääkides või afektiivses kõnestiilis. Varieeruvate vormide esinemissuhted on argilektis ja alternatiivlektis sageli oluliselt erinevad.

Üht grammatilist tähendust väljendavaid keelendeid olen nii kvantitatiivsete kui kvalitatiivsete kriteeriumide alusel liigitanud keskseteks (raamatus ingl *central forms*), teiseselt produktiivseteks (*co-productive forms*) ja marginaalseteks (*marginal forms*). Karksi kolmekümne kaheksa sünteetilise verbivormi struktuuri käsitlemisel olen eristanud vastavalt keskseid, teiseselt produktiivseid ja marginaalseid moodustusviise. Keskse ja teiseselt produktiivse moodustuse suhe erineb keskse ja marginaalse moodustuse suhtest nii sünkroonses, ühel ajahetkel ilmnevas verbimorfoloogias kui selle dünaamikas. Teiseselt produktiivne moodustus väljendab enamasti laialdast paradigmaatilist vaheldust, millele on vähemalt marginaalseid vasteid teistes muuttüüpides ja/või sarnaseid vaheldusi teistes grammatilistes vormides. Teiseselt produktiivne moodustus võib eristada järjekindlalt verbide pööramist ning olla seega muuttüüpi määratlev tunnusjoon. Näiteks võis ütelda vanapärases Karksi murrakus *isti* 'istusin' nii kolmandas kui teises vältes, kusjuures kolmandavärtlised vormid olid kesksed ja teisevärtlised vormid teiseselt produktiivsed, *liiki* 'liikusin' hääldus produktiivselt ainult kolmandas vältes: nende verbide vormimoodustus on olnud sarnane.

Marginaalseid vorme esineb tunduvalt rohkem kui teiseselt produktiivseid vorme ja nende esinemistingimused on mitmelaadsemad. Kui marginaalsel moodustusel on alternatiivlektis produktiivseid vasteid, võib see osutada kalduvust kinnistumisele argilektis ja võimalikule edasisele levikule. *se*-tunnusega mineviku vormid, nt *istse* 'istusin', muutusid esmalt sagedaseks lõunaestlaste alternatiivses kõnepruugis ja seejärel hakkas nende kasutus levima tavalises murdekeeles.

Alternatiivlekti fenomen põhjustab küsimuse holistilise, kõikehõlmava keelevarieerumise ja ühe keelevormi moodustamisel ilmneva vahelduvuse seostest. Nende kahe keelelise mitmekesisuse põhitüübi piir ei ole järsk ei diakroonilise, ajaloolise keeleuurimise ega sünkroonilise, ühe ajahetke keele käsitlemise seisukohast. Lõunaestlaste keeleala lääneosa ehk Mulgimaa elanikud on juba rohkem kui paar aastasada osanud lisaks kodumurdele põhjaeestilist eesti ühiskeelt, sest põhjaeesti kirjakeelt kasutati seal kooli- ja kirikukeelena ka siis, kui Tartumaal ja Võrumaal oli levinud lõunaeestiline Tartu kirjakeel. Kuna Mulgi lõunapiirilt algab Lätimaa, on Mulgimaal ikka elanud inimesi, kes perekondlike või ühiskondlike suhete tõttu on puutunud

kokku lätlastega ja osanud mõnevõrra nende keelt. Kaugemast ajaloost on teada, et vana Liivimaa liivi keelealani oli muistse Sakala edelapiirilt väga lühike tee. Saksa ristirüütlite vallutuse järel asus Karksis tähtis foogtiloss, nagu mujal Eestis, olid sellel alalgi keskalamsaksa ja seejärel saksa keel aastasadu ühiskonna kõrgklassi keeled. Sõjad on toonud sellesse piirkonda poolakaid ja mitmeid idapoolseid naaberrahvaid. Peale selle on Mulgi olnud pikka aega siirdeala erinevate eesti murrete vahel. Muude keelte ja murrete mõju ilmneb paratamatult ka Karksi verbimorfoloogias.

Ajaloolises Karksi murdepruugis on eri vorme sellistele verbikategooriatele, mis eesti kirjakeeles otseselt ei ilmne. Näiteks kasutatakse eesti keeles jussiiivses ehk möönvas kõne olevikus käskiva kõneviisi kolmanda pöördega sarnaseid vorme, nt *sa tulgu*, ja minevikus kesksõna vorme -õeldes *tulnud koju* võib mõelda ka 'sa oleksid pidanud tulema koju'. Karksis on viimasel juhul kasutatud erikujulist vormi, nt *tulden* 'oleks pidanud tulema' tavalise *tullu* 'tulnud' asemel, *ärden tulla* 'ei oleks pidanud tulema' (mõnikord tänapäeva eesti kõnekeeleski juhtub kuulma vorme nagu *ärnud tulnud*). Samalaadset jussiiivset vormikasutust esineb läti keeles, sellele on vasteid isegi lõunaslaavi keeltes.

Ajaloolised keele- ja murdekontaktid võivad olla mõjutanud nii mitmete vahelduvate vormide tarvituselevõttu kui vaheldusjuhtude püsimist. Lõunaeesti murretes on kaks põhilist verbide pöördkonda: ühes liitub verbitüvedele kindla kõneviisi ainsuse kolmandas pöördes sufiks *-s* (see hääldub poolpikana), nt *eläss* 'elab', *jääss* 'jääb', teises ei tule muutelõppu tüve järel esile, nt *luge* 'loeb', *sa* 'saab'. Nende vormide kõrval on Mulgis juba sajandeid kasutatud põhjaeestipäraseid *p*-sufiksiga vorme, nt *eläp*, *saap*. *p*-lised vormid on olnud kesksed Karksi elanike alternatiivlektis. Ainsuses *s*-lõpuliste verbide pöördkonnas on mitmuse kolmandas pöördes lõunaeesti murretes tavaline *se*-lõpp, nt *eläse* 'elavad', kuid Karksis on kõige sagedasemaks muutunud sufiks *-ve*, nt *eläve*, selle kõrval on tavalised ka ainsusega sarnanevad *s*-lõpulised vormid, nagu *eläss* 'elavad'. *s*-lõpulisi mitmuse vorme ei saa hästi seletada hilise lõpukaoga, sest helitute konsonantide järel on vokaal reeglina säilinud. Ühesuguste ainsuse ja mitmuse kolmanda pöörde vormide kasutus on iseloomulik balti keeltele, nii võiks siin oletada keelekontakti poolt soodustatud vormikasutust.

Erinevates keeltes toimunud sarnased muutused ei pea tingimata viitama otsesele kontaktile. Ühine muutuste suund võib olla märgiks mingist sarnasest arengust või teiste keelte mõjust nendele keeltele ajaloo hoopis varasemal perioodil. Mitmed häälikumuutused ja nendega seotud morfofonoloogilised kohandused on sarnased Mulgi murdes, saarte murdes ja liivi keeles. Väga ilmekas näide selle kohta on hiline sõnalõpuliste vokaalide kadu. Eestis esineb seda kõige rohkem Lääne-Eesti ja Mulgi murdepruugis, kuid häälikuliselt kõige "kulunum" läänemeresoome keel on liivi keel.

Ometi ei ole siin vaja oletada liivi mõju saarte ja Mulgi murdele, pigem võib neis kõigis oletada kunagist ulatuslikku hääldusviisi muutust germaani keelte mõjul, kus sõnade pearõhulise silbi häälduse intensiivistumine tõi kaasa kaasrõhu ja üldiselt järgsilpide häälduse nõrgenemise ning selle tagajärjel järgsilpide struktuuri lihtsustumise.

Tõenäoliselt just keele- ja murdekontaktid on kaasa aidanud sellele, et Mulgi murdes on esinenud rohkem verbivorme kui tänapäeva eesti kirjakeele grammatikas on kirjeldatud, ning et seal on kasutatud palju rohkem erinevaid vorme samas grammatilises tähenduses. Siiski suurt osa varieerumisjuhtusid ei saa seletada kontaktide mõjuga. Murde omapärane struktuur ja sellest tulenevad keelesisesed varieerumisvõimalused on määranud uute vormide kohandumise. Sellepärast olen oma uurimuses pärast Mulgi murde erijoonete ajaloolisvõrdlevat küsitlust jätkanud Karksi verbivormide morfotaktiliste ja morfofonoloogiliste moodustusviiside üksikasjaliku analüüsiga, keskendudes teiseselt produktiivsete ja marginaalsete vormide struktuuri ja paradigmaatiliste seoste uurimisele.

Uurimuse viimane põhiosa esitab Karksi verbivormide sõnalõpulisel /e/ varieerumise kvantitatiivse VARBRUL-analüüsi. Enamikes Karksi verbivormides — kokku kahekümne kuues vormis! — esinevad vahelduvalt sõnalõpuline /e/, selle redutseeritud variant või kadu, nt *mahuve* ja *mahuv* 'mahuvad', *mahume* ja *mahum* 'mahume' *mahtume* ja *mahtum* 'mahtuma'. Mitmetasandilise statistilise analüüsi tulemused osutavad, et sõnalõpulisel /e/ kadu oleneb eelkõige sõna grammatilisest vormist, järelikult on see muutus morfologiseerunud. /e/ kadu ei ole enam üksnes häälikumuutus, vaid iseloomustab vormide moodustuse iseärasusi. Kuid statistiliselt olulisi piiranguid sõnalõpulisel /e/ esinemusele tuleb väga erinevatelt keeletasanditelt, alates häälikuümbrusest ja lõpetades lausestruktuuriga. Selgelt piiritlevad vaheldust ka kõnestiil ja sotsiolingvistilised faktorid, nagu kõneleja vanus, haridus ja sugu.

Keele varieerumise uurimine on viimastel aastakümnetel võinud hüppeliselt areneda mitmetel erilaadsetel põhjustel. Tänu uutele elektroonilise andmetöötluse võimalustele suudetakse nüüd varem kvantitatiivsele analüüsile raskesti allunud keelenähtusi formaliseerida ja "lahti arvutada". Teiselt poolt on muutunud üldine arusaamine inimkeele mitmekesisuse põhjustest. Kõnekeele seaduspärasuste uurimine on kõigutanud normikeskset, inimeste poolt juba teadlikult korrastatud kirjakeeltele põhinevat keelekäsitlust. Ühiskonna mitmekesisusest keele mitmekesisuseni jõudnud sotsiolingvistika on omakorda avardanud keele varieerumise mõistmist. Mitmetest keelesuguluse uurijatest on saanud keelekontaktide uurijad ja nad on hakanud rõhutama keelte areaalseid ühisjooni. On tugevnenud arusaam, et võime vallata erinevaid keeletavasid ja keeli on pigem inimese keelepädevuse loomulik osa kui erand. Neid erilaadseid vaatenurki olen ma püüdnud oma uurimuses arvestada ja edasi arendada. Kuid üks minu töö



lõppjärelduki, mis ilmselt on kõige olulisem teistele läänemeresoome keelte uurijatele, on ikkagi seotud lõunaeeesti murrete eripäraga — lõunaeeesti verbimorfoloogias on väga rikkalikult muude läänemeresoome keelte jaoks tavatuid erijooni, mis rõhutavad Lõuna-Eesti omanäolist asendit kogu läänemeresoome keeleruumis.

# EESTI VABARIIGI TEADUSPREEMIAD 1991-1997

Tänastel Eesti Vabariigi teaduspreemiatel on oma eelkäijad ja eellugu. Jättes praegu kõrvale varasemad perioodid, saab Eesti Vabariigi teaduspreemiate algtähtsuseks lugeda 20. augustit 1990, mil võeti vastu Vabariigi Valitsuse määrus "Eesti Vabariigi preemiate asutamise kohta". Selle määruse kohaselt kehtestati igal aastal teaduse, majanduse ja kultuuri valdkonnas á viis preemiat.

## 1991. AASTA TEADUSPREEMIAD:

*E.Vesman*, "Deuteeriumi müü-molekulide tekke resonantsmehhanismi teoreetiline avastamine";

*I.Heinsalu, K.Müürsepp, H.Nestor, V.Olli* (postuumselt), *A.Raukas, M.Rubel, R.Urgard, H.Viiding* (postuumselt), tsükkel "Eesti geoloogia ajalugu";

*M.Kaljurand, M.Koel, E.Küllik* (postuumselt), "Kompuuterkromatograafia";

*G.Väljamäe, S.Seppel, T.Uutma, Ü.Sepp, J.Tilk, B.Gordon, U.Umbleja, Ü,Proode, J.Pere, B.Jantra*, "Mõõteseade ehitussegude reoloogilisteks uuringuteks";

*V.Aasmäe, I.Blinova, A.Vassiljev, V.Krõsanova, H.Luik, A.Laur, A.Maamägi, A.Meiner, Ü.Roosaare*, "Süsteemi "valgala-jõgi-laht" imitatsioon-modelleerimine".

## 1992. AASTA TEADUSPREEMIAD:

*Jüri Engelbrecht*, "Asümmeetrilised üksiklained. Sissejuhatav käsitlus" (inglise keelne monograafia). London & Harlow, Longman, 1991;

*Juhan Simovart*, "Veiste leukoosi etioloogia, epizootoloogia ja tõrjetulemused". Moskva, 1991;

*Asta Õim*, "Sünonüümisõnastik". Tallinn, 1991;

*Ain Heinaru* (kollektiivi juht), *Jaana Habicht, Ann Kilk, Maia Kivisaar, Andres Mäe, Allan Nurk*, "Biodegradatsiooniplasmiidide molekulaar-geneetiline uurimine ja bakteritüvede kasutamine praktikas". Tartu, 1992;

*Lembit Roostar* (kollektiivi juht), *Jüri Samariütel*, *Mati Ress*, *Tähti Saar*, *Toomas Aro*, *Toomas Hermlin*, *Iivi Köbas*, *Lidia Litvinova*, *Mae Randala*, *Ürjo Ploom*, *Jüri Väli*, *Arvo Klaar*, *Hannes Kuiv*, *Mehis Mikk*, "Kaasasündinud südamerikete kirurgiline ravi". Tartu, 1991.

1993. AASTAL jagati teaduspreemiad 4 valdkonda: 1) täppisteadused, 2) meditsiin ja põllumajandusteadused, 3) humanitaar- ja sotsiaalteadused ning pedagoogika ja 4) tehnikateadused. Majandusteadused võisid pretendeerida eraldi antavatele majanduspreemiatele.

1993. aasta TEADUSPREEMIAD:

täppisteaduste preemia: *Mart Elango*, "Elementaarsed mitteelastsed radiaatsiooniprotsessid";

põllumajandusteaduste preemia: kollektiiv koosseisus *Ilmar Mürsepp*, *Ülle Jaakmaa*, *Aavo Kallas*, *Jevgeni Kurõkin* ja *Elmar Valdmann*, "Embrüosiirdamistehnoloogia väljatöötamine ja rakendamine geneetilise progressi kiirendamiseks piimakarja kasvatuses";

tehnikateaduste preemia: kollektiiv koosseisus *Mart Min* (kollektiivi juht), *Raul Lang*, *Toomas Parve* ja *Ants Ronk*, "Optimaalsete faasisünkronisatsiooni süsteemide ning täpsete sünkroonmuundite loomise meetodid ja vahendid";

humanitaarteaduste preemia: *Juri Lotman*, "Valitud artiklid Tartu semiootika koolkonna uurimustest ja avastustest" ja *Juhan Peegel*, "Nimisõna poeetilised sünonüümid eesti regivärssides".

1994. AASTAL kehtestas Vabariigi Valitsus, et igal aastal määratakse üks riigiteaduspreemia "pikaajalise teadustöö tulemuste eest teadlasele või teadlaste kollektiivile" ning eelmise aasta parimate teadustulemuste esiletõstmiseks 5 aastapremiat järgmistes teadusvaldkondades:

- täppisteadused, keemia ja molekulaarbioloogia;
- tehnikateadused;
- arstiteadus;
- geo- ja bioteadused ning põllumajandusteadused;
- sotsiaal- ja humanitaarteadused (s.h. majandusteadused).

1994. aasta TEADUSPREEMIAD:

riigiteaduspreemia: *Voldemar Vaga*, Eesti kunstiajaloo-alaste uurimuste ja tööde eest;

täppisteaduste, keemia ja molekulaarbioloogia aastapreemia: *Maido Rahula*, "Uusi probleeme diferentsiaalgeomeetrias" (inglise keelne monograafia). World Scientific (1993);

tehnikateaduste aastapreemia: *Hillar Aben, Claude Guillemet*, "Klaasi fotoelastsus" (inglise keelne monograafia). Springer (1993);

arstiteaduse aastapreemia: *Marika Mikelsaar, Anne Ormison, Urmas Siigur, Epp Sepp, Reet Mändar, Irja Lutsar, Heili Varendi*, "Vastsündinu tervise mõjutamine mikrofloora kaudu" (teoreetilis-kliiniline uurimus 1993-1994); *Oleg Kurtenkov, Jevgeni Smorodin*, "Maovähi ja kasvajaheelsete seisundite avastamiseks leitud uue markeri alfa-2 makroglobuliini tähtsus vähi diagnostikas";

geo- ja bioteaduste ning põllumajandusteaduste aastapreemia: *Olav Renno* (kollektiivi juht), *Kalev Rattiste, Andres Kuresoo, Vilju Lilleleht, Eerik Leibak, Ene Viht, Jüri Keskaik, Rein Kuresoo, Eerik Kumari* (postuumselt), *Heinrich Veromann* (postuumselt), "Eesti linnuatlas" ("Valgus", 1993); *Arne Sellin*, "Taimede veemajanduse ökoloogiast" (artikkel, dets. 1992);

sotsiaal- ja humanitaarteaduste aastapreemia: *Olev Luguse ja Pentti Vartia* töögrupid: Eesti kollektiiv: *Heldi Aarma, Elmar Aedna, Eike Hindov, Alfred Kasepalu, Toivo Kuus, Peeter Marksoo, Teet Rajasalu, Urve Venesaar, Mare Viies*; Soome kollektiiv: *Pasi Ahde, Robert Hagfors, Maia-Liisa Järviö, Kalevi Koljonen, Heikki A. Loikkanen, Antti Romppanen, Seppo Laakso*, "Eesti ja Soome sotsiaalmajandusliku arengu võrdlus" (Helsingi, 1993); *Gustav Vilbaste* (postuumselt), *Erast Parmasto, Heino Ahven* (postuumselt), *Eeva Ahven, Eevi Ross, Madis Peil*, "Eesti taimenimetused" (1993).

#### 1995. AASTA TEADUSPREEMIAD:

riigiteaduspreemia *Heidi-Ingrid Maaros* (kollektiivi juht), *Tamara Vorobjova, Raivo Uibo, Kalle Kisand, Rein Tammur, Tiiu Kivik ja Kaljo Villako* epidemioloogilise populatsiooni juhuslikul valikul põhineva meditsiinilase uurimuse eest "*Helicobacter pylori* infektsiooni sagedus Eestis";

täppisteaduste, keemia ja molekulaarbioloogia aastapreemia: *Jaak Lõhmus, Eugen Paal, Leo Songsepp*, "Mitteassotsiatiivsed algebrad füüsikas" (inglise keelne monograafia). Hadronic Press, 1994;

tehnikateaduste aastapreemia: *Valdek Kulbach ja Karl Õiger*, "Rippkonstruktsioonide arvutusmeetodid ja Tartu laululava kõlaekraan";

arstiteaduse aastapreemia: *Kaljo Villako* (kollektiivi juht), *Agü Tamm, Ivo Kuusk, Margus Lember, Rein Tammur, Toomas Väli*, "Pärilik hüpolaktaasia -

levik, bioloogilised ja kliinilised aspektid"; *Siiri Veromann*, "Silmaläätse kasvjad, eksperimentaalsed ja histoloogilised aspektid",

geo- ja bioteaduste ning põllumajandusteaduste aastapreemia: *Jaan-Mati Punning* (kollektiivi juht), *Katrin Erg*, *Mati Ilomets*, *Erik Kaljuvee*, *Edgar Karofeld*, *Olevi Kull*, *Tiiu Koff*, *Are Kont*, *Valdo Liblik*, *Diana Makarenko*, *Igna Rooma*, *Avo Rätsep*, *Mart Varvas*, *Arvi Toomik*, *Martin Zobel*, "Kirde-Eesti maastike areng ja nende antropogeenne transformatsioon";

sotsiaal- ja humanitaarteaduste aastapreemia: *Helle Metslang*, "Aja kategooriad eesti keeles";

#### 1996. AASTA TEADUSPREEMIAD:

riigiteaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadustöö eest: *Ilmar Öpik* energeetika-alaste uuringute ja *Hans-Voldemar Trass* lihhenoloogia-alaste uuringute eest;

täppisteaduste, keemia ja molekulaarbioloogia aastapreemia *Karl Rebane*, *Artur Suisalu*, *Viktor Palm (jun.)*, "Ühe lisandimolekuli spektroskoopia";

tehnikateaduste aastapreemia jagati kahe töö vahel: *Ülle Kotta*, "Pööramiseetod diskreetsete mittelineaarsete juhtimissüsteemide sünteesi-ülesannetes" (inglise keelne monograafia). Springer, 1995; *Leo Mõtus*, *Michael Godfrey Rodd* (Walesi ülikooli prof.), "Reaalaja tarkvara dünaamika analüüs" (inglise keelne monograafia). Elsevier Science Ltd/Pergamon, 1994;

arstiteaduste aastapreemia *Olga Voloč*, *Lagle Suurorg*, *Merilaid Saava*, *Elionora Solodka*, *Inna Tur*, "Südame- ja veresoonkonnahaiguste preventiooni põhisuundade väljatöötamine ja ellurakendamine pikaajaliste (1980-1995) epidemioloogiliste uuringute alusel";

geo-, bio- ning põllumajandusteaduste aastapreemia *Anto Raukas* publikatsioonide seeria eest Loode-Euroopa kvaternaargeoloogiast;

sotsiaal- ja humanitaarteaduste aastapreemia *Mati Erelt*, *Reet Kasik*, *Helle Metslang*, *Henno Rajandi*, *Kristiina Ross*, *Henn Saari*, *Kaja Tael*, *Silvi Vare*, "Eesti keele grammatika" I-II.

1997. AASTAL otsustas Vabariigi Valitsus, et aastas antakse välja üks teaduspreemia pikaajalise tulemusliku teadustöö eest ja kaheksa aastapreemiat eelmisel aastal valminud ja avaldatud parimate tööde esiletõstmiseks erinevates teadusvaldkondades.

Nendeks valdkondadeks määrati:

- täppisteadused;
- keemia ja molekulaarbioloogia;
- tehnikateadused;
- arstiteadus;
- geo- ja bioteadused;
- põllumajandusteadused;
- sotsiaalteadused;
- humanitaarteadused.

Riigi teaduspreemiate komisjon määrati Vabariigi Valitsuse poolt järgmises koosseisus:

Esimees	Jüri Engelbrecht	- Eesti Teaduste Akadeemia president
Liikmed:	Mati Erelt	- Tartu Ülikooli korraline professor
	Ene Ergma	- Tartu Ülikooli korraline professor
	Raimund Hagelberg	- akadeemik, Eesti Panga Nõukogu liige
	Hiie Hinrikus	- Tallinna Tehnikaülikooli professor
	Ain-Elmar Kaasik	- akadeemik, Tartu Ülikooli korraline professor
	Mait Klaassen	- Eesti Põllumajandusülikooli rektor
	Andres Koppel	- Zoologia ja Botaanika Instituudi vanemteadur
	Ilmar Koppel	- akadeemik, Tartu Ülikooli korraline professor
	Hans Küüts	- akadeemik, Jõgeva Sordiaretuse Instituudi direktor
	Marju Lauristin	- Tartu Ülikooli korraline professor
	Andres Metspalu	- Tartu ülikooli korraline professor
	Leo Mõtus	- akadeemik, Tallinna Tehnikaülikooli professor
	Peeter Saari	- akadeemik, Füüsika Instituudi laborijuhataja
	Rein Vaikmäe	- Geoloogia Instituudi direktor
	Eero Vasar	- Tartu Ülikooli korraline professor
	Igor Černov	- Tartu Ülikooli korraline professor

Koostanud *Villi Ehatamm*

Mai 1997.a.

EESTI VABARIIGI  
TEADUSPREEMIAD

1997

TALLINN, 1997

