

Tartu 1994

4

ESS

EESTI STATISTIKASELTS

# Teabevihik



Tartu 1994

4



EESTI STATISTIKASELTS

# Teabevihik

## SISUKORD

Eessõna .....	3
Seminari "Matemaatiline statistika tänapäeva koolis" kava .....	4
E.-M. Tiit. Matemaatilise statistika õpetamisest koolis .....	5
O. Prints. Pilk matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise tegelikkusesse .....	13
A. Telgmaa. Statistika ja tõenäosusteooria alged põhikoolis .....	23
R. Kolde. Tõenäosusteooria ja statistika õpetamisest kesk- koolis .....	26
E. Saks. Statistika õpetamisest Tallinna Pedagoogikaülikoolis ...	30
V. Tamm. Statistika majanduse algõpetuses .....	34
S. Roomets. Matemaatilise statistika meetodid raamatukogun- duses .....	37
P. Pae, A.-M. Parring. Kas loovustest mõõdab loovust? .....	40
K. Hiob, A. Rääbis. Matemaatilise statistika õpik ja program- mipakett STATKOOL .....	46
L.-M. Tooding. Rahvusvahelise Statistikahariduse Assotsiat- siooni tegevusest .....	56
Kroonika. Tartu 5. Mitmemõõtmelise Statistika konverents .....	60

## EESSÕNA

Tartu Ülikooli, Tallinna Pedagoogikaülikooli ja Eesti Statistika-seltsi korraldusel peeti 8.– 9. aprillil 1994. a. Tallinna Pedagoogika-ülikoolis seminar "Matemaatiline statistika tänapäeva koolis". Esi-tati 14 ettekannet, kuulajaid oli 60 ringis Eesti eri paigust, seal-hulgas üle 30 kooliõpetaja. Konverentsi eesmärgiks oli teadvustada käsiloleva koolireformi käigus statistikahariduse vajadust, arutleda selle sisu üle erinevatel kooliastmetel ja kaaluda reaalseid võimalusi statistika ja tõenäosusteooria õpetamiseks koolis. Toimus diskus-sioon matemaatika uue õppekava üle, seda eeskätt statistikahariduse seisukohalt.

Käesolevasse kogumikku on koondatud valik seminaril peetud ettekannetest.

Kogumiku kroonikaosas on esitatud Tartu 5. Mitmemõõtmelise Statistika konverentsi korraldava komisjoni aruanne. See rahvusva-heline konverents toimus Tartu mitmemõõtmelise statistika konve-rentside (nn. Kääriku konverentside) seerias Tartus ja Pühajärvel 23.–28. maini 1994. aastal. Osavõtjaid kogunes 80, esindatud oli 19 riiki.

## SEMINARI "MATEMAATILINE STATISTIKA TÄNAPÄEVA KOOLIS" KAVA

Reede, 8. aprill 1994. a.

Hommikupoolne istung, 11.00–13.00

Avamine.

1. E.-M. Tiit. Statistikaga seotud ainete õpetamisest koolis (meil ja mujal).
2. O. Prints. Pilk matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria õpetamise tegelikkusesse.
3. K. Velsker. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise kogemus Eesti koolis.
4. V. Tamm. Statistika majanduse algõpetuses.
5. A. Rääbis, K. Hiob. Süsteem "Statkool" ja selle kasutamise praktika.

Tarkvara demonstratsioon.

Õhtupoolne istung, 14.00–17.00

1. M. Vähi. Matemaatilise statistika õpetamine Tartu Ülikoolis väljaspool Matemaatikateaduskonda.
2. E. Saks. Statistika õpetamisest Talinna Pedagoogikaülikoolis.
3. S. Roomets. Matemaatilise statistika meetodid raamatukogunduses.
4. L.-M. Tooding. Rahvusvahelise Statistikahariduse Assotsiatsiooni (IASE) tegevusest.

Laupäev, 9. aprill 1994. a., 10.00–15.00

1. P. Pae. Kas loovustest mõõdab loovust?
2. A. Telgmaa. Statistika ja tõenäosusteooria elemendid põhikoolis.
3. R. Kolde. Tõenäosusteooria ja statistika uutes kooliõpikutes.
4. I. Petersen. Statistika koolis — kas ja kuidas.
5. H. Uudelepp. Matemaatiline statistika ja tõenäosusteooria uues õppekavas.

Diskussioon uue õppekava üle.

# MATEMAATILISE STATISTIKA ÕPETAMISEST KOOLIS

Ene-Margit Tiit

Tartu Ülikool, Matemaatilise Statistika Instituut

## Pilk seljataha

Matemaatiline statistika jõudis käesoleva sajandi esimesel poolel oma arengus oluliste edusammudeni: töötati välja statistiliste hüpoteeside kontrollimise ja parameetrite hindamise teooria, rajati meetodika mitmemõõtmeliste statistiliste mudelite konstrueerimiseks, matemaatilist statistikat hakati üha ulatuslikumalt rakendama teadusuuringutes.

Sel perioodil jõudis matemaatiline statistika kui õppeaine paljudesse ülikoolidesse, kuid mitmel maal ka keskkoolidesse. Niisuguste maade hulgas oli ka Eesti Vabariik.

Hoolimata väga tugevast tõenäosusteooria koolkonnast Nõukogude Liidus (N. Kolmogorov, B. Gnedenko jt.), mille tulemusena ka ülikoolides oli tõenäosusteooria tase enamasti väga kõrge, ei ulatunud tõenäosusteooria üldiselt nõukogude koolidesse. Halvem oli lugu matemaatilise statistikaga, see ei kuulunud laialt levinud ainete hulka kõrgkoolis ja hoopiski mitte keskkoolis.

Ka nn. majandusstatistika oli koolis äärmiselt nõrgalt esindatud, selle üheks põhjuseks oli nähtavasti ka majandus- ning üldse statistikaandmete salastatus.

Samal ajal tegi matemaatilise statistika kõrval võidukäiku rakendusstatistika, eriti arenenud maailmas. Väga oluliselt aitas siin kaasa üldine komputriseerumine, sest aastakümneid oli statistika arengut takistanud statistiliste arvutuste töömahukus. Loomulikult mõjutas ühiskonnas toimuv ka kooliseinte vahel kulgevat elu, ning koos kooli komputriseerumisega, mis sai tõsise hoo sisse 80-ndail aastail, algas ka tõenäosusteooria ja (matemaatilise) statistika invasioon kooliprogrammidesse.

Tähelepanu väärib tõsiasi, et ka nõukogude perioodil püsib eesti kool matemaatikaprogrammi uuendamise esirinnas. Juba 70-ndatel aastatel jõuavad kooli tõenäosusteooria mõisted – esialgu küll peamiselt eriklassides ja eksperimentaalõpikute kaudu. Paralleelselt levib

mõte, et koolides on tarvis pühendada tähelepanu ka majandusstatistikale. Ometi ei jõuta tegudega selles valdkonnas eriti kaugele.

### Mis toimub maades meie ümber?

Katsetused selles valdkonnas toimuvad ka teistes riikides. Lahendamist vajab mitu dilemmat:

- kas õpetada rõhuasetusega tõenäosusteooriale või statistikale;
- kas koolis õpetatav statistika peaks kuuluma matemaatilise statistika, rakendusstatistika või majandusstatistika alla ja missuguses ulatuses peaks ta katma nimetatud (ja veel teisi) statistika valdkondi;
- kas alustada õpetust varakult ning õpetada väikeste palade kaupa pikka aega või võtta läbi terviklik kursus suhteliselt lühema aja jooksul;
- kas alustada tõenäosusest (teoreetiline lähenemine) või statistikast (rakenduslik lähenemine);
- kui suures ulatuses on otstarbekas kasutada tõenäosusteooria ja (matemaatilise) statistika õpetamisel arvuteid?

Siin on huvitav märkida USA 90-ndatel aastatel käivituvat haridusreformi, mille käigus koolimatemaatikasse (kõikidel astmetel) lisati tõenäosusteooriat ja matemaatilist statistikat kahe peamise põhjendusega:

- et muuta matemaatika kui õppeaine õppijatele huvitavamaks;
- et valmistada õppureid kui tarbijaid eluks paremini ette, õpetada ja harjutada neid langetama otsuseid osaliselt määramatus (juhuslikus) keskkonnas.

Tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika ettevalmistav kursus algab juba lasteajal tasemel objektide järjestamise, klassifitseerimise, sageduste loendamise kaudu.

Väga oluliseks hariduse elemendiks peetakse oskust aru saada ajalehtedes ja ajakirjades esitatavatest tabelitest, diagrammidest, graafikutest. Nende oskusteni tuleb jõuda nii varakult, et nendest ei jääks ilma ka need kodanikud, kelle koolitee jääb suhteliselt lühikeks.

Paljudes riikides kuuluvad kooliharidusesse ka mõned statistika rakenduslikud valdkonnad, näiteks rahvastikustatistika. Statistika põhitõdede ja -mõistete tundmist eeldavad mitmed teisedki õppeained, eriti loodus- ja ühiskonnateadused.

### Mis on toimumas Eestis statistika õpetamise alal?

Arusaamine, et juhuslikkust modelleerivad teadused — tõenäosusteooria ja matemaatiline statistika — peaksid standardse osana kooliharidusesse kuuluma, jõuab samm-sammult ka Eestisse.

Ühelt poolt on asjahuvilised õpetajad ning õppejõud kirjutanud õppevahendeid ja eriklassides ning osalt ka tavaliste koolide lõpuklassides juba paari aastakümne jooksul tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika elemente õpetanud.

Teiselt poolt on see tegevus jäänud põhiliselt entusiastide harrastuseks. Ei ole toimunud kõiki osapooli haaravat tõsist ja asjatundlikku arutelu järgmiste küsimuste üle:

- missugune peaks olema tõenäosusteooria ja statistika õpetamise eesmärk koolis;
- millal ja missugustes koolides ning klassides peaks neid aineid õpetama;
- missugused küsimused tõenäosusteooriast, matemaatilisest statistikast ja rakendusstatistikast tuleks panna kooliprogrammi;
- missugused peaksid olema nende ainete õpikud; kes neid kirjutaks, retsenseeriks, kirjastaks; kes finantseeriks seda tegevust;
- kuidas peaksid tõenäosusteooria ja matemaatiline statistika seostuma teiste matemaatika osadega, arvutiõpetuse ja teiste õppeainetega;
- kui võrd valmistatakse õpetajaid ette nimetatud ainete õpetamiseks; kas toimib efektiivne täiendõppesüsteem nende jaoks, kes ei ole seda ainet võimelised õpetama.

Püüame vastata püstitatud küsimustele.

**Kes koostaks uue kooliprogrammi?** Tahaksin siin rõhutada, et uute ainete lülitamine kooliprogrammi ei saa olla ainult õpetajaskonna küsimus. Arenenud riikides tõmmatakse kooliprogrammide ümberstruktureerimisse ja uuendamisse kaasa nimelt **tippteadlasi**,

kes oskavad anda hinnanguid ja prognoose ühe või teise teadusvaldkonna arengusuundade kohta ja määratleda teadusharude kaalu kasvava põlvkonna üldhariduses. Seda tegevust hinnatakse mitte kui entusiastide hobi, millele heal juhul leitakse ka väike majanduslik kate, vaid kui **suure tähtsusega riiklikku programmi**, millega loomulikult kaasneb vastava kaalukusega riiklik tellimus.

Eestis on paraku koolireform jäänud peamiselt entusiastide, sh. peamiselt kooliga seotud inimeste (õpetajate, metoodikaõppejõudude) huvi- ja teabesfääri.

**Mis peaks olema tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika õpetamise eesmärk?** Matemaatika õpetamise eesmärk ei piirdu kaugeltki üksnes praktilise rehendamisoscuse ja muude taoliste oskuste andmisega. Väga olulisel määral on eesmärgiks loogilise arutlemise oskuse arendamine, sellest tulenevalt ratsionaalse, nn. "matemaatilise" mõtteviisi kujundamine.

Et juhuslikud sündmused ja juhuslikud suurused (üldisemalt — juhuslikud nähtused), on seni klassikalisest koolimatemaatikast välja jäänud, ei ole tänapäeval suurema osa keskmiselt haritud inimeste maailmapildis **juhuslikkuse**l kui ratsionaalsel nähtusel kohta.

Selle tulemuseks on kahetsusväärased vead statistikatulemuste esitamisel ja tõlgendamisel, mis on muutunud üpris igapäevaseks eesti ajakirjanduses (drastiline näide — ajaleht "Postimees" kirjutas loteriist, milles võitmise tõenäosus on suurem kui 3). Täielik harimatus juhuslikkuse ratsionaalse tõlgendamise osas loob eeldused igasuguseks müstikaks, mille kohta on näiteid nii ühiskonnaelus kui massikommunikatsioonis enam kui küllalt.

Siit järeldub, et statistikat, eriti aga selle aluseks olevat tõenäosusteooriat, tuleks käsitleda **matemaatiliselt**, mitte piirdudes praktiliste reeglite ja näidetega.

**Millal tuleks tõenäosusteooriat ja statistikat koolis õpetada ja millest alustada?** Tõenäosusteoreetilise või statistilise mõtteviisi kujunemine ei toimu kiiresti, samuti nagu ka geomeetrilise tunnetuse kujunemine. Siit järelduvalt oleks otstarbekas alustada statistikaõpinguid suhteliselt vara. Teisest küljest on aga **matemaatilise statistika aluseks olev tõenäosusteooria** terviklik



ainelõik, mida paljudesse klassidesse laiali puistata ei ole otstarbekas. Oma taseme poolest sobib tõenäosusteooria matemaatiline käsitlus keskkooli vanematesse klassidesse.

Nähtavasti on otstarbekas õpetada statistikat ja tõenäosusteooriat kolmes kontsentris.

Esimese kontsentri moodustaks (kõikne) statistika valimi ja üldkogumi mõistetest, kus mõõdetakse samu objekte, mille kohta soovitakse järeldusi teha (oma klass, oma kool). Siia sobib hea näitematerjalina juurde ka rahvastiku (rahvaloenduse) statistika, andmed oma linna, valla, küla kohta. Saab selgeks, mis on statistilised andmed, mil viisil neid esitatakse ja töödeldakse — koostatakse variatsioonriidu ja sagedustabeleid, tehakse diagramme, arvutatakse aritmeetilisi keskmisi ja mediaane, võib-olla ka teisi kvantiile.

Selle kursuse osa puhul on parem vältida mõisteid "tõenäosus" ja "jaotus", samuti on liiga vara rääkida valimist ja üldkogumist, statistiliselt olulistest nähtustest, usalduspiiridest jmt.

Põhimõtteliselt on see aineosa liigendatav mitmesse klassi. Näiteks võiks alustada suhteliselt nooremas klassis väikese kogumi variatsioonrea, miinimumi, maksimumi ja mediaaniga, hiljem tuleksid diskreetse tunnuse sagedustabel ja tulpdiaagramm. Veelgi hiljem liisanduksid pideva tunnuse klassifitseerimiseeskirja määramine ning tabuleerimine.

Teise kontsentri moodustaks tõenäosusteooria, mis kindlasti peaks haarama klassikalise tõenäosuse koos kõigi tema omadustega ja moodustama loogilise terviku. Edasi järgneks klassikalise tõenäosuse üldistus nn. statistilise tõenäosuseni, mille teatavaks loogiliseks põhjenduseks olev suurte arvude seadus peaks samuti kooliprogrammi kuuluma (range tõestuseta).

Tõenäosusteooria jääb praktilistest rakendustest kaugele seni, kuni pole kasutusele võetud juhusliku suuruse mõistet. Kerge on defineerida lihtne (lõpliku hulga väärtustega) juhuslik suurus, millega ongi tõenäosusteooria kursuses täiesti mõeldav piirduda.

Kolmanda kontsentri moodustaks matemaatiline statistika. Selle puhul on keskseks mõtteks üldkogumi ja valimi idee, mille praktiliseks teadvustamiseks on tarvis jõuda mingi jaotusparameetri hindamiseks, et tunnetada hindamistäpsuse sõltuvust valimimahust. Siit

on ainult üks samm vahemikhinnanguni, mille abil saab leida kõige lihtsama eeskirja statistiliste hüpoteeside kontrollimiseks ja nii jõuda matemaatilise statistika teatud mõttes kõige olulisema valdkonna juurde.

Kuigi nimetatud palad on võimalik klassis suhteliselt lühikese aja jooksul läbi võtta, on selge, et nende uute mõistete omaksvõtmine ja kinnistumine on aeganõudev protsess. Oleks liigne optimism loota, et see õnnestub lihtsalt.

**Kas arvutiga või ilma?** Jätame hetkeks kõrvale arvutite olemasolu probleemi ja vaatleme küsimust eeldusel, et koolis on arvutid või arvutiklass.

Kursuse esimene kontsenter — nimetame seda lihtstatistikaks — on tänuväärt materjal arvuti kasutamiseks. Selleks on tarvis rakedada olemasolevat tarkvara andmete tabuleerimiseks ja tulp- ning sektordiagrammide trükkimiseks.

Kursuse teises osas on arvuti kasutamisest abi eeskätt juhuslikkuse simuleerimiseks (genereerimiseks) juhuslike arvude generaatori abil. Eeldades, et õpilastel on elementaarne programmeerimisoskus omandatud, on võimalik neile anda lihtsaid ülesandeid täringu-, mündiviske jmt. modelleerimiseks ning sündmuste statistilise tõenäosuse arvutamiseks korduvate katsete seerias.

Kursuse kolmandas osas on kõige olulisemaks võimalus modelleerida arvuti abil valimite moodustumist üldkogumis ning teha õppuritele selgeks ja tunnetatavaks valimi juhuslikkus ning üldkogumi ja valimi vastavate parameetrite vahekord. Ka siin on tihti sisukam piirduda nõ. oma programmidega. Loomulikult annavad sellele kursuse osale tõhusat abi ka mitmesugused statistilise andmetötluse standardprogrammid.

**Kes kirjutaks õpperaamatuid?** Teadlaste ja õppejõudude kaasamist õppevahendite kirjutamisele takistab üsna levinud hirm — teadlased ning õppejõud kirjutavad liialt teoreetiliselt ja keeruliselt, nende mõttekäike pole võimalik jälgida.

Kaheldamatult on ka selles hirmus oma tõetera — õppejõud on tõepoolest harjunud veidi teisel tasemel auditooriumiga. Kuid paljud meist kaheldamatult suudavad end sobivas suunas pingutades kirju-

tada vajaliku arusaadavusega. Hoopiski raskem on kirjutada head õpikut meetodikul, kes võib küll täiuslikult vallata aine jõukohase esitamise kunsti, kuid kellel puudub ülevaade ainest kui tervikust, tema probleemidest ja nende tagamaast.

Loomulikult on parimaks lahenduseks teaduri ja meetodiku hea koostöö. Paraku saab see sujuda üksnes vastava meeskonna olemasolu korral ning selle kujunemine on aeganõudev protsess.

**Kes koolitaks õpetajaid?** Et teatavat ainet õpetada, peaks õpetaja teadmiste pagas selles valdkonnas olema märksa ulatuslikum ja avaram kui kavatsetakse õpilastele edasi anda.

Õpetajate osas on tarvis kõnelda kahest erinevast asjast — olemasolevate õpetajate **täiendkoolitamisest** ja uute õpetajate **ettevalmistamisest**.

Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria õpetajate ettevalmistamiseks on Tartu Ülikoolis head võimalused — siin töötab Matemaatilise Statistika Instituut, milles on nii tõenäosusteooria kui ka matemaatilise statistika professorid, ning on välja kujundatud matemaatilise statistika õppekavad kraadiõppe astmel, ülem-, kesk- ja alamastmel. Tundub, et matemaatilise statistika õpetamiseks koolis annaks sobiva ettevalmistuse matemaatilise statistika alamaste, mis sisaldab lisaks kohustuslikule kursusele tõenäosusteooria I veel kursused tõenäosusteooria II, matemaatiline statistika I ja andmeanalüüs.

Kahjuks on praegu õpetajate ettevalmistuses kohustuslik tõenäosusteooria osa märksa väiksem ning statistika puudub matemaatikaõpetajate ettevalmistusest kohustusliku ainena hoopiski.

Teistes õpetajaid ettevalmistavates kõrgkoolides, sh. Tallinna Pedagoogikaülikoolis, on tõenäosusteooria alase koolitamise võimalused tagasihoidlikumad, sest puudub vastava orientatsiooniga kaader.

Mis puutub täiendkoolitusse, siis tuleb oletada, et valdaval osal Eesti keskkoolides töötavatest matemaatikaõpetajatest on küll olemas vajalik matemaatiline baasharidus ja kultuur selle aine õpetamiseks; kuid puudu jääb konkreetsetest teadmistest ja veel enam õpetamise meetodikast.

Olukorra parandamisele peaks kaasa aitama vajalike õppevahendite (sh. ka õpetajale mõeldud raamatu) kirjastamine ning täienduskursuste korraldamine. Viimastel ei saa eeldada aine selgeksõpetamist, vaid need peaksid pigem julgustama õpetajaid ise mõtlema ja tegutsema.

# PILK MATEMAATILISE STATISTIKA JA TÖENÄOSUSTEORIA ELEMENTIDE ÕPETAMISE TEGELIKKUSESSE

Olaf Prints

Tartu Ülikool, Puhta Matemaatika Instituut

## Sissejuhatuseks

Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamist koolis hakati mõnedes riikides taotlema käesoleva sajandi algul rahvusvahelise koolimatemaatika reformi käigus (vt. [2], 2.1). Kui noor Eesti Vabariik jõudis 20-ndate aastate algul oma kooli õppekavade korrastamiseni (tugineti ju esialgu tsaariaegsetele programmidele), siis sealgi nähti ette õpetada tõenäosusteooria elemente keskkooli lõpuklassides (vt. [2], 4.2.3).

Teatavasti kirjutas esimese eestikeelse algebra kooliraamatu "Arvu vald" Juhan Kurrik 1879. a. (vt. [1], 7.2). Nelikümmend aastat hiljem ilmusid järgmised eestikeelsed algebra raamatud Th. Koiigi, D. Rootsmani, V. Pääsi ja P. Ederbergi sulest. Viimased kaks olid oma raamatusse lülitanud ka tõenäosuse elementide käsitluse (vt. [3], 4.5). 1924. aastal asutatud Matemaatika Õpetamise Komisjon ja selle esimees prof. G. Rägo taotlesid ka matemaatilise statistika elementide õpetamist Eesti koolis.

Kolmekümnendate aastate lõpul, kui Eestis kehtestati standardõpikute süsteem, lülitasid näiteks E. Etverk ja G. Rägo oma õpikusse nii tõenäosusteooria kui ka matemaatilise statistika elemente. Neil aastail hakkas matemaatika selle osa õpetamist koolis propageerima ka tulevane professor ja akadeemik Arnold Humal, esinedes vastavate ettekannetega mitmetel õpetajate kursustel ja päevadel (vt. [3], 4.5).

Kuuekümnendate aastate Nõukogude Eestis asus tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika õpetamise võimalusi uurima praegune matemaatika didaktika õppetooli juhataja ja professor Kalle Velsker. 1973. a. kaitses ta oma selleteemalist väitekirja (vt. [10]) ning mõni aasta hiljem ilmusid meie kooliraamatuisse tema poolt koostatud vastavad peatükid (vt. [5]).

Mõningat huvi matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise vastu tundis ka käesoleva kirjutise autor, avaldades vastava fakultatiivkursuse õpiku (vt. [4]).

Seitsmekümnendate aastate lõpul hakati meie koolides ametlikult õpetama tõenäosusteooria elemente. See katse ei olnud aga väga edukas. Takistavateks asjaoludeks olid ühelt poolt õpetajate vähene ettevalmistus selle aine õpetamiseks (polnud ju paljud seda ainet ka kõrgkoolis õppinud) ning teiselt poolt vastavate peatükkide mitte kõige õnnestunud asend programmis ja õpikus. Neil põhjustel jäeti mõnigi kord vastav peatükk koolis käsitlemata. Nüüd, kus jällegi tehakse ponnistusi kõne all oleva temaatika laiaulatuslikumaks käsitlemiseks koolis, on põhjust arvata, et püütakse vältida eelmise katsetuse puudujääke. Pealegi on matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria õpetamise vastu hakanud huvi tundma ka Tartu Ülikooli Matemaatilise Statistika Instituut professor Ene Tiidu juhtimisel.

## **1. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria ülesannetest rahvusvahelises matemaatika testis.**

Vastavate rahvusvaheliste organisatsioonide poolt hakati organiseerima rahvusvahelisi matemaatika teste 1964. a. Teine ulatuslikum test korraldati 1981. aastal. Kolmekümne viie riigi spetsialistide poolt koostatud testides VII ja XII õppeaasta õpilastele jaotusid ülesanded temaatika järgi järgmiselt:

VII klassis (5 testi, kokku 176 ülesannet):

aritmeetika — 26%, algebra — 23%, geomeetria — 27%, matemaatilise statistika alged — 10% ja mõõtmisülesanded — 14%.

XII klassis (8 testi, kokku 136 ülesannet):

hulgad, relatsioonid, funktsioonid — 5%, arvjadad — 14%, algebra — 18%, matemaatiline analüüs — 34%, geomeetria — 20%, tõenäosusteooria ja matemaatiline statistika — 5% ning muud (kombinaatorika) — 3%.

Vastavate ülesande liikide lahendatuse iseloomustamiseks esitame Soome õpilaste tulemused tütarlaste (T) ja poiste (P) kaupa eraldi (vt. [7]).

## VII klass

	T	P
Aritmeetika	45.1	41.4
Algebra	46.5	42.2
Geomeetria	43.8	42.8
Matem. statistika	63.2	58.1
Mõõtnisülesanded	47.3	46.8

## XII klass

	T	P
Relatsioonid, hul- gad, funktsioonid	71.6	76.3
Arvjadad	51.9	57.1
Algebra	65.6	71.4
Geomeetria	39.0	46.4
Matem. analüüs	52.3	59.0
Tõenäosusteooria, matem. statistika	49.8	70.0
Muu	34.7	50.0

Olgu märgitud, et rahvusvahelises testis olid Soome abiturientide tulemused ühed parimatest. Analoogiline uurimus on läbi viidud ka Eestis, kuid selle tulemuste avalikustamine viibib.

Järgnevalt tutvustame mõningaid rahvusvahelise testi matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria ülesandeid, mis Soome õpilastele osutusid suhteliselt kergeteks või suhteliselt rasketeks.

VII klassi ülesannete hulgast tõstame esile järgmisi:

- 1) "Mati sai kolme kontrolltöö eest vastavalt 78, 76 ja 74 punkti, Marju aga 72, 82 ja 74 punkti. Võrdle Mati ja Marju tulemuste keskväärtusi." Ülesande lahendamise edukus: poisid — 75.7% ja tütarlapsed — 63.9%.
- 2) "Urnis on 5 musta ja 1 punane kuul. Kui võtad sealt huupi ühe kuuli, siis kui suur on tõenäosus, et saad punase kuuli?" (P — 42.3% ja T — 40.5%).

Kõige raskemaks osutus järgmine ülesanne:

- 3) "Ühes riigis on 36 000 000 elanikku, kellest 7 000 000 on alla 21 aasta vanused tütarlapsed. Kui elanikkonna vanust kujutada

sektordiagrammil, siis kui suur tuleb võtta alla 21-aastastele tütarlastele vastava sektori kesknurk?" (P — 21.6% ja T — 18.1%).

Oli ka ülesanne, mis nõudis otsustamist, missugust meetodit kasutada püstitatud probleemi lahendamiseks:

4) "Sul tuleb selgitada, kas jõhvikajook on koolis kõige enam tarvitatav karastusjook. Missugune järgmistest soovitustest annab kõige usaldatavama vastuse?"

A — tee kindlaks prügikasti visatud jõhvikajoogi pudelite arv;

B — küsi kooli puhvetipidajalt, mitu kasti jõhvikajoogi on ta tellinud viimasel kuul;

C — küsi tuttavatelt (sõpradelt), kas jõhvikajook on nende lemmikjook;

D — küsi karastusjooke kooli toovalt autojuhilt, kas jõhvikajook on tema lemmikjook;

E — pane kirja koolis ühe nädala jooksul müüdud karastusjookide pudelite arv." (P — 63.7% ja T — 55.6%).

Seitsmenda klassi poiste ja tüdrukute ülesannete lahendamise oskustes olulist erinevust polnud.

Kaheteistkümnenda klassi seitsmest sellealasest ülesandest olid aga kõik ülesanded noormeeste poolt lahendatud paremini kui tütarlaste poolt.

Tutvume nende ülesannetega.

1) "24 kaarti on nummerdatud arvudega 1-24. Kui need kaardid segatakse ja seejärel valitakse huupi üks kaart, siis kui suur on tõenäosus, et võetud kaardil olev arv jagub kas 4-ga või 6-ga?" (P — 48.5% ja T — 30.4%).

2) "Ühes riigis korraldati kõigile ülikooli astunuile matemaatika test. Keskväärtuseks saadi 50 punkti standardhälbega 20 punkti. Kui oletada, et punktide arv jaotub normaalselt, siis ligikaudu mitu protsenti üliõpilastest sai tulemuseks enam kui 30 punkti?" (P — 45.7% ja T — 27.3%).

3) "Üks ja sama kontrolltöö lahendati kahes klassis. Ühes klassis oli 20 õpilast ja keskmine tulemus 12.3 punkti, teises klassis 30 õpilast ja keskmine tulemus 14.8 punkti. Kui suur on kõigi 50 õpilase keskmine tulemus?" (P — 73.9% ja T — 43.3%).



Ülesannete hulgas oli ka järgmine klassikaline ülesanne:

- 4) "Häiresüsteem koosneb kahest sõltumatust sireenist, mille funktsioneerimise tõenäosus on vastavalt 0.95 ja 0.90. Leida tõenäosus, et häireolukorras vähemalt üks sireen töötab?" (P — 48.5% ja T — 30.4%).

Lisame näidetena paar kombinatoorika ülesannet:

- 1) "Kontrolltöös on 13 ülesannet. Õpilased peavad lahendama ühe kahest esimesest ülesandest ja ülejäänutest 9 ülesannet. Mitmel erineval viisil on õpilasel võimalik endale ülesandeid valida?" (P — 92.8% ja T — 94.0%).
- 2) "Mitmel erineval viisil saab asetada riiulile 5 paksu, 4 keskmist ja 3 õhukest raamatut nii, et samapaksused raamatud jääksid ikka kõrvuti?" (P — 53.2% ja T — 45.7%)

## 2. Ülesannete näiteid Soome ja Hollandi koolide küpsuseksamitelt

Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise taset üksikutes riikides iseloomustavad kõige paremini küpsuseksameile valitud ülesanded.

Soome viimaste aastate küpsuseksamite ülesannete hulgas toruvad silma geomeetrilise tõenäosuse tundmist eeldavad ülesanded. Siinkohal üks näide:

"Nelinurga tipud on punktides  $A(5;5)$ ,  $B(2;2)$ ,  $C(5;-1)$  ja  $D(8;2)$ . Vektori  $\vec{v} = a\vec{i} + b\vec{j}$  alguspunkt on  $E(-2;3)$  ja lõpp-punktiks üks juhuslikult valitud selle nelinurga sisepunkt. Kui suur on tõenäosus, et 1)  $a > 0$  ja 2)  $b > 0$ ?" (vt. [8]).

Mitmetes riikides esitatakse küpsuseksamite ülesanded ahelülesannetena, mille üks osa nõuab matemaatilise statistika või tõenäosusteooria elementide tundmist. Toome ühe taolise ülesande näite Hollandist.

"Kaubalaos on teatud sorti pesupulbrit. Seal on ka vajalik pakkimismasin, mille jõudlus on 7536 kg päevas. Masina poolt tehtud pakkide kaal jaotub normaalselt, standardhälbega 40 grammi, sõltumata paki raskusest. Kaubanduskontrolliamet nõuab (ühe küm-nendkoha täpsusega), et kaubandusvõrku saadetud pakkidest mitte rohkem kui 4% võivad kaaluda vähem kui pakile märgitud. Ladu

saadab müüki 1 kg raskused pesupulbripakid. Pakkemasin on reguleeritud 1070 grammile.

a. Selgitada, kas kaubanduskontrolliameti nõue on sellise reguleerimise korral täidetud?

Otsustatakse hakata välja laskma ka 2.5 kg kaaluvaid pesupulbripakke.

b. Missugusele näitajale peab nende jaoks olema pakkemasin reguleeritud?

c. Oletame, et väiksemate pakside arv peab olema 2 korda nii suur kui suurte pakside arv. Mitu suuremat pakki on siis maksimaalselt võimalik päevas pakkida?

Väikese paki puhul on ettevõtte kasum 0.40 guldnat ja suure paki puhul 1.00 guldnat. Iga päev saadakse pakkematerjali, millest saab valmistada 5000 väikest ja 1500 suurt pakki. Suurte pakside arv võib olla ülimalt pool väikeste pakside arvust. Olgu päevas pakitavate väikeste pakside arv  $x$  ja suurte pakside arv  $y$ .

d. Esitada kõik  $x$  ja  $y$  vahelised seosed ja joonestada koordinaatteljestikku vastav piirkond.

e. Arvutada, missuguste  $x$  ja  $y$  väärtuste korral on ettevõtte kasum kõige suurem."

### **3. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise nõudeid Jaapanis ja Ameerika Ühendriikides**

Rahvusvahelised uurimused on tõestanud, et Jaapani koolide õpilased on oma ettevalmistuse taseme poolest maailmas esikohal. Sellest johtuvalt on mõistetav eriline huvi Jaapani koolihariduse, eriti aga õppeprogrammide vastu. Siinkohal mõned teemakohalised märkmed Jaapanis 1989. aastal käibelevõetud matemaatikaprogrammide kohta.

Jaapani kooli struktuur on traditsiooniline: 6-klassiline algkool, millele järgneb 3-klassiline keskkool ja seejärel tuleb 3-klassiline kõrgem keskkool.

Uut matemaatika programmi iseloomustab teatud integratsioon. Näiteks teemad "funktsioonid", "tõenäosus ja statistika" ning "matemaatilised seosed" ühendati nimetuse alla "matemaatilised seosed" ning ta jaotub kolmeks alateemaks:

- A — Arvud ja algebralised avaldised,
- B — Geomeetrilised kujundid,
- C — Matemaatilised seosed.

Osast C leiame VIII õppeaasta kohal järgmised nõuded: kasutada ja analüüsida empiirilisi andmeid eesmärgiga arendada ja kujundada statistilist mõtteviisi. Kavas on andmete kujutamine tabelina ja histogrammina, suhtelise sageduse, keskvärtuse ja hälbe mõiste, aga ka korrelatsiooni mõiste ja korrelatsioonitabel. Üheksandal õppeaastal minnakse aga statistiliste andmete analüüsimiselt üle tõenäosuse mõistele, lahendatakse ülesandeid tõenäosuse arvutamiseks ning leitakse seos suhtelise sageduse ja tõenäosuse mõiste vahel.

Kõrgemas keskkoolis on matemaatika õppimiseks planeeritud nelja nädalatunniga matemaatika I kursus, mis sisaldab ka kombinatorika elemente, permutatsioonide ja kombinatsioonide arvu leidmist. Samuti on selles kursuses kavas tõenäosuse mõiste ja selle põhiomadused, sõltuvad ja sõltumatud sündmused ning tõenäosuste liitmine ja korrutamine. Veel õpitakse tundma matemaatilise ootuse mõistet.

Matemaatika II (3 tundi nädalas) ja Matemaatika III (3 tundi nädalas) ei sisalda meid huvitavat temaatikat.

Lisaks nimetatule on õpilastel võimalik veel valida kolme matemaatikakursuse (A), (B), (C) vahel. Kursuses (B) leiame ka tõenäosusteooria elemente: tõenäosuslikud jaotused — juhuslikud suurused ja nende jaotused (vt. [11]).

Mõneti juhuslikumalt on matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elemente kavandatud kooliõpetusse Ameerika spetsialistide poolt. 1989. aastal seal väljatöötatud standardid on leidnud suure tunnustuse paljudes maades ning sellele tuginedes koostatakse oma matemaatika õpetamiskavasid (vt. [6]).

Standardites jaotub kool astmeteks: I–IV õppeaasta, V–VIII õppeaasta ja IX–XII õppeaasta.

Juba esimese nelja õppeaasta kavas on ette nähtud järgmised ülesanded:

- koguda, korraldada ja kirjeldada andmeid;
- valmistada, lugeda ja tõlgendada andmetabeleid;

- formuleerida ja lahendada probleeme (nõuab andmete kogumist ja analüüsimist);
- tundma õppida juhuslikkuse mõistet.

V–VIII õppeaastal süvendatakse loetletud ülesannete täitmise oskust, kuid siin tuleb jõuda tegelikesse situatsioonidesse, kus õpilane peab olema suuteline situatsioone modelleerima, eksperimente või simulatsioone planeerima ja realiseerima. Ta peab õppima võrdlema eksperimendi tulemusi matemaatiliste oletustega, peab oskama hinnanguid anda, mis baseeruvad statistilisel või teoreetilisel tõenäosusel, temas peab arenema tõenäosuse rakendamise oskus reaalses maailmas.

Klassides IX–XII jätkub statistiliste meetodite ja tõenäosuse mõiste rakendamine. Õpilane peab tundma õppima juhusliku suuruse mõistet ning nii diskreetse kui ka pideva juhusliku suuruse jaotusi, eriti binomiaal-, normaal- ja hii-ruut-jaotust, aga ka Studenti t-jaotust ning Poissoni jaotust. Lisaks nimetatutele peavad õpilased tundma õppima regressioonivõrrandeid ning peavad oskama kujutada vastavaid sirgeid ka graafiliselt, kasutades selleks näiteks toorest spagetti.

Rõhutatatakse, et õpetatav kursus ei tohi olla deduktiivne kursus, vaid õpetus peab tuginema intuitsioonile. Püütakse, kus see on vähegi võimalik, alustada eksperimendist, et siis samm-sammult suurendada teoreetilise tõenäosuse osatähtsust. Seda soovitusi illustreerib järgnev näide ülesande lahendamisest erinevatel lahendus-tasanditel.

”Õpilane väidab, et varem õpitud viisil tema vabavisete keskmine tabavus oli 60%. Õpitud uuel viisil tabas aga tema 10 viskest 9. Kas uus visketechnika annab tõesti oluliselt paremaid tulemusi?”

1. lahendustase. Valmistatakse korrapärase ikosaeeder (20-tahukas), mille tahud nummerdatakse arvudega 0–9 nii, et iga arv kirjutatakse kahele tahule. Arvudega 4, 5, 6, 7, 8, 9 modelleeritakse tabamusi ja arvudega 0, 1, 2, 3 möödaviskeid. Nüüd visatakse ikosaeedrit kümme korda ning ülemisele tahule jääv arv fikseeritakse. Seda katset korratakse 10 korda. Ainult ühel juhul saadi 9 tabamust. Seega statistiline tõenäosus saada vähemalt 9 tabamust on 0.1 ehk 10%.

2. lahendustase. Pöördutakse juhuslike arvude tabeli poole samasuguse probleemiasetusega. Moodustatakse kümnearvulised jadad ning loendatakse jällegi need, mis modelleerivad eksperimendi õnnestumist või ebaõnnestumist.

3. lahendustase. Pöördutakse arvuti poole, kasutades juhuslike arvude generaatorit. Eksperimenti korratakse näiteks 1000 korda. Saadakse õnnestumise tõenäosuseks 0.048.

4. lahendustase. Ülesanne lahendatakse binoomjaotuse abil:

$$C_{10}^9 0.6^9 0.4^1 + C_{10}^{10} 0.6^{10} 0.4^0 = 0.046$$

## Lõpetuseks

Eelkirjeldatust ilmneb, et matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamine nõuab endale koolis järjest suuremat tähelepanu. Toodud näidetest ilmnevad teatud erinevused nendes püüdlustes, kuid esitatud konkreetset näited peaksid kaasa aitama meie uue programmi koostajaile oma seisukohtade kujundamisel. Lõpetame soovitusel, et leitaks võimalikult niisugune lahendus, mis muudab matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elementide õpetamise meie koolis matemaatikakursuse orgaaniliseks osaks ja ei jäta seda selle kursuse mingiks ripatsiks.

## Kirjandus

1. Printits, O. Eesti koolimatemaatika ajalugu. Esimene osa. Tartu, 1992.
2. Printits, O. Eesti koolimatemaatika ajalugu. Teine osa. Tartu, 1993.
3. Printits, O. Eesti koolimatemaatika ajalugu. Kolmas osa. Tartu, 1994.
4. Printits, O. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elemendid keskkoolis. Fakultatiivkursus. Tallinn, 1977.
5. Velsker, K., Ariva, K. Matemaatika XI klassile. Tallinn, 1978.
6. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics, 1989.
7. Kangasniemi, E. Opetussuunitelma ja matematiikan koulusaa-vutukset. Jyväskylä Yliopisto, 1989.

8. Kangasniemi, E. (toim.) Toisen kansainvälisen matematiikan koulusaavutustutkimuksen suomenkieliset ohjevihkot, kyselylomakkeet ja matematiikan kokeet. Jyväskylän Yliopisto, 1989.
9. Rosenberg, E. Matematiikan kokeet 1992. Dimensio, 1993, 2, 11-25.
10. Velsker, K. Tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika elementide käsitlemine koolis ning õpilaste statistilise mõtteviisi arendamine. Autoreferaat. Tartu, 1973 (vene k.)
11. Tšerkassov, R.S. Uus matemaatika programm Jaapani koolides. Matematika v Škole, 1991, 1, 73-75 (vene k.).

# STATISTIKA JA TÖENÄOSUSTEORIA ALGED PÕHIKOOLIS

Aksel Telgmaa

Tallinna Pedagoogikaülikool

NSV Liidu üldhariduskooli matemaatika õppekavades ei olnud kohta statistika ja tõenäosusteooria (ST) küsimustel. Sellele vaatamata õpetati Eesti NSV keskkooli vanemates klassides mitmel aastal ka nimetatud valdkonda kuuluvaid mõisteid nagu sündmus, suhteline sagedus, statistiline ja klassikaline tõenäosus, tõenäosuste liitmise ja korrutamise teoreemid, statistiline kogum ja selle arvkarakteristikud. Vastava osa autoriks oli K. Velsker. O. Printsa sulest ilmus 1977. a. ka fakultatiivkursuse õpik "Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elemente keskkoolile". Nooremates klassides ST elemente ei õpetatud, kui sinna mitte arvata aritmeetilise keskmise mõistet ja mõnede lihtsamate diagrammide joonestamist.

Traditsiooniliselt moodustavad põhikooli matemaatikakursuse peamise sisu arvutamine ratsionaalarvudega, lihtsamad geomeetrised kujundid ja algebra alged. ST alged on hakanud sinna ilmuma alles viimastel aastakümnetel. USA-s diskuteeriti selle temaatika üle 1960.–70. aastatel (vt. [3], lk. 62–64). Käesolevaks ajaks on USA Matemaatikaõpetajate Rahvuslik Nõukogu (National Council of Teachers of Mathematics) välja töötanud koolimatemaatika standardite süsteemi. See süsteem kajastab kogu temaatikat, mis peaks üldhariduskoolis obligatoorsena oma koha leidma. Üheks selliseks standardiks on ST (vt. [2], lk. 105, 109).

ST kujutab endast loomulikku rakenduslikku lüli matemaatika ja teiste õppeainete vahel, kaasa arvatud sotsiaalsed. Mitmesuguste hinnangute andmine, hüpoteeside püstitamine, otsuste tegemine ja lahenduste leidmine ebamäärases olukorras, kus pole üheselt determineeritud vastuseid — need on oskused, mis peaksid kuuluma põhikooli hariduse saanud inimese mõtlemisstiili juurde. Peetakse otstarbekaks, et ST algete õpetamine algab kirjeldava statistika põhimõistete tundmaõppimisega, mis järk-järgult laieneb ja üldistub ning viib tõenäosuse mõiste juurde. Rõhutatakse vajadust otsida lapselähedasi, tema kogemustele ja intuitsioonile tuginevaid informaaalseid lähenemiseid. Need peavad toetuma lapse praktilisele

tegevusele, kus ta ise kogub andmeid, mida siis õpetatakse süstematiseerima ja töötleva. Matemaatika õpetamise psühholoogia kinnitab, et paljude matemaatiliste mõistete ja seoste kujundamist tuleb alustada varakult, lapse konkreetse tegevuse perioodil.

Tuntud psühholoog ja õpetamisteoreetik J.S. Bruner, põhjendades õpetamise spiraalprintsipi, rõhutab, et arvu ja suuruse mõistete kõrval on ka tõenäosuse mõiste üks selliseid, mille õpetamisega tuleb alustada nii varakult kui võimalik ja sellisel moel, mis vastab lapse mõtlemistasemele. Vanemates klassides on selliseid teemasid võimalik uuesti käsitleda ja edasi arendada (vt. [4], lk. 85).

Praegusajal kajastuvad ST alged ühel või teisel viisil paljude maade põhikooli matemaatika õppekavades, enamasti pearõhuga statistikal. Arvestades vaadeldava temaatika aktuaalsust, on ka Eesti põhikooli matemaatika õppekava projektiga ette nähtud mõnede ST elementide õpetamine. Selle kohaselt taotleb matemaatika õpetamine, et "6. klassi lõpetaja oskab koostada lihtsamaid sagedustabeleid, joonestada diagramme ning valmis diagramme kirjeldada ja tõlgendada, määrata moodi ning arvutada aritmeetilist keskmist." Põhikooli lõpetaja aga "saab aru lihtsamatest tõenäosusliku iseloomuga sündmustest, oskab korrastada ja töödelda lihtsamaid statistilisi andmeid ning tõlgendada arvatatud karakteristikuid" (vt. [1]).

Tuleb arvestada, et statistika ja tõenäosusteooria vajalike küsimuste õpetamine on suuresti seotud matemaatikavälise info hankimisega, kuid siiski on iga mõiste käsitlemiseks vajalik mingi kindel matemaatiline baas, matemaatilised eelteadmised ja oskused. Vastavalt sellele, kuidas viimased arenevad ja täienevad, saab käsitleda ka vastavaid ST küsimusi. Algust tuleks teha juba algklassides loendamise õpetamisel ning objektide järjestamisel ja rühmitamisel. Tõsisem töö saab alguse siis, kui õpitakse arve geomeetriliselt kujutama ning suurus mõõtma. Nendele oskustele tugineb mitmesuguste diagrammide (arvjooniste) valmistamine, aga samuti valmis diagrammide lugemine ja tõlgendamine.

Järgneb lihtsamate sagedustabelite koostamine (esialgu ilma suhtelise sageduseta), mille abil saab selgitada moodi, aritmeetilise keskmise ja mediaani arvutamist ning nende tähendust. Sagedustabeli andmeid saab kujutada graafiliselt sageduspolügooni ja histogrammi



abil. Varieeruvust saab iseloomustada variatsioonilatuluse abil.

Murdarvude ja protsentide õpetamisel saab neid rakendada suhtelise sageduse mõiste selgitamisel. Seejuures on vaja kõnelda ka selle karakteristiku omadusest muutuda andmemahu suurenemisel ikka enam püsivama väärtusega suuruseks. Nii võib toimuda esimene tutvumine tõenäosuse mõistega ning kujuneda esmane informaalne arusaamine suurte arvude seadusest. Nii avaneb ka võimalus teha antud statistilise andmestiku baasil teatavaid järeldusi üldkogumi kohta, millest andmestik pärineb. Ühenduses negatiivsete arvude õppimisega saab hajuvusmõõduna käsitleda keskmist hälvet ning pärast ruutjuure õppimist ka standardhälvet ja variatsioonikoefitsienti.

Vaadeldaval kooliastmel on võimalik luua ka esialgne arusaam korrelatiivsest seosest. Nii võib funktsioonide õppimisel kujutada koordinaattasandil punkte, mille üheks koordinaadiks on näiteks õpilase pikkus, teiseks mass. Nii tekib tasandil mingi punktide parv, mis kujutab graafiliselt vaadeldavate punktide vahelist seost. Sellega ühenduses võib arutada mitmesuguseid küsimusi. Näiteks, kas vaadeldav seos on funktsionaalne? Miks? Missugune näib olevat nende suuruste vahelise seose üldine suundumus, tendents? Kuidas oleks võimalik leida valemit, mis ligikaudselt kirjeldaks seda seost?

Kogu vaadeldava temaatika käsitlus peab olema põhikoolis võimalikult konkreetne, õpilastele kogemuslähedane, nende endi poolt hangitud materjalile tuginev. Põhikooli lõpuklassis peaks aga olema üks ülevaatlik teema, mis eelnevates klassides õpitu süsteempäraselt kokku võtab ja gümnaasiumi jaoks juba toekama baasi annab.

### Kirjandus

1. Matemaatika õppekavad põhikoolile (1.–9.kl). Projekt. Käsikiri, 1994.
2. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics, USA, 1991.
3. Romberg, Thomas A. Individually Guided Mathematics. USA, 1976.
4. Wittmann, E. Ch. Grundfragen des Mathematikunterrichts. 6., neu bearb. Aufl., Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg, 1981.

# TÖENÄOSUSTEORIA JA STATISTIKA ÕPETAMISEST KESKKOOLIS

Rein Kolde

Tallinna Pedagoogikaülikool

1. Endises Nõukogude Liidus ei kuulunud tõenäosusteooria ja statistika elemendid üldhariduskooli matemaatika programmi. Peamine põhjus oli tõenäoliselt poliitiline — riigi majanduslikku olukorda kajastav statistiline andmestik oli salastatud. Kuna Eesti oli ainus liiduvabariik, kus koostati omi matemaatikaõpikuid, oli meil teatud eksperimenteerimise õigus ka koolimatemaatika sisu osas. Nii sisaldavad 1977. ja 1984. aastal ilmunud keskkooli XI klassi õpikud tõenäosusteooria ja statistika elementide peatükke (vt. [1] ja [4]). Kahjuks ei kujunenud nende õpikute baasil välja vastava teema õpetamise traditsiooni eesti koolis. Põhjusi on siin mitmeid:

- 1) õpetajate ettevalmistus selle teema käsitlemiseks koolis oli eba-piisav;
- 2) kooliõpikud olid niigi materjaliga üle koormatud;
- 3) kuna vastav teema puudus kohustuslikus üleliidulises program-mis, siis oli see teemaatika eesti koolis tegelikult soovitatava va-likkursuse staatuses;
- 4) antud teemaatika käsitlemise meetodika koolis polnud piisavalt läbi töötatud.

Kahjuks on samad põhjused tõenäosusteooria ja statistika mittekä-sitlemiseks koolis olemas ka täna.

2. Eesti Vabariigis, kus puuduvad ideoloogilised põhjused statis-tilise andmestiku varjamiseks, on statistika elementide kooli viimisel peamisteks probleemideks koolimatemaatika sisu kaasajastamise ja õpetajate ettevalmistamise küsimused. Nende küsimuste lahendamiseks on vastav teemaatika lülitatud keskkooli matemaatika programmi ning soovitatud alustada tõenäosusteooria ja statistika elementide käsitlemist juba põhikoolis (vt. [2]). Vaatamata programmi soovi-tustele, pole asi veel paigast nihkunud, sest senistes kooliõpikutes vaadeldav teema puudub. Samuti ei kontrollita statistilisi ja tõenäo-susteooria alaseid teadmisi kõrgkoolide sisseastumiseksamitel.

3. Käesoleva kirjutise autori poolt on tehtud järjekordne katse tuua käsitletav temaatika kooli. Tuginedes programmile (vt. [2]) on koos kaasautorite Tiiu Kaljase ja Mati Maksinguga koostatud XII klassi uue matemaatikaõpiku käsikiri (vt. [3]). Selle osa kirjutamisel oli autorite peamiseks probleemiks ajaprobleem. Programm näeb ette 30 tundi tõenäosusteooriale ja statistikale, mis on umbes kolmandik XII klassi matemaatikale ettenähtud ajast. Uue perspektiivse õppekava projekt näeb ette ühe 35-tunnise kursuse vaadeldava temaatika jaoks. Arvestades matemaatika programmi ülekoormatust on 35 tundi maksimum, mida saab keskkooli lõpuklassis eraldada tõenäosusteooriale ja statistikale. Kõike seda on siiski vähe stohhastilise mõtteviisi kujundamiseks keskkooli lõpetanutel. Seetõttu peame väga oluliseks eelnevat propedeutilist mõistetega tutvumist põhikoolis (vt. A. Telgmaa artikkel käesolevas kogumikus).

4. Esitame siinkohal õpiku (vt. [3]) sisukorra autorite poolt planeeritud ajajaotusega. Märkime, et see ajajaotus ei kajasta autorite arvamust sellest, kui palju aega kulub ühe või teise teema õpetamiseks, vaid püüdu olemasoleva vähese aja jaotamiseks erinevate teemade vahel. Arvestades senist olukorda tõenäosusteooria ja statistika elementide õpetamisel eesti koolis, tuleb ka seda katset käsitleda mitte vastavate mõistete selgeksõpetamisena, vaid nende mõistete tutvustamisena nii õpilastele kui ka õpetajatele. Osa õpiku teemasid, mis ei ole mahtunud programmi, kuid millega tutvumist autorid peavad kasulikuks õpilastele, on märgitud sümboliga "AH!?".

### 1. Sündmuse tõenäosus (20 tundi)

- 1.1. Katse ja sündmus (2 t.)
  - 1.2. Sündmuse tõenäosus (3 t.)
  - 1.3. Sagedus ja tõenäosus (2 t.)
  - 1.4. Permutatsioonid (2 t.)
  - 1.5. Kombinatsioonid ja variatsioonid (2 t.)
  - 1.6. Geomeetriline tõenäosus (2 t.)
  - 1.7. Tehted sündmustega (2 t.)
  - 1.8. Sõltumatud ja sõltuvad sündmused (2 t.)
  - 1.9. Bernoulli valem (AH!?)
- Kordamisülesandeid (3 t.)

## **2. Integraal (20 tundi)**

- 2.1. Funktsiooni tuletis (2 t.)
  - 2.2. Määramata integraal (3 t.)
  - 2.3. Muutuja vahetus määramata integraalis (AH!?)
  - 2.4. Kõvertrapetsi pindala (3 t.)
  - 2.5. Määratud integraali omadused (2 t.)
  - 2.6. Päratu integraal (AH!?)
  - 2.7. Summa märk  $\Sigma$  (2 t.)
  - 2.8. Määratud integraal piirväärtusena (2 t.)
  - 2.9. Pindala arvutamine (3 t.)
  - 2.10. Integraali rakendusi füüsilikas (AH!?)
- Kordamisülesandeid (3 t.)

## **3. Juhuslikud suurused (20 tundi)**

- 3.1. Jaotusseadus (2 t.)
  - 3.2. Jaotusfunktsioon (2 t.)
  - 3.3. Tõenäosustihedus (2 t.)
  - 3.4. Diskreetse juhusliku suuruse arvulised karakteristikud (2 t.)
  - 3.5. Pideva juhusliku suuruse keskvärtus ja standardhälve (AH!?)
  - 3.6. Normaaljaotus (3 t.)
  - 3.7. Statistiliste andmete korrastamine (2 t.)
  - 3.8. Keskvärtuse arvutamine (2 t.)
  - 3.9. Standardhälbe arvutamine (3 t.)
  - 3.10. Korrelatsioonikordaja (AH!?)
- Kordamisülesandeid (2 t.)

## **4. Ruumigeomeetria (25 tundi)**

- 4.1. Ruumi mõiste (2 t.)
- 4.2. Ristkoordinaadid ruumis (3 t.)
- 4.3. Sirge sihivektor. Sirge võrrandid (2 t.)
- 4.4. Tasandi normaalvektor. Tasandi võrrandid (2 t.)
- 4.5. Sirge ja tasandi vastastikused asendid (2 t.)
- 4.6. Kahe tasandi vastastikused asendid (2 t.)
- 4.7. Kolme tasandi vastastikused asendid (AH!?)
- 4.8. Paralleelprojektsioon (2 t.)
- 4.9. Ristisomeetria (AH!?)
- 4.10. Kabinetprojektsioon (AH!?)

4.11. Mitmetahuline nurk. Korrapärased hulktahukad (1 t.)

4.12. Ruumala arvutamine (3 t.)

4.13. Kera ruumala ja sfääri pindala (3 t.)

Kordamisülesandeid (3 t.)

### Üldine kordamine (20 tundi)

5. Lõpuks rõhutame veel kord, et vaadeldavas õpikus antud tõeäosusteooria ja statistika elementide käsitlus on üks võimalikest käsitlusviisidest. Alternatiivsete matemaatikaõpikute olemasolu eesti koolis aitab aja jooksul leida ka koolile sobivaima käsitlusviisi. Seetõttu loodame ka väljaõppinud matemaatilise statistika spetsialistide tulemist õppekirjanduse koostajate hulka ja nende osaluse suurenemist õpetajate erialasel ja didaktilisel ettevalmistamisel.

### Kirjandus

1. Ariva, K., Velsker, K. Matemaatika XI klassile. Tallinn, Valgus, 1977.
2. Matemaatika programmid I–XII klassile. Eesti Vabariigi Kultuuri- ja Haridusministeerium, Tallinn, 1993.
3. Miinus, M. Matemaatika XII klassile. Tallinn, Koolibri, 1994.
4. Prints, O., Velsker, K. Matemaatika XI klassile. Tallinn, Valgus, 1984.

# STATISTIKA ÕPETAMISEST TALLINNA PEDAGOOGIKAÜLIKOOLIS

Eva Saks

Tallinna Pedagoogikaülikool

## Taust

Arvestades, et Tallinna Pedagoogikaülikoolis õpetatakse nii tulevase matemaatikaõpetajaid kui ka sotsiolooge ja psühholooge, oleks vaja vähemalt kolme erinevat lähenemist statistika õpetamisele:

- statistika kui matemaatilise teooria õpetamine;
- statistika õpetamise õpetamine (didaktika);
- statistika kui teadustöös vajamineva meetodi õpetamine kasvatasteadlastele, psühholoogidele jne.

Paraku on praeguseni kasutatud enamasti ühte — harjumuspärast teoreetilist lähenemist. Sellist olukorda seletab statistika väga napp esindatus kooliprogrammides, mistõttu on puudunud terav vajadus alternatiivsete, madalamat abstraktsioonitaset nõudvate lähenemiste väljatöötamiseks ja ka didaktika arendamiseks. Paiguti on järeldavat statistikat püütud keskkooliprogrammi lülitada, aga programmide niigi suure mahu ja materjali keerukuse tõttu pole need katsed olnud eriti edukad.

Sellest tulenevalt on meie kõrgkooli viimase aasta jooksul saanud õppima tudengid, kellel puudevad süstemaatilised teadmised ja oskused andmete käsitlemiseks, mida siis veel rääkida andmete põhjal järelduste tegemisest. Niisuguses olukorras jääb klassikaline matemaatilise statistika kursus üsna tõenäoliselt eraldiseisvaks ilusaks teooriaks, mille praktilises rakendamises ollakse täiesti abitud. Samal ajal suureneb pidevalt arvutite hulk ülikoolis ja seega muutub praktiliselt õpetatavaks ka rakendusstatistika kaasaegne distsipliin — andmeanalüüs.

## Arengutendentsid

Eelpoolmainitu on põhjustanud märgatavaid muutusi pedagoogikaülikooli statistikaõpetuses. Võib täheldada järgmisi arengutendentsi:

- väheneb tõenäosusteooria klassikalise käsitluse osa ja suureneb rakenduslike ülesannete osakaal;
- väheneb matemaatilise statistika kui teooria osakaal, andmeanalüüsi osakaal seevastu suureneb;
- praktikumid sisaldavad endas ka praktilist andmetöötlust arvutiteil.

Statistikaõpetuse kaasajastamine on otseselt seotud arvutite rikkuse ja vastava tarkvara olemasoluga. Seega tuleks paralleelselt õpetamise kvaliteedi parandamisega kulutada materiaalseid vahendeid arvutite ja tarkvara muretsemiseks.

## Statistika ja tõenäosusteooria matemaatikateaduskonnas

Praegusel hetkel õpetatakse tulevasi matemaatikaõpetajaid kolme erineva õppekava järgi. Sellise segaduse põhjustas loomulikult nõukogude okupatsiooni lõppemine ja sellega kaasnenud haridusreform, mille üheks antud hetkel oluliseks tulemuseks on kirjeldava statistika lülitamine meie põhikooli programmi ning statistika ja tõenäosusteooria osa suurendamine keskkoolis.

Iseloomustame neid kolme kava lühidalt.

Nn. "**vana kava**" järgi õpivad tudengid neljandal-viiendal kursusel. See kava sisaldab tõenäosusteooria ja statistika kursuse 6. semestril ühe kahetunnise loengu ja ühe kahetunnise praktikumiga nädalas. Kursus kujutab endast tavalist teoreetilist tõenäosusteooria käsitlust: defineeritakse elementaarsündmus, tuuakse ära aksiomaatika ja põhiteoreemid. Pisut pikemalt peatutakse ülesannete lahendamisel. Edasi käsitletakse pidevat ja diskreetset juhuslikku suurust üldiselt (arvkarakteristikud, jaotustihedus, jaotusfunktsioon) ning siis vaadeldakse järjekorras enamlevinumaid teoreetilisi jaotusi (Bernoulli jaotus, binoomjaotus, normaaljaotus). Toome ära mõned tavapärasest erinevad momendid:

- suhteliselt palju tähelepanu pööratakse jaotuse kujuparameetritele asümmeetriakordajale ja ekstsessile;

- tuuakse sisse empiirilised jaotused (Pearsoni jaotused, Johnsoni jaotused);
- kasutatakse ligikaudseid tõenäosusi normaaljaotuse ühe-, kahe- ja kolme-sigma intervallide jaoks.

Need USA õpikutes (vt. [1,2]) laialt kasutatavad tõenäosused võimaldavad ühelt poolt lahendada küllalt suurt hulka normaaljaotuse ülesandeid ilma tabeliteta ja teiselt poolt aitavad kriitiliselt hinnata tabelist saadavaid väärtusi.

Reeglina ei võimalda sellise kursuse maht sügavamalt statistika käsitlust. Kuigi kursuse nimes figureerib statistika võrdsena tõenäosusteooriaga, jõutakse statistikast tavaliselt ära rääkida vaid põhimõisted ja andmete iseloomustamisel kasutatavad arvkarakteristikud. Edasi tuleb ohvriks tuua kas järeldav statistika või kirjeldava statistika tulemuste interpreteerimine ning reaalse andmete analüüsiga seotud probleemid. Halvad on mõlemad variandid. Praktikum on sisuliselt harjutustund tõenäosusteooria ülesannete lahendamiseks tabelite ja kalkulaatori abil.

Nn. "üleminekukava" kasutatakse teisel, kolmandal ja neljandal kursusel. Tõenäosusteooria ja statistika osakaal kursuse mahus on suhteliselt suur. Tavapärasele tõenäosusteooria kursusele (kaks tundi loenguid, kaks tundi praktikume nädalas ühe semestri jooksul) järgneb kuuendal semestril statistika ja andmeanalüüsi kursus samas mahus. Kursuses on tavapärasest enam tähelepanu pööratud andmetöötlemisele ja statistika rakenduslikele aspektidele, hoides kokku matemaatiliste tõestuste arvult (piirduakse viidetega). Praktikumid seisnevad statistikasüsteemi "STATGRAPHICS" kasutamises. Eksam koosneb kahest osast. Esimene osa on kirjalik teoreetiliste teadmiste kontroll, teine osa seisneb reaalse andmetöötlemise lahendamises arvutil. Peale andmehõive ja kirjeldava statistika peab oskama lahendada hindamisülesandeid ja kontrollida levinumaid hüpoteese. Meetoditest peab teadma korrelatsioon-, regressioon- ja dispersioonanalüüsi ning mõningaid mitteparameetrilisi meetodeid. Oluline on saadud tulemuste interpretatsioon.

Uus nn. "ainevalikuga kava" on kasutusel alles esimesel kursusel ja teise kursuse sügissemestril ning pole veel statistikaõpetuseni jõudnud.



Ette on nähtud tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika sissejuhatav kursus viiendal semestril mahuga neli tundi nädalas. Selle kursuse raames käsitletakse võrdses mahus nii tõenäosusteooriat, statistikat kui ka andmetöötluse põhimõisteid. Praktikumid toimuvad arvutil spetsiaalset tarkvara kasutades. Eesmärgiks on süsteemne ja tihedalt praktikaga seotud esitus, mis ühelt poolt oleks teoreetiliseks baasiks ja teiselt poolt annaks metoodika statistika õpetamiseks koolis. Edasi on võimalus ennast täiendada valikkursuste raames kas praktika suunas (andmeanalüüsi kursus, statistiliste mudelite kursus) või siis teoreetiliselt (täiendav tõsiteoreetiline tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika kursus).

### Õppekirjandus

Statistikaraamatuid, mis oleksid eestikeelsed ja raamatukogust kättesaadavad ning seega õppekirjanduseks sobivad, on suhteliselt vähe. Matemaatikateaduskonnas kasutatakse põhiliselt kolme:

- J. Gurski. Tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika elemendid, Tallinn, 1986.
- E. Tiit, A. Parring, T. Möls. Tõenäosusteooria ja matemaatiline statistika, Tallinn, 1977.
- O. Printits. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elemendid keskkoolis. Fakultatiivkursus, Tallinn, 1977.

E. Tiidu jt. raamat sobib oma keerukuse ja matemaatiliselt korrekse esituse tõttu eelkõige täiendavaks kirjanduseks tugevamatele. Nõrgematele ja sissejuhatuseks võib kasutada O. Printitsa tegelikult keskkoolide fakultatiivkursuse jaoks mõeldud raamatut. Neile, kes keskkoolis üldse tõenäosusteooriaga kokku ei puutunud, on see järjele jõudmiseks sobiv. J. Gurski tehnikakõrgkoolidele mõeldud raamat on kasutatav, kuid matemaatikutele liiga deklaratiivne.

### Kirjandus

1. Canavos, G. C. Applied Probability and Statistical Methods. Little, Brown and Company, Boston - Toronto, 1986.
2. Johnson, R. Elementary Statistics. Duxbury Press, Boston, 1984.

# STATISTIKA MAJANDUSE ALGÕPETUSES

Villem Tamm

Tartu Ülikool

Majandusinformaatika ja -modelleerimise instituut

Õpilase mälu ja selles toimuvad ajuprotsessid on võrreldavad viljakandva mullaga, mis vajab pidevat kastmist. Kastmisel ei tohiks siiski mitut jämedat voolikut korruga kasutada, sest nii ei jõua vesi mulda imbuda ja tekib lomp, mis lõpuks kasutult laiali valgub väär-  
tuslikku muldagi kaasa haarates.

Just õpetamise korraldajad kipuvad mõnikord unustama, et inim-  
mälu mahutavusele ja vastuvõtu intensiivsusele on loodus piirajad  
seadnud. See tähendab, et tuleb arvestada:

- reaalse aja kuluga ja
- õpilase kui bioloogilise indiviidi võimalustega.

Elu areneb sellest hoolimata omasoodu edasi. Uut teavet ja  
teadmisi tuleb järjest juurde. Kui me koolihariduse arendamisel seda  
ei arvestaks, jääksime paratamatult elu nõuetele jalgu. Samal ajal  
on arusaadav, et kõike kõigile õpetada ei ole võimalik. See viiks  
kvaliteedi alla ja soodustaks noore põlvkonna hulgas käegaloomise  
ja protesti meeleolude tekkimist.

Kvaliteetse koolihariduse omandamine peaks toimuma mitut al-  
ternatiivset rada pidi, kus õppekavad võivad oluliselt erineda. Rajad  
peaksid võimaldama juba keskharidusest alates orienteeruda sisult  
erinevate lõpptulemuste saamisele. Loetleme siinkohal mõned alter-  
natiivsete radade võimalused:

- 1) võimaldab oma lõpp-punktis jõuda näiteks matemaatika- või  
füüsikaprofessori ametikohale ettenähtud kvalifikatsioonini;
- 2) võimaldab jõuda filoloogia- või ajalooprofessori ametikohale et-  
tenähtud kvalifikatsioonini;
- 3) võimaldab jõuda kvalifikatsioonini, mis on ette nähtud tipp-po-  
liitikule või tippmajandusteadlasele.

Koolihariduse elulise tähendusega üldosa peaks sealjuures iga  
raja jaoks jääma enam-vähem ühesuguseks.

Praegu ongi võetud suund sellele, et osa koole orienteerida majandusteadlaste ja poliitikute ettevalmistamisele. See eeldab turumajanduse aluste süvendatud õpetamist. Vastav õpik keskkoolidele on TÜ majandusteaduskonna õppejõudude poolt ette valmistatud ja ilmunisel. Sellele rajale orienteeritud koolitüübid peaksid kasutusele võtma mitu täiendavat ja päris jämedat kastmisvoolikut:

- majandusteooria;
- statistika ja statistilised meetodid;
- informaatika ja arvutiõpetus.

See tekitab ridamisi probleeme. Milliste ainete osatähtsust tuleks vähendada? Milline peaks õppetöös olema teooria ja praktilise väljundi vahekord? Ühest vastust siin tõenäoliselt ei leiagi. Kirjutise autori seisukoht on siiski järgmine: "Majandusteooriat tuleb õpetada statistilisi meetodeid ja informaatika võimalusi kasutades." See tähendaks, et kolme kastmisvooliku asemel saame kasutada üht korralikku ja tabame sisuliselt kolm kärbest ühe hoobiga.

Majandusteooria õpetamisel keskkoolis põrkume vähemalt kahe valdkonnaga, kus ei tohiks jääda teoreetilis-abstraktsele tasandile, vaid tuleks statistilistele üldistusmeetoditele ja arvuti võimalustele toetudes minna tingimata konkreetsete arvutusteni.

Esimene valdkond läbib punase joonena kogu majandusteooriat ja seondub selliste märksõnadega nagu nõudlus, pakkumine, turutasakaal, tasakaaluhind, turutasakaalutüüp, nõudluse ja hinna ning pakkumise ja hinna seosemudelid jms. Statistika ja arvutite kasutamise seisukohalt omab siin tähtsust eeskätt mainitud seosemudelite ja turutasakaalutüüpide arvutamine vähimruutude meetodile toetudes. Taolistel arvutustel on alati konkreetne majandusteoreetiline sisu. Joonte paigutusest teljestikus on olesel tasakaaluhind ja tasakaalutüüp. See on tänuväärne materjal turu toimimise analüüsimiseks.

Teine valdkond seondub sellega, et taoliste turumajanduslike uuringute tarvis on vaja algandmeid. Rahaliste kulutuste minimeerimise mõttes on selleks sobiv valikvaatlus. Selle vaatlusviisi vastu on keskkoolides alati olnud märgatav huvi, kuid enamikul juhtudel loobutakse või jäädakse jänni, sest ei suudeta tagada korrektsust.

Meetod jääb seetõttu liigselt salapäraseks või koguni kahtlustärata- vaks. Siin oleks statistikaõpetusel vaja tingimata lünk täita ja anda keskkooliõpilaste käsutusse võimas vahend andmete saamiseks ning kujuneva isiksuse teadushuvide realiseerimiseks.

Valikvaatluse korraldamine võiks toimuda majandusteooria õpe- tamise raames – harjutustundides. Sealjuures tuleks peatuda:

- valimi moodustamise üldistel põhimõtetel;
- tulemustele hinnangu andmisel juhul, kui valim on juba moodus- tatud;
- valimi vajaliku mahu määramisel, kui keskmise esindusvea piirid ja tõenäosus, millega tulemus sinna piiridesse peab jääma, on ette antud.

# MATEMAATILISE STATISTIKA MEETODID

## RAAMATUKOGUNDUSES

Silvi Roomets

Tallinna Pedagoogikaülikool

Raamatukogunduse ja bibliograafia üliõpilastele on õpetatud matemaatilisi meetodeid alates 1970. aastast.

Üleliidulised õppeplaanid, millele baseerusid ka Tallinna Pedagoogilise Instituudi raamatukogunduse ja bibliograafia eriala õppeplaanid, sisaldasid ainet "kõrgem matemaatika". Lisaks kõrgemale matemaatikale, mida õpetati 2 semestri jooksul kõigile üliõpilastele, oli tehnikaharu üliõpilastele ette nähtud lineaarplaneerimise distsipliin. Paljudes kõrgkoolides läheneti selle õpetamisele formaalselt, mitmetes kõrgkoolides õpetati aastate jooksul matemaatilist analüüsi, mille õpetamise eesmärk ja sisu jäid arusaamatuks nii üliõpilastele kui ka õppejõududele.

Tallinna Pedagoogikaülikooli raamatukogunduse ja bibliograafia eriala üliõpilastele on koostanud õppeprogrammid ja õppetööd läbi viinud 2 õppejõudu, kes on erialalt matemaatikud, kuid spetsialiseerunud teadusliku informatsiooni ja raamatukogunduse valdkondadele (professor E. Rannap, dotsent S. Roomets).

Õppeprogrammide koostamisel on lähtutud praktilisest eesmärgist – tutvustada matemaatilisi meetodeid teadusliku uurimistöö tegemiseks ja praktilise raamatukogutöö tulemuste analüüsimiseks ning üldistamiseks.

Distsipliinis "kõrgem matemaatika" on põhitähelepanu pööratud matemaatilisele statistikale ja tõenäosusteooria põhimõistetele, lineaarplaneerimises — teenindusteooriale ja võrkplaneerimisele.

Programmide koostamisel on tulnud lähtuda eeldusest, et

- 1) tegemist on humanitaarse kallakuga üliõpilastega, kelle keskkooli matemaatika-alased teadmised on väga ebaühtlased;
- 2) seni pole keskkooli programmides tutvustatud ei tõenäose ega ka matemaatilise loogika põhimõisteid, küll on aga käsitletud hulgateooria põhimõisteid.

Loetleme mõningaid märksõnu, et saada ettekujutust õpetamise sisust.

Tõenäosusteooria põhimõisted, matemaatilise statistika põhimõisted, statistiliste vaatluste teostamine, valikvaatlus, valimi moodustamise viisid, statistilise rea karakteristikud: rea keskmised ja nende hajuvusmõõdud — mood, mediaan, lineaarhälve, standardhälve, üldkogumi karakteristikute määramine valimi karakteristikute alusel, statistilise rea graafiline kujutamine, normaaljaotuse kõver. Korrelatsioonanalüüsi mõistetest: lineaarne ja mitmene korrelatsioon, astakorrelatsioon, Fechneri hälbimissuundade kooskõlakordaja, nelikkorrelatsioon. Hüpooteeside kontroll, statistiline prognoos.

Kahel viimasel aastal on raamatukogunduse üliõpilastel olnud võimalik arvutiklassis lahendada praktilisi ülesandeid statistikapaketi STATGRAPHICS abil arvutuskeskuse töötaja Linda Pallase juhendamisel. Ühel õppeaastal analüüsiti pegagoogikaülikooli raamatukogu laenutustegevust, teisel õppeaastal — üliõpilaste õppe-  
edukust.

Seoses arvutite kasutuselevõtmisega on avardunud bibliomeetria uuringute valdkond.

Esimeseks laiaulatuslikuks bibliomeetriliseks eestikeelse ilukirjanduse uuringuks, mis põhineb statistiliste meetodite kasutamisel arvutil, on Indrek Tarti magistritöö "Eestikeelne luuleraamat kultuuriindikaatorina Eestis ja Välis-Eestis aastail 1945–1992", mis kaitsti Tallinna Pedagoogikaülikoolis 1993. aasta detsembris. Autor on erinevatele allikatele toetudes võimalikult täpselt arvele võtnud kogu eestikeelse ilukirjanduse, mis anti välja aastatel 1945–1992.

Iga teose kohta salvestati arvutisse autori nimi, teose pealkiri, kirjastaja, ilmumisaasta, esma- või kordustruki tunnus, trükiarv, lehekülgede arv. Andmed analüüsiti tarkvarasüsteemis Microsoft Access.

Saadud andmebaasi analüüsi tulemusena esitati põhjalik ja huvitav käsitlus kogu eestikeelse kirjanduse ja sealhulgas ilukirjanduse väljaandmisest aastatel 1945–1992, võrreldes Eesti raamatutoodangut Baltimaade, Põhjamaade ja teiste riikide raamatukogutoodanguga.

Autor analüüsib trükitoodangu ja sealhulgas ka luuleraamatu

väljaandmist aastate lõikes ja toob välja sotsiaalsed põhjused, miks kirjastusmaht kaldub tunduvalt kõrvale regressioonisirge alusel prognoositavatest mahtudest.

Matemaatilise statistika rakendusalaadeks on olnud raamatukogude fondide kirjanduse leidumuse ja selle kasutamise ning kasutajaskonna uuringud. On uuritud raamatukogude laenutustegevust, selgitatud, millist kirjandust laenatakse intensiivsemalt, mille kohta on äraütlemlised jm. Valikvaatluse teel on uuritud Eesti raamatukogude tehnovarustust ja rahvaraamatukogude hooneid. On tehtud rida sotsioloogilisi uuringuid.

Raamatukogunduse ja infoteeninduse valdkond, kus saab rakendada matemaatilise statistika meetodeid, on väga lai ja mitmekesine.

Ka 1993/94. õ.-a. diplomandid rakendasid oma töödes matemaatilist statistikat. Nii näiteks käsitlevad nelja diplomandi tööd pedagoogika-alase kirjanduse leidumust, selle analüüsi erinevatest aspektidest lähtuvalt, kasutamise intensiivsust ja kasutajaskonda Eesti Teaduste Akadeemia, Tallinna Tehnikaülikooli ja Tallinna Pedagoogikaülikooli raamatukogudes. Ühes diplomitöös uuritakse Rapla raamatukogu lugejaskonda ja selle rahulolu raamatukogu tegevusega.

Kuna puuduvad käepärased statistikaõpikud humanitaarala üliõpilastele, on infoteaduse osakonna õppejõud koostanud 3 õppevahendit:

- E. Rannap. Statistika raamatukoguhoidjale.
- S. Roomets. Raamatukogutöö matemaatilised meetodid. Tallinn, 1978, 52 lk. (lineaarplaneerimine)
- S. Roomets. Raamatukogutöö matemaatilised meetodid. Tallinn, 1986, 63 lk. (tõenäosusteooria, matemaatiline statistika)

Alates 1994/95. õ.-a. on statistika sotsiaalteaduskonna esimese kursuse üliõpilastele kohustuslikuks õppeaineks mahuga 1 semester 2 nädalatunniga, millega saab anda algteadmised tõenäosusteooriast ja matemaatilisest statistikast. Süvaõpet saab pakkuda valikainetega kesk- või ülemastmes.

## KAS LOOVUSTEST MÕÕDAB LOOVUST?

Pille Pae, Anne-Mai Parring

Tartu Ülikool

Huvi taasärkamist loomingulisuse vastu on kreatiivsuse uurijad dateerinud Guilfordi esinemisega 1950. a. APA (American Psychologists' Association) presidendina üle 40 aasta tagasi. Sellest ajast on ilmunud üha rohkem sellealaseid publikatsioone.

Kõik kreatiivsuse definitsioonid eeldavad, et see nähtus eksisteerib konkreetse, uuringutele avatud protsessina isiksuses või tema poolt loodud teostes. Kuid ei saa uurida kreatiivsust, isoleerides indiviidid ja nende loomingu ajaloolisest ning sotsiaalsest miljööst, kus nende tegevus toimub (vt. [7]).

Üldiselt on psühholoogid vaadelnud loovust protsessina, mis eksisteerib üksikisikus teatud ajamomendil. Alternatiivina pakutakse vaadet, kus indiviid, kes teeb midagi loovalt, on vaid üks paljudest vajalikest komponentidest. See süsteemne vaade loomeprotsessile ei välista ka individuaalsust.

Kõige enam on nõustunud väitega, et looming nõuab aega. Kuigi kõik ei rõhuta ajategurit võrdsel määral, ei peeta loomeprotsessi momentaalselt toimuvaks, isegi kui see on seotud mingi äkilise mõttega. Vaidlust tekitab, kuidas äkilist intuiitivset ideed peaks defineerima ja millist osa ta mängib loomeprotsessis (vt. [6]).

Pole ka ühtset arvamust, milline on juhuse ja juhuslike normist kõrvalekaldumiste roll võrreldes teadliku planeerimisega hua midagi loomingulist. Ühe äärmusena käsitletakse loovust täiesti ettekatsetud protsessina, teise äärmusena – juhusel põhineva protsessina. Vahepealne on käsitlus, mis vaatleb loomeprotsesside põhjusi mõnes varasemas ebaõnnestumises mingi nähtuse lahtimõtestamisel või olemasolevatesse teadmistesse uute ideede inkorporeerimisel, samuti ka püüdes organiseerituse poole kaose vähendamise kaudu.

Eraldi küsimuseks on, kas loomeprotsesside tulemus (produkt) või valdkond, milles loomingulisus ilmneb, ka ise loomeprotsessi mõjutab. Kuigi mitmed autorid väidavad, et loomingulisus on valdkonnaga vahetult seotud, on osa autoreid väitnud vastupidist.



Loovus esineb eri indiviididel erineval tasemel. Mõnede autorite arvates on loovus omane vaid erilistele isiksustele, teised autorid usuvad olevat selle palju tavalisema, kõigile kättesaadava. Osa autorite arvates saab loomeprotsesse õpetada ja täiustada, sest nende loovuse kontseptsioon langeb kokku vaatega "kättesaadav kõigile". Kuid õpetamist ei saa teostada nende arvates, kes väidavad, et loominguilisust võib saavutada ainult siis, kui optimaalses vahekorras ühinevad eri probleemid, vilumused, indiviidid ja sotsiaalne miljöo.

Eri küsimus on, kui võrd on indiviidide loomeprotsessid unikaalsed. Paljud autorid nõustuvad, et protsessid, mis avalduvad loomingu tulemustes, on absoluutsed. Teiste sõnadega, mitmekordne sama produkti loomine ei ole võimalik. Alternatiivne võimalus on see, et ka mitmekordsed avastused on loovad. Põhjus seisneb selles, et loomingu on mingil moel ettearvatav ja paratamatu, kõik, mida vaja läks, oli vajalike ideede kombinatsioon teatud indiviidis. Avastamisau jääb enamasti esimesele või kõige enam reklaamitud indiviidile.

Eriarvamusel ollakse ka loomeprotsesside (loometegevuse) alateadlike ja poolalateadlike elementide osas. Jällegi on konsensus kusagil vahepeal, st. alateadvuse elemendid on olemas ja loovuse seisukohalt olulised, aga mitte siiski kõige olulisemad.

Arvestades laboratoorsete katsetuste tähtsust psühholoogias on kõige enam käsitlemist leidnud loova mõtlemise "produktideks" probleemide lahendumised, loovustestide vastused ja nähtuste seletused.

Loovuse mõõtmiseks on Eestis kasutusel Torrance'i loovustestid, mille skoorimise juhendi on Eesti kooliõpilastele kohandanud E. Heinla (vt. [1-4]). Iga testi korral võib esitada küsimuse, kas test töötab, s.t. kas mõõdab just nimelt seda, mida väidetakse mõõtvat. Ühe võimaluse sellele küsimusele objektiivseks vastamiseks annab tugevasti erinevate kontingentide testimistulemuste analüüs.

TÜ Psühholoogiaosakonnas 1993. a. valminud diplomitöös uuriti nimetatud loovusteste kasutades abikooli vanema astme õpilaste loovust. Nende õpilaste halva eneseväljenduse tõttu kasutati loovuse hindamiseks ainult Torrance'i mitteverbaalseid loovusteste (vt. [5]). Paralleelselt testiti ka samaealisi õpilasi normkoolis. Kokku testiti 56 normkooli ja 100 abikooli õpilast.

Torrance'i mitteverbaalsed loovustestid koosnevad kahest kujundliku mõtlemise testist (vormid A ja B). Mõlemad vormid koosnevad kolmest alatestist. Loovust iseloomustatakse alatestidest saadud punktide summaga.

Eestis kasutusel olev kujundliku mõtlemise test koosneb samuti kolmest alatestist. Neist esimene ja teine pärinevad Torrance'i vormist B, kolmas — Torrance'i vormist A (vt. [8, 9]). Kuna Eesti jaoks pole veel välja töötatud standardiseerimise eeskirju, määrab testi tulemuse alatestide toorpunktide summa.

Väidetavalt mõõdetakse testidega 4 loova mõtlemise komponenti:

- 1) mõtlemise kiirus (KI)
- 2) mõtlemise originaalsus (OR)
- 3) mõtlemise paindlikkus (PA)
- 4) mõtlemise viimistletus ehk üksikasjalikkus (VI).

Selline mõõtmine eeldab kolme konsistentse alatesti ja nelja faktori (KI, OR, PA, VI) olemasolu.

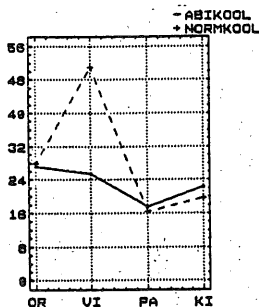
Originaalsuse ja viimistluse hinde määrab alatestides 1–3 saadud toorpunktide summa. Kiiruse ja paindlikkuse hinde määrab alatestides 2 ja 3 saadud toorpunktide summa.

Kõigi nelja mõõdetava komponendi keskmised hinded norm- ja abikooli jaoks on esitatud graafiliselt joonisel 1. Pideva joonega on ühendatud komponentide keskmised hinded abikoolis, katkendliku joonega aga komponentide keskmised hinded normkoolis.

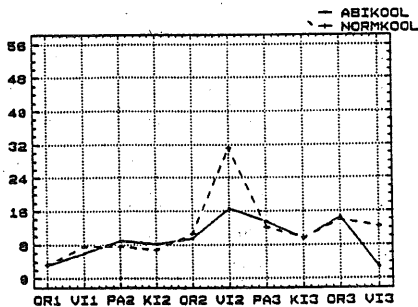
Tulemused ei ole ootuspärased: kiiruse(KI), originaalsuse(OR) ja paindlikkuse(PA) keskmised hinded ei erine oluliselt, koole eristab ainult ühe komponendi — viimistlustaseme(VI) — keskmine hinne.

Analoogilist pilti näeme ka siis, kui loobume erinevate komponentide hinnete summeerimisest alatestide lõikes. Kõigi 10 hinde keskmised norm- ja abikooli lõikes on kujutatud joonisel 2. Huvitav on võrrelda ka teatavale loova mõtlemise komponendile määratud toorpunkte erinevate alatestide lõikes. Teeme seda karp-diagrammide abil joonisel 3.

Näeme, et lahtise skaalaga hindamisel on erinevates alatestides saadud toorpunktide keskmine tase ja muutumisulatus väga erinevad.

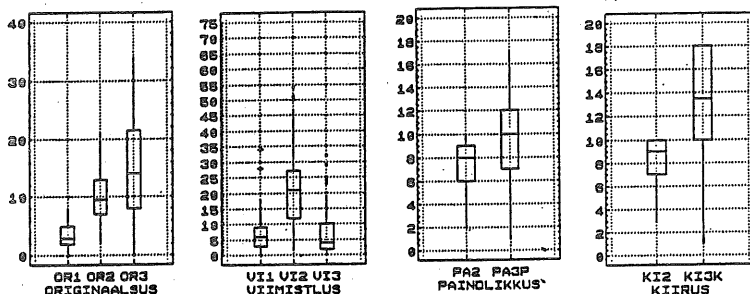


Joonis 1.



Joonis 2.

Täpsemal analüüsimisel selgus, et KI, OR ja PA korral on kolmandas alatestis saadud punktide osakaal kogusummas üle 50%, seega ülejäänud alatestides saadud punktid mõjutavad tulemust suhteliselt vähe. Komponenti VI punktidest annab üle 50% teise alatesti tulemus. Esimese alatesti tulemused mõjutavad lõpptulemust üsna vähe.



Joonis 3.

Neid järeldusi kinnitas ka diskriminantanalüüs, kus kolmandas alatestis saadud punktide OR3, KI3 ja PA3 ning teises alatestis

saadud viimistluspunktide VI2 klasside eristamisvõime on peaaegu sama, kui summaarsete punktide KI, PA, VI ja OR eristamisvõime.

Uuriti veel, kas oletus nelja sõltumatu faktori olemasolust leiab kinnitust. Nii norm- kui abikoolis osutus sobivaks 3 faktoriga mudel. Normkoolis oli faktorite poolt kirjeldatud 74.2% tunnuste varieeruvusest, abikoolis 63.6% tunnuste varieeruvusest. Mõlema kooli puhul aga korporeerisid kõik alateste hindid tugevasti ühe faktoriga, mis iga alatesti jaoks oli erinev. Seega ei saa eristunud faktoreid tõlgendada mitte loova mõtlemise erinevate komponentidena, vaid lihtsalt alatesti faktoritena. Tulemus viitab sellele, et alatestitid on sõltumatud ja mõõdavad erinevaid asju. Sealjuures antud alatesti kõik hindid mõõdavad ühte ja sama omadust.

Saadud tulemuste põhjal pole alust väita, et tegemist on mitteverbaalse loovustestiga, millel on kolm konsistentset alatesti ja neli faktorit.

Täiendavalt uuriti diskriminantanalüüsi abil veel testide võimet eristada erinevate koolide õpilasi. Erinevad koolid eristuvad üsna hästi — 86.0% abikoolide ja 80.4% normkoolide õpilastest klassifitseeriti testi hinnete põhjal õigesti. Otsustavaks eristamise juures osutus aga viimistlus. Ainult seda hinnet arvestades võib õpilasi klassifitseerida peaaegu sama edukalt — abikoolis klassifitseeriti viimistluse hinde põhjal õigesti 87.0% õpilastest, normkoolis — 78.6%.

Kui koolide eristamiseks kasutada kõiki toorpunkte iseseisvate tunnustena, õnnestus õigesti klassifitseerida 91.0% abikooli ja 94.5% normkooli õpilastest. Olulisteks eristavateks tunnusteks olid ikka viimistluse hindid. Seega testi hinnete kokkuliitmine mõnevõrra halvendas koolide eristatavust.

Saadud tulemuste põhjal võime teha järgmised järeldused:

- 1) Mitteverbaalne loovustest koosneb kolmest erinevast alatestitist, milles saadud toorpunktide kokkuliitmine ei ole põhjendatud.
- 2) Testides saadud tulemused on kirjeldatavad kolme faktoriga, kusjuures iga faktor on seotud erineva testiga.
- 3) Kuna erinevate testidega seotud faktorid on sõltumatud, siis iga test mõõdab mingit erinevat näitajat. Ei ole välistatud, et see näitaja on loovusega seotud või iseloomustab selle erinevaid külgi.

- 4) Norm- ja abikooli õpilasi oluliselt eristavaks tunnuseks oli viimistlushinne. Viimistluse tulemus sõltub lapse kasutuses olevatest viimistlusvahenditest. Kui kasutatavate viimistlusvahendite tase pole määratletud, võib see tulemust oluliselt mõjutada.
- 5) Kuni testi reliaablust ja valiidsust Eestis kontrollitud ei ole, võiks arvestada ka võimalusega, et vähemalt mõni selles testis mõõdetav näitaja kirjeldab isiksuseomadusi, millest mõned on vajalikuks eelduseks ka loovuse väljendamisel.

### Kirjandus

1. Heinla, E. Eesti kooliõpilaste loovuse mõõtmistulemustest. Haridus, 1993, 3, 38-41.
2. Heinla, E. Intelligentsus, selle seos loovuse ja õppeedukusega. Haridus, 1993, 9, 24-29.
3. Heinla, E. Keskkooli vanema astme õpilaste loovus, vaimsed võimed ja õppeedukus. Nõukogude Kool, 1989, 1, 37-40.
4. Heinla, E. Keskkooli vanema astme õpilaste loovus, vaimsed võimed ja õppeedukus. Õpetuse tunnetuseesmärkide realiseerimisest I. Nõukogude pedagoogika ja kool XXXVII. Tln. , 1986, 61-79.
5. Pae, P. Katse uurida abikooli vanema astme õpilaste sõnaseoseid ja loovust. Diplomitöö. TÜ psühholoogia osakond, Tartu, 1993.
6. Csikszentmihalyi, M. Society culture and person: a system view of creativity. In: The nature of creativity contemporary psychological perspectives. Ed. by Robert J. Sternberg. Cambridge University Press, 1988, pp 325-339.
7. Tardif, T.Z., Sternberg, R.J. What do we know about creativity? In: The nature of creativity contemporary psychological perspectives. Ed. by Robert J. Sternberg. Cambridge University Press, 1988, pp 429-440.
8. Torrance, E.P. Torrance tests of Creative Thinking. Directions manual and scoring guide. Figural Test Boocklet A. Scholastic Testing Service, 1972.
9. Torrance, E.P. Torrance test of Creative Thinking. Directions manual and scoring guide. Figural Test Boocklet B. Scholastic Testing Service, 1974.

# MATEMAATILISE STATISTIKA ÕPIK JA PROGRAMMIPAKETT STATKOOL

Kadri Hiob, Ain Rääbis

H. Treffneri Gümnaasium

Seoses Eesti Vabariigi iseseisvumisega on muutumas ka meie haridussüsteem. Käesoleval ajal on koostamisel uus matemaatika-programm, kus on endale kindla koha leidnud ka matemaatiline statistika. Varem juhtus tihti, et lõpuklassi planeeritud tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika kursus jäeti aja kokkuhoiu mõttes lihtsalt vahele. Matemaatiline statistika on aga üks matemaatika valdkondi, mis leiab igapäevaelus küllaltki suurt rakendust ja mille algtõdesid peaks teadma iga inimene. Samuti ei tohiks alahinnata tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika õpetamise tähtsust statistilise, juhuslikkust arvestava mõtteviisi kujundamisel.

Et otseselt koolidele orienteeritud statistikaõpikuid on väga vähe (vt. [2], [3], [5]) ja nad ei arvesta arvuti kasutamise võimalust ning enamus õpetajaid ei suuda ise vajalikku materjali kokku otsida, tekkis vajadus uue statistikaõpiku järele. Kuna aga matemaatiline statistika on üks selliseid ainevaldkondi, mis nõuab arvutite kasutamist, siis oli loomulik ka vastava eestikeelse tarkvara loomine. Seetõttu arenes autorite tehtud kursusetööst TÜ Matemaatilise Statistika Instituudis välja kaks magistritööd:

- õppevahend "Matemaatiline statistika. Algkursus koolidele" (K. Hiob, [1]);
- koolidele mõeldud statistikapaketi STATKOOL projekteerimine, programmeerimine ja kasutajajuhendi koostamine (A. Rääbis, [4]).

Uus statistika õppevahend erineb varasematest õpikutest järgmistes aspektides.

See on üks esimesi Eestis ilmunud koolistatistika raamatuid, kus on süstemaatiliselt läbi viidud matemaatilise statistika põhikontseptsioon: valimi kasutamine järelduste tegemiseks üldkogumi kohta. Sellest tulenevalt on õppevahendis selgitatud hüpoteeside kontrollimise teooria põhimõisteid (sisukas ja nullhüpotees, I ja II liiki viga jt. mõisted).

Statistikat esitatakse seostatuna statistilise andmeanalüüsi põhimõtetega ning arvuti kasutamise võimalust arvestades. Kõik õpikus toodud arvutused ja esitatud tabelid ning graafikud on võimalik saada programmi STATKOOL abil. Et aga kõik koolid ei saa sugugi kiidelda korraliku arvutipargiga, on õppevahendis esitatud matemaatilise statistika seisukohalt korrektsed eeskirjad andmetöötluseks ka paberi ja pliiatsi abil ja näidatud ökonoomseid arvutusskeeme selleks.

Õppevahend ei ole seotud konkreetse klassiga, seetõttu ei ole ka tehtud olulisi eeldusi õpilaste eelteadmiste osas ja on minimiseeritud rangete ja tehniliste tõestuste osa, asendades need loogiliste arutlustega.

Uus õppevahend ei ole seotud konkreetse ainega — teda võib kasutada peale matemaatika ka arvutiõpetuse tunnis praktiliste harjutuste tegemisel, kuid samuti on sobiv seda kasutada teisteski ainetundides, kus tehakse mingeid vaatlusi (bioloogia) või küsitlusi (kodanikuõpetus). Muuhulgas võib seda õppevahendit kasutada käsi- raamatuna ka õpetaja mitmesuguste koolielus oluliste statistiliste järelduste tegemiseks.

Õppevahendi juurde kuulub lisana statistikatabelite vihik, mis sisaldab t-jaotuse, hii-ruut jaotuse, F-jaotuse ja korrelatsiooni kordaja kriitiliste väärtuste tabeleid.

### **Õppevahendis käsitletavat teemad**

Loetleme statistikaõpikus käsitlemist leidnud küsimusi.

Andmete kogumine ja ettevalmistamine töötlemiseks.

— Üldkogum ja valim. Valimi moodustamine. Statistiline andmestik. Puuduvad väärtused. Statistilised tunnusetüübid. Koodeerimine. Andmekirjeldus. Uurimuse alustamise põhietapid.

Andmetöötlus: ühe tunnuse analüüs.

— Karakteristikud (keskväärtus, mediaan, mood, minimaalne ja maksimaalne element, alumine ja ülemine kvartiil, dispersioon ja standardhälve). Karpdiagramm. Sagedustabel. Tulpdiagramm. Sektordiagramm. Vahemikhinnang. Usalduspiirid. Statistiline hüpotees, I ja II liiki viga, statistilise hüpoteesi kontrollimine.

Andmetöötlus: kahe tunnuse analüüs.

— Kahemõõtmeline sagedus- ja jaotustabel. Korrelatsiooniväli. Statistiline mudel. Lineaarne mudel. Mudeli headus. Lineaarne korrelatsioonikordaja. Lineaarse regressioonimudeli olulisus. Prognoosimine. Korduvate mõõtmiste keskvaärtuste erinevus. Erinevatel üldkogumitel mõõdetud tunnuse keskvaärtuste erinevus.

Paljud näited on üles ehitatud tänapäeva reaalsest elust võetud juhtumustele ning andmestikele. Koos lugejaga sammub läbi raamatu matemaatikaõpetaja Pluss, et teoreetilist materjali näidete abil lihtsamalt lahti seletada. Samuti on õppevahendi lõppu lisatud nii näidetes kasutatud andmestikud kui ka lisaks veel mõned, mida õpetaja saaks vajaduse korral tunnis kasutada.

### **Tarkvara andmeanalüüsi õpetamiseks koolis**

Andmeanalüüsi õpetamine tänapäeval tasemel on ilma arvuti abita praktiliselt võimatu. Millist tarkvara üldse võiks kasutada andmeanalüüsi õpetamisel koolis?

Andmeanalüüsi' praktilistes tundides on põhimõtteliselt võimalik kasutada kolme erinevat tüüpi tarkvara:

- tabelarvutuse- või andmebaasisüsteemid;
- suured statistikapaketid;
- koolile orienteeritud spetsiaal-statistikapaketid.

Analüüsime igäihte häid ja halbu külgi veidi lähemalt.

1) Tabelarvutuse- ja andmebaasisüsteemide kõige suuremaks eeliseks on see, et koolis, kus on olemas arvutid, on enamasti olemas ka mõni tabelarvutuse- või andmebaasisüsteem ja nende kasutamist õpetatakse arvutiõpetuse tundides. Seega ei pea andmeanalüüsi tunni aega kulutama täiesti uue paketi tundmaõppimisele ja vähemalt andmete sisestamisega peaksid õpilased eelnevate teadmiste põhjal hakkama saama. Andmete analüüsimise juurde asudes tekivad aga esimesed raskused.

Kuna tabelarvutussüsteemid pole mõeldud statistilise andmetöötluse tarbeks, peavad õpilased ise kirja panema valeimid kõikide tulemuste arvutamiseks. Kui andmeanalüüsi lihtsamate, kirjeldavate protseduuridega (põhikarakteristikute arvutamine, tulp- ja sektor-



lalt lihtsalt hakkama saada, siis keerulisemate protseduuridega (usal-  
duspiiride leidmine, hüpoteeside kontroll) tekivad juba suured prob-  
leemid. Pole ju enamikes süsteemides valmisprotseduure näiteks  
t-jaotuse täiendkvantiilide arvutamiseks. Kuigi nendest probleemi-  
dest on võimalik üle saada, ei ole sellel kuigi suurt mõtet, sest and-  
meanalüüsi praktiline tund muutuks arvutusmeetodite ja arvutiõpe-  
tuse tunni seguks.

2) Suured statistikapaketid (näiteks STATGRAPHICS,  
SYSTAT, SPSS, SAS) on enamasti vabad mitmest eelmises punktis  
toodud puudusest. Andmeanalüüsi praktikumides ei pea tegelema  
kõrvaliste teemadega. Kuid ka nendel pakettidel on omad puudused.

Reeglina on siia gruppi kuuluvad paketid küllaltki ressursinõud-  
likud (vajalik vähemalt kõvaketas ning suhteliselt kiire arvuti) ja  
seepärast ei sobi kõikidesse koolidesse. Vaid STATGRAPHICS 2.6  
(või varasem versioon) ja SYSTAT (üksikosadena) on võimelised töö-  
tama flopiketastelt.

Teiseks on see tarkvara mõeldud suurte andmestike teaduslikuks  
töötlemiseks ning enamasti kooli tarvis liiga suurte võimalustega ja  
võib seetõttu nõrgematel õpilastel varsti üle pea kasvada. Seoses  
sellega muutub jällegi tunni rõhuasetus. Sedapuhku jääb andme-  
analüüsi praktikumi oluliseks ülesandeks selgitada, kust ja kuidas  
vajalikke tulemusi kätte saada.

Lõpuks tuleks silmas pidada ka seda, et suured statistikasüs-  
teemid on küllaltki kallid, eriti arvestades meie koolide kõhna ra-  
hakotti. Piraattarkvara kasutamine koolides on ebaeetiline ja vas-  
tuolus pedagoogika printsiipidega.

3) Koolidele orienteeritud spetsiaalpakettide kõige suuremaks  
puuduseks on see, et neid lihtsalt ei ole. Tuleb mainida, et Tartu  
Ülikooli Matemaatilise Statistika Instituudi kursuse- ja diplomitöö-  
dena on tehtud mitmeid väiksemaid programme. Paraku on seni kõik  
tööd jäänud raamaturiiulile ning seega ei ole ühtegi lõpuni viimist-  
letud eestikeelset statistikapaketti, mis oleks mõeldud spetsiaalselt  
koolidele ja mida võiks koos juhendmaterjaliga paljundada. Seda  
tühja kohta püüabki täitma hakata STATKOOL, mille projekteeri-  
misel on püütud arvestada kõiki eespoolloetletud asjaolusid.

## Süsteemi STATKOOL koht Eesti koolis

Süsteem STATKOOL ei ole klassikaline õpiprogramm, ta on abivahend andmeanalüüsi praktiliste tundide läbiviimiseks koolis. Peale selle on süsteemil STATKOOL täita veel teinegi ülesanne — näidata ainetevahelist integratsiooni (konkreetselt matemaatika ja arvutiõpetuse vahelist seost). Töödeldes oma andmeid arvuti abiga, kogeb õpilane, et arvuti on töövahend, mis teeb nurisemata ja kiiresti ära pikad ning tülikad arvutused, säästes nõnda aega sisulise töö jaoks.

Süsteemi STATKOOL projekteerimisel on silmas peetud õpilast, kes hakkab seda süsteemi kasutama, ja arvestatud koolis oleva riistvara võimalusi.

Vaadates uut paketti keskmise õpilase silmade läbi, on lähtutud järgmistest nõuetest.

Spetsiaalselt kooli jaoks väljatöötatav tarkvara peab haakuma vastava aine programmiga ja soovitavalt ka mõne õpikuga. Süsteemi STATKOOL projekteerimisel on lähtutud K. Hiobi õppematerjalist koolidele ning realiseeritud kõik seal käsitletud teemad.

Süsteem ei tohi olla ülepaistatud, menüüdes peaks olema võimalikult vähe erinevaid valikuid ning programmis võimalikult vähe erinevaid dialoogiaknaid. Samuti peaks tulemuste kättesaamist võimaldama mingi küllalt standardne tegevus. Õpilastel ei tohi tekkida raskusi vajaliku protseduuri ülesleidmisega ja soovitud tulemuste saamisega.

Süsteemis STATKOOL on menüüvalikuid piiratud näiteks sellega, et usalduspiiride leidmise ja hüpoteeside kontrolli korral ei ole eraldi välja toodud ühe- ja kahemõõtmelist analüüsi. Uuritavate tunnuste arv määratakse tellimusaknas, mis ilmub ekraanile pärast valiku tegemist menüüs. Samas on kõik tellimusaknad ühetüübilised. Erinevused on vaid uuritavate tunnuste maksimaalarvus ja mõningate lisaparameetrite määramises.

Tulemuste esitamisel ei tohiks ekraanil olla üleaurust informatsiooni. Suurtes statistikapakettides on tihti esitatud kaks õpilasele mitesobivat varianti:

- ekraanile väljastatakse palju mitteolulisi vahetulemusi ;
- väljastatakse tellimusega tihedalt seotud, kuid selles otseselt mitte ette nähtud tulemusi (STATGRAPHICS — usalduspii-

ride leidmine ja teatavate hüpoteeside kontroll on ühes ja samas protseduuris, regressioonanalüüsi juures esitatakse ka dispersioonanalüüsi tabel jne.).

Tihti esitatakse lahendatava ülesande sisu poolest üksteist ligilähedaselt dubleerivate meetodite tulemusi, mis võivad olla ka vasturääkivad (näiteks jaotuste võrdlemine hii-ruut ja Kolmogorov-Smirnovi kriteeriumi abil).

Süsteemis STATKOOL püüti saavutada teavat sarnasust üldlevinud pakettidega. Kuna antud juhul on esmatähtis paketi kasutamisoskus, siis on oluline, et paketi tundmaõppimisele kuluku võimalikult vähe aega. Seepärast peaks pakett olema kujundatud küllalt sarnasena üldlevinud pakettidele. Ühtlasi aitab see õppuritel hiljem töötada teiste pakettidega. STATKOOL 2.0 kujundamisel on kasutatud mitmeid rakenduspakettidest tuntud standardseid elemente nagu rippmenüüd, dialoogiaknad, survenupud, väljastusaken jne.

Statistilise analüüsi protseduurides kasutatakse vaikimisi määratud parameetrite väärtusi (näiteks klassifitseerimisandmed, olulisuse nivoo). Nende olemasolu võimaldab protseduure kasutada ka väikese kogemuse korral. Samas on aga kogenud kasutajale jäetud võimalus kõiki neid parameetreid muuta.

Riistvara poolest tuleb lähtuda koolide mitte kõige paremast varustatusest ja pakett peab:

— töötama mõistliku kiirusega ka arvutil, millel on 8086/8088 tüüpi protsessor, üks 360KB kettaseade ja 256KB operatiivmälü (nn. XT-arvutid);

— arvestama loetavust must-valgel kuvaril, kuid ühtlasi ära kasutama värvilise monitori võimalused.

### **Õppevahendi katsetamine**

Et seni ei ole matemaatilist statistikat kooliprogrammis olnud (st. ka tundide ajalises jaotuses ei ole statistikale kohta jäetud), on autorite statistikaõpetamise kogemus enamuses piirdunud matemaatikaõpetajate harimisega täienduskursustel. Nende jaoks on praktikatunnid arvutiklassis muidugi uudsed. Siiski on pakutatavat materjali katsetatud ka õpilastega töötades, nimelt andsid autorid

1993. a. septembris tunde Tallinnas Gustav Adolfi Gümnaasiumi 12. klassis (reaalarhu klass). Toimusid loenguvormis teooriatunnid ning praktikumid arvutiklassis. Tundide ajaline jaotus oli järgmine:

esmaspäev — 2 loengutundi, teema: andmete kogumine ja ettevalmistamine töötlemiseks. Kodune ülesanne: läbi viia küsitlus;

teisipäev — 2 loengutundi, teema: ühe tunnuse analüüs; 2 tundi arvutipraktikumi, teema: omakogutud andmete sisestamine arvutisse;

kolmapäev — 2 loengutundi, teema: kahe tunnuse analüüs; 2 tundi arvutipraktikumi, teema: ühe tunnuse analüüs;

neljapäev — 2 tundi arvutipraktikumi, teema: kahe tunnuse analüüs.

Nagu ajajaotusest selgub, ei piirdunud statistikakursus ainult loengutega ning lektori poolt välja mõeldud ülesannete lahendamisega, vaid iga õpilane (või grupp) pidi ise leidma lahendamist vajava probleemi, koostama sellekohase küsimustiku, viima läbi küsitluse, töötlema saadud andmeid arvuti abil ning tegema järeldused. Küsitluse läbiviimisel pidid õpilased silmas pidama järgmisi nõudeid:

— valimimaht pidi olema suurem kui 20;

— tunnuste hulgas pidi olema vähemalt üks binaarne, üks pidev ja üks diskreetne tunnus.

Pakkusime ka omalt poolt mõningaid ideid, kuid enamus õpilasi leidis endale mõne põnevama probleemi. Õpilastel ideedest puudus ei tulnud.

Et proovisime seda õppekursust õpilaste peal esmakordselt, siis korraldasime kursuse lõpus väikese küsitluse tagasiside saamiseks. Järgnevalt on toodud selles esitatud küsimused, kodeerimiseeskirjad ning tulpdiagrammid vastuste jagunemise kohta. Ankeedile vastas 19 õpilast.

1. Kas loetud matemaatilise statistika kursus oli huvitav?

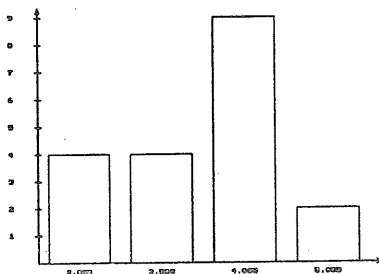
väga huvitav — 5

huvitav — 4

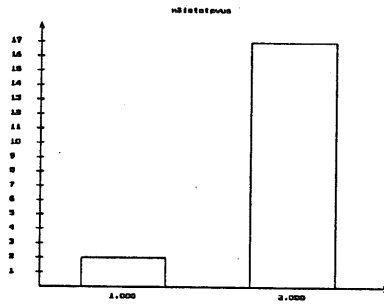
ei oska öelda — 3

mitte eriti — 2

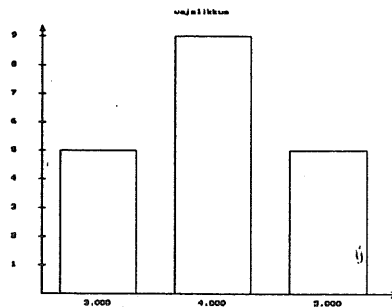
üldse mitte — 1



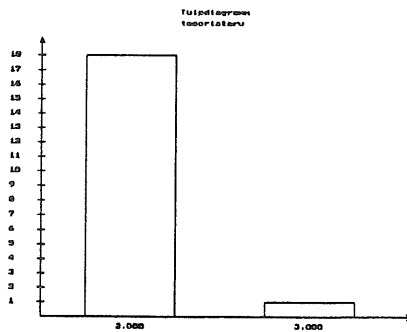
2. Kas materjal oli  
 raskestimõistetav – 3  
 arusaadav – 2  
 liiga kerge – 1



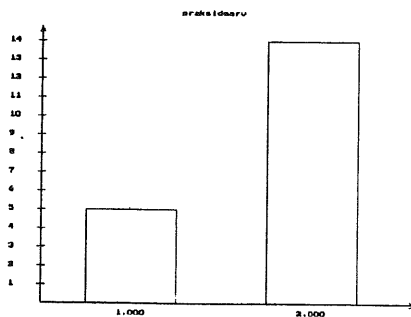
3. Kas selliseid teadmisi läheb edaspidi vaja?  
 kindlasti läheb – 5  
 arvan, et läheb – 4  
 võib-olla läheb – 3  
 arvan, et ei – 2  
 kindlasti mitte – 1



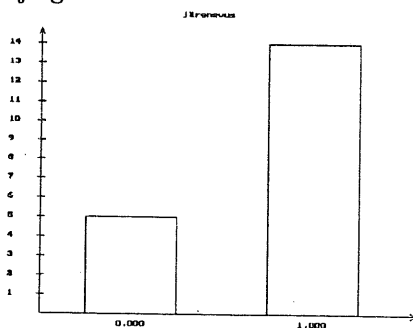
4. Kas teooriatunde oli  
 vähe – 1  
 parasjagu – 2  
 palju – 3



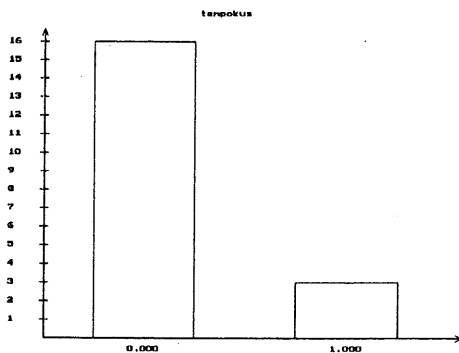
5. Kas praktikume oli  
 vähe - 1  
 parasjagu - 2  
 palju - 3



6. Kas teooria ja praktika järgnevus oli sobiv?  
 ei - 0  
 jah - 1



7. Kas töö oleks võimud olla tempokam?  
 ei - 0  
 jah - 1



Küsitlustulemuste analüüsimisel tuleb loomulikult arvestada, et tegu oli reaalaru klassiga. Siiski on autorid arvamusel, et ka üldharu klassidele ei tohiks materjal üle jõu käia. Tundub, et statistika on õpilastele huvitav ning neid teadmisi arvatakse edaspidi vaja minevat. Eespooltoodud ajajaotuse eeliseks on loogiline esitus ning teooria eelnevus praktikale, puuduseks aga see, et alustatakse andmekogumisest, kuigi statistiline analüüs peab algama hüpoteeside püstitamise-ga.

Selle puuduse likvideerimiseks võiks pakkuda järgmist varianti: peale statistikakursuse läbimist eespooltoodud jaotuse järgi viib iga õpilane iseseisvalt läbi uurimuse. Kõigepealt püstitab õpilane hüpoteesi, mille õpetaja ka endale üles märgib, seejärel korraldab õpilane küsitluse, töötleb kogutud andmed ning esitab õpetajale lõpptulemused.

### Kirjandus

1. Hiob, K. Matemaatiline statistika. Algekursus koolidele. Tartu, 1994 (käsikiri, magistritöö).
2. Prints, O. Matemaatilise statistika ja tõenäosusteooria elemendid keskkoolis. Fakultatiivkursus. Tallinn, Valgus, 1977.
3. Prints, O., Velsker, K. Matemaatika. XI klass. Tallinn, Valgus, 1984.
4. Rääbis, A. Statistikasüsteem STATKOOL. Tartu, 1994 (käsikiri, magistritöö).
5. Velsker, K. Tõenäosusteooria ja matemaatilise statistika elementide käsitlemine koolis ning õpilaste statistilise mõtteviisi arendamine. Autoreferaat. Tartu, 1973 (vene k.).

## RAHVUSVAHELISE STATISTIKAHARIDUSE ASSOTSIATSIOONI TEGEVUSEST

Liina-Mai Tooding

Tartu Ülikool, Matemaatilise Statistika Instituut

Statistikute rahvusvahelist suhtlust korraldavaks suurimaks organisatsiooniks on Rahvusvaheline Statistika Instituut (ISI, International Statistical Institute). See organisatsioon moodustati 1885. a. Londonis toimunud statistikute kongressil. Rahvusvahelisi statistikute kongresse on peetud regulaarselt eelmise sajandi keskpaigast alates, esimene neist toimus Brüsselis 1853. a.

ISI koosseisu kuulub käesoleval ajal üle 1800 liikme. Ligi pooled neist pärinevad Euroopast, umbes veerand Ameerikast ja viiendik Aasiast. Rahvusvaheline Statistika Instituut peab iga kahe aasta tagant kongresse. Esimene ISI kongress toimus 1887. a. Roomas, seni viimane kongress peeti 1993. a. Firenzes ja järgmine — järjekorranumbri poolest viiekümnes — toimub 1995. a. Beijingis.

Rahvusvahelise Statistika Instituudi sees on loodud rida sektsioone, mis koondavad enesesse kitsamate erialade teadlaste ja praktikute tegevuse. Loetleme käesoleval ajal tegutsevad ISI alaühingud nende moodustamise järjekorras:

- Bernoulli ühing (Bernoulli Society on Mathematical Statistics and Probability), loodi 1961. a., hõlmab üle 1500 liikme;
- Rahvusvaheline Valimistatistikute Assotsiatsioon (International Association of Survey Statisticians, IASS), loodi 1971. a., üle 1100 liikme;
- Rahvusvaheline Arvutistatistika Assotsiatsioon (International Association for Statistical Computing, IASC), loodi 1977. a., üle 700 liikme;
- Rahvusvaheline Riigistatistika Assotsiatsioon (International Association for Official Statistics, IAOS), loodi 1985. a., üle 600 liikme;
- Rahvusvaheline Statistikaõppe Assotsiatsioon (International Association for Statistical Education, IASE), loodi 1991. a., üle 300 liikme.



Järgnevalt tutvustamegi ISI noorima seksiooni IASE senist tegevust.

Rahvusvahelise Statistika Instituudi 49. kongress Firenzes algas ümarlauadiskussiooniga statistikute rolli teemal. Selle aluseks oli professor S. Moriguti töögrupi programmiline ettekanne statistika ja statistikute osast ühiskonnaelu kõigil tasandil: majanduselus, poliitikas, kultuurielus ja lõppkokkuvõtteks hariduses (vt. [2]). Ettekandes esitatud teesides on statistikahariduse jaoks kõige tähenduslikumaks tees selle kohta, et statistilise mõtteviisi arendamine ja levik on olulisemad statistiku kui isikute tegevuse tähenduse kasvust ühes või teises eluvaldkonnas. Statistikahariduse üks eesmärke on niisiis statistilise lähenemisviisi süvendamine, sealhulgas üldhariduse osana.

Statistikahariduse ülesande- ja probleemirohkus viis kolme aasta eest ISI Kairo kongressil 1991. a. Rahvusvahelise Statistikahariduse Assotsiatsiooni moodustamiseni. See ühing on ISI teiste seksioonidega võrreldes veel väga noor, kuid kogub hoogsalt jõudu.

Assotsiatsiooni tegevuse eesmärgiks on teadvustada statistika-alase hariduse tähtsust, edendada statistikaharidust ja sellealaseid rahvusvahelisi kontakte. Põhikirja kohaselt korraldab IASE nende ülesannete täitmiseks konverentse, seminare ja muid teaduskogunemisi, toetab kirjastustegevust omal alal, teeb koostööd rahvusvaheliste, rahvuslike, regionaalsete ja muude sama ala organisatsioonidega, samuti ISI teiste seksioonidega.

Assotsiatsioonil on individuaal- ja kollektiivliikmed. Liikmeks astumine toimub vormikohase avalduse alusel, tasuta tuleb ka liikmemaks (individuaallikmel 62.45 DM aastas, arengumaade puhul soodustus — 33.90 DM).

Temaatilisel arendatakse järgmisi töösuundi:

- statistika õpetamine põhi- ja keskkoolis;
- statistika õpetamine kolledžis, tehnikainstituudis, ülikoolis;
- statistika-alase tarkvara arendamine ja õpetamine;
- äri ja tööstusstatistika õpetamine;
- statistika-alane koolitus riigistatistika ametite jaoks;
- statistikaõpikute, audio-visuaalsete vahendite ja õppeplaanide arendamine.

Assotsiatsiooni kõrgeim organ on IASE üldkogu ja see tuleb kokku iga kahe aasta tagant. Esimene ja seni viimane üldkogu konverents toimus 1993. a. Perugia, kus oli esindatud 36 maad 150 osavõtjaga. Jooksvalt juhib assotsiatsiooni 6-liikmeline täitevkomitee, mille põhilisteks tööloikudeks on IASE väljaannete koordineerimine, liikmeskonna haldamine, konverentside korraldamine, kontaktide pidamine arengumaadega. Assotsiatsiooni president on käesoleval ajal professor David S. Moore. Assotsiatsiooni töökeelteks on inglise ja prantsuse keel.

Oma liikmeskonnale teeb IASE mitmeid soodustusi info hankimisel statistikahariduse alase tegevuse kohta. IASE liikmed saavad tasuta ajakirju "ISI Newsletter" ja "IASE Review", samuti on võimalik soodustatult (umbes poole hinna eest) tellida ISI ajakirju "Teaching Statistics", "Statistical Theory and Method Abstracts", "Short Book Reviews", "International Statistical Review". Kaks viimatinimetatut saadetakse 1995. aastast alates IASE liikmeile tasuta. Ka ISI muud väljaanded statistikahariduse alal on IASE liikmetele kättesaadavad soodushindadega.

Erialaste konverentside osavõtumaks on IASE liikmetel tavaliselt vähendatud, on võimalik taotleda toetust ISI konverentsidest osavõtuks.

Üks ulatuslikematest statistikahariduse alaste konverentside seeriast on ICOTC - International Conference on Teaching Statistics. Seni on peetud 4 konverentsi: 1982. a. Sheffieldis, 1986. a. Victorias, 1990. a. Dunedinis ja käesoleva aasta juulis Marrakeshis.

Loetleme mõned teemad Marrakeshi konverentsi kavast, et anda kujutust käesoleval ajal aktuaalseteks peetavatest statistikahariduse küsimustest (vt. [1]):

- statistiline kirjaoskus ja statistika maine;
- statistiliste ainete integreerimine kooliprogrammi;
- andmeanalüüs põhikooli kursuses;
- arvutid ja tarkvara statistika õpetamisel;
- statistika õpetamine sotsiaalteadlastele;
- statistika õppeplaan aastaks 2000;
- statistika õpetamine statistikaameti töötajatele;
- statistikakoolitus konsulteerimiseks ja konsulteerimise abil.

Statistikahariduse küsimustes on korraldatud temaatilisi satelliitkonverentse matemaatikahariduse kongresside seeria ICME (International Congress on Mathematical Education) raames: 1988 Budapestis (Statistikaõpetajate ettevalmistus) ja 1992 Quebecis (Andmeanalüüsi algõpetus koolis: kes peab õpetama ja kuidas). Järgmine ICME konverents on 1996. a. Hispaanias.

Ka ISI regulaarsete kongresside ajal toimuvad statistikahariduse alased satelliitkonverentsid, järgmine neist on Beijingsis 1995. a. augustis.

Huvitav ja meilgi kättesaadav võimalus osaleda IASE tegevuses avaneb arvutiside abil. Assotsiatsioon peab elektroonilist arhiivi, mis füüsiliselt asub Põhja-Carolina Riikliku Ülikooli Statistika Instituudis ja on IASE liikmetele kättesaadav Internet võrgu kaudu. Arhiivi kasutusjuhendi saab samuti tellida arvutiside abil. Arhiiv sisaldab assotsiatsiooni liikmete andmestiku, värsket kirjanduse ülevaate, infot hiljuti toimunud ja peatselt toimuvate konverentside kohta jm. andmekogumeid. Arhiivis on ka elektroonilise ajakirja "The Journal of Statistics Education" materjalid. Tellida saab arvutiside diskussioonide stenogramme, neid uuendatakse iga kuu. Nii näiteks töötab statistikahariduse diskussioonigrupp, statistikaalaste konsultatsioonide grupp, pakettide SAS ja SPSS diskussioonigrupid. Arhiivist saab tellida ka statistika-alast tarkvara.

Kokkuvõtteks võib öelda, et allakirjutanu kui IASE värsket liikme esmamuljete põhjal on Rahvusvahelise Statistikahariduse Assotsiatsiooni näol tegemist organisatsiooniga, milles valitseb innovatiivne hoiak, kaasaegne ja energiline asjaajamine ning leidlikkus.

### Kirjandus.

1. International Association for Statistical Education. ISI Newsletter, 18, 1(52), 1994, p. 13.
2. The Role of Statisticians. International Statistical Review, 1992, 60, pp 227-246.

## TARTU 5. MITMEMÕOTMELISE STATISTIKA KONVERENTS

### Korraldava komisjoni lühiaruanne

#### 1. Konverentsi ettevalmistusperiood

Otsus korraldada konverents, mis jätkaks seniste Tartu mitmemõotmelise statistika konverentside (nn. Kääriku konverentside) sarja, võeti vastu Tartu Ülikooli Matemaatilise Statistika Instituudi (MSI) koosolekul 1993. aasta veebruaris. Otsustati

— korraldada konverents 1994. aasta kevadsuvel; eelmine täismahuline konverents oli toimunud 1989. aasta sügisel ja 1991. aasta suvel leidis aset samateemaline väiksema osavõtjate arvuga rahvusvaheline seminar;

— korraldada konverents senisest teoreetilisema suunitlusega, pööramata tarkvarale nii suurt tähelepanu kui varasematel konverentsidel;

— korraldada konverents rahvusvahelisena (töökeeleks inglise keel);

— püüda konverentsiga haarata statistikuid nii läänest kui idast, toetudes viimaste osas varasemate Kääriku konverentside küllastajaskonnale;

— arvata konverentsikorralduse algatusrühma (AR) Matemaatilise Statistika Instituudi professorid Ene-Margit Tiit ja Kalev Pärna ning dotsent Tõnu Kollo.

Algatusrühma esimesel koosolekul märtsis 1993 fikseeriti konverentsi põhitemaatika: mitmemõotmelised jaotused, asümptootika-probleemid, hinnangud ja otsustused, klassifitseerimine ja klasteranalüüs, mitmemõotmelise analüüsi rakendused. Määrati kindlaks konverentsi aeg: 23.–27. (28.) mai 1994.

Konverentsiga seotud korraldustöö tegemiseks n.-ö. ühiskondlikus korras andsid nõusoleku kõik Matemaatilise Statistika Instituudi liikmed, kes moodustasid kohaliku korralduskomisjoni (KKK). Olulisim roll ettevalmistusperioodil langes instituudi teadussekretärile Elvi Ehasalule, kes ligemale aasta jooksul töötas täie koormusega

konverentsi teadusliku sekretärina. Seega ei olnud konverentsi korraldamisel vajadust mingi uue formaalse struktuuri moodustamise järele. Edasise töö käigus ilmnis, et selline korraldav komisjon, mis koosseisult langes ühte instituudi kollektiiviga, töötas niihästi konverentsi ettevalmistusperioodil kui ka konverentsi ajal distsiplineeritud, omaalgatuslikult, operatiivselt ja tõrgeteta. Ühtekokku osales kohaliku korraldava komisjoni tegevuses 20 MSI töötajat, magistrandi ja doktorandi, kusjuures igapähele oli määratud kindel vastutusala.

Tartu konverentsi toimumisest teatati Rahvusvahelise statistikaajakirja "ISI Newsletter" toimetusele, kus vastav info ilmus esmakordselt 1993. aasta mainumbris (nr. 17, 2(50)) statistikasündmuste kalenderplaanis ja edaspidi (nr. 18, 1(52), 1994) toimetuse initsiatiivil täiendava tutvustuse vormis.

Kohaliku korraldava komisjoni algatusel esitati reale mainekatele statistikutele palve osaleda Tartu 5. Mitmemõõtmelise Statistika konverentsi rahvusvahelises korraldavas komitees (RKK). Peale läbirääkimisi asus RKK tööle järgmises koosseisus:

E.-M. Tiit (Tartu) — esimees, C. Cuadras (Barcelona), O. Frank (Stockholm), H. Neudecker (Amsterdam), H. Niemi (Helsinki) — vastutav kirjastusküsimuste eest, S. Raudys (Vilnius), G. Styan (Canada) — vastutav satelliitseminari "Maatriksid statistikas" eest.

RKK liikmetel paluti konverentsi korraldamisel abi osutada peasjalikult kahes suunas — esindusliku osavõtjaskonna komplekteerimisel ja finantsabi hankimisel. Esimeses suunas osutus abi üsna tõhusaks, teises jäi nulltasemele.

Konverentsi ettevalmistusperioodi ajakava osutus kokkuvõtlikult järgmiseks.

02.1993 Põhimõtteline otsus korraldada konverents 1994. aasta kevadel.

03.1993 Konverentsi põhiliste näitajate — toimumisaja, kestuse, teemaatika, taseme, nimetuse fikseerimine. Teatamine ISI ajakirjale rahvusvahelisse kalendrisse lülitamiseks.

04.1993 RKK koosseisu määramine, läbirääkimised valitud liikmekandidaatidega.

- 05.1993 Konverentsi temaatika ja nimetuse täpsustamine. Esimese teate kujundamine (Cube Corporation) ja trükkimine (Trükiekspert).
- 06.1993 Esimese teate saatmine c.a. 150 adressaadile.
- 06.1993 Eelläbirääkimised konverentsi tööde kirjastamise küsimustes mitme kirjastusfirma, sh. Leedu-Hollandi ühisfirma TEV esindajatega.
- 06.–08.1993 Teabe levitamine konverentsi kohta isiklike kontaktide alusel.
- 07.1993 Konverentsi läbiviimiskoha otsimine. Eelkõkkulepe Pühajärve Puhkekoduga.
- 09.1993 Ettepanek professor G. Styanilt lisada konverentsile satelliitseminar "Maatriksid statistikas".
- 09.1993 Konverentsi esialgse eelarve koostamine, sponsorite ja toetajate otsimine.
- 09.–10.1993 Konverentsi andmepanga loomine ja käivitamine MSI arvutil.
- 09.–11.1993 Läbirääkimised konverentsi põhi- ja kutsutud ettekandjatega, samuti konverentsi osavõtjaskonna formeerimine laekunud sooviavalduste alusel.
- 11.1993 Teise teate kujundamine ja trükkimine.
- 12.1993 Teise teate saatmine c.a. 180 adressaadile koos jõulutervitustega.
- 01.–03.1994 Teeside kogumine; osalejatele teadete väljastamine teeside vastuvõtmise kohta. Kirjavahetus viisade teemal, ametlike kutsete saatmine.
- 02.–05.1994 Osalusmaksude registreerimine, kirjavahetus osalusmaksude teemal.
- 02.1994 Kohaliku korralduskomisjoni liikmete ülesannete ja vastutusala täpsustamine.
- 02.–05.1994 Konverentsi mapi ja atribuutika formeerimine.
- 03.–04.1994 Teeside toimetamine ja trükki suunamine TÜ Kirjastusse (kujundus — Cube Corporation).
- 04.1994 Konverentsi lõpliku ajakava kindlaksmääramine, konverentsi programmi koostamine, kujundamine (Cube Corporation) ja trükkimine (trükkikojas PAAR).

- 04.1994 Konverentsi programmi ja transporditeabe saatmine osavõtjatele.
- 05.1994 Ekskursioonide ja kultuuriprogrammi täpsustamine. Teatrietenduse tellimine.
- 05.1994 Majutus- ja vastuvõtuprogrammi täpsustamine. Saabumisaegade registreerimine.
- 05.1994 Teabe edastamine konverentsi toimumise kohta Eesti infokanalitesse. Teated ilmuvad ajalehes "Postimees", "Universitas Tartuensis", Eesti Raadios ja Raadio Tartus. Konverentsi ajal on kohal Eesti Raadio ja Raadio Tartu ajakirjanikud.
- 16.05.1994 Saabuvad esimesed konverentsi külalised, kes esinevad eelnevalt loenguseeriaga üliõpilastele — Karl Petersen ja Michael Greenacre.

## 2. Konverentsi koht

Traditsiooniliseks konverentside korraldamise kohaks on Tartu Ülikooli teaduskollektiividel kujunenud TÜ spordibaas Käärikul, kuid selle baasi puuduseks on elamistingimuste suhteliselt madal tase. Küsitledes turismifirmasid ja käies läbi puhkebaase jõuti Pühajärve Puhkekoduni, mis oma 200 majutuskoha ja suhteliselt soodsa hinnaga oli vastuvõetav.

Konverentsi avapäev 23. mai möödus Tartus (selleks transporditi Otepääl majutatud külalised Tartusse ja viidi õhtul tagasi), 24.–27. mail töötati Pühajärvel. Konverentsi avamine toimus Tartu Ülikooli Raamatukogu saalis (rektori professor Tulviste osalusel). Ka satelliitseminar "Maatriksid statistikas" 28. mail toimus Tartus, Arvutuskeskuse auditooriumis 104.

Külalised majutati Tartu-perioodil kas ülikooli külalistetubadesse (Üliõpilaskülla) või hotellidesse "Park", "Taru" ja "Ma". Elamiskulud üliõpilaskülas kattis korraldav komisjon osalusmaksude arvel.

## 3. Konverentsi osavõtjaskonna formeerumine

Korraldajatele oli selge, et konverentsi maine ja tulevikuperspektiivi määrab kutsutud esinejate tase. Toetudes oma väliskolleegide soovitudele ja abile läbirääkimistel ning isiklikele teadusalastele

sidemetele valiti kutsutud põhiettekandjateks, kellelt paluti tunni-pikkust ettekannet ja kelle puhul korraldav komisjon kandis kõik kon-  
verentsiga seotud kulud Eestis, järgmised teadlased:

C.R. Rao, I. Olkin, G. Styan, K.-T. Fang, Y. Fujikoshi.

Lisaks põhiettekandjatele olid korraldava komisjoni poolt kutsutud  
ettekandjateks veel järgmised teadlased:

Jammalamadaka S. Rao, T. Snijders, B. Harris, M. Greenacre,  
A. Degenne, J.A. Cuesta-Albertos, K.G. Jöreskog, L.T. Skov-  
gaard, Š. Raudys.

Neilt paluti 40 minuti pikkusi ettekandeid ja nende kulutused kaeti  
osaliselt.

Osavõtjad Eestist kuulusid enamuses Tartu Ülikooli, väljast-  
poolt oli 2 ettekandjat. Kahjuks jäid tulemata Eesti Statistikaameti  
ja Eesti teiste ülikoolide esindajad. MSI esines konverentsil täies  
koosseisus, kusjuures peeti 11 ettekannet. Kuulajate hulgas viibis  
kolleegid Matemaatikateaduskonnast, Matemaatikateaduskonna üli-  
õpilasi ja huvilisi TÜ teistest teaduskondadest.

Kokku osales konverentsil 77 osavõtjat ja 7 saatjat (perekonna-  
liiget).

Osavõtjate jaotust nende asukohamaa järgi iseloomustab järg-  
mine loetelu:

Ameerika Ühendriigid — 9 (sh. 1 esindaja Hawaii saarelt); Hol-  
land — 4; Inglismaa — 4; Jaapan — 1; Hiina — 1; Hispaania — 3;  
Kanada — 1; Leedu — 6; Lõuna-Aafrika Vabariik — 1; Norra — 3;  
Poola — 3; Prantsusmaa — 2; Rootsi — 5; Saksamaa — 5;  
Soome — 7; Taani — 5; Türgi — 1; Venemaa — 1; Eesti — 22.

#### **4. Konverentsi eelarve. Sponsorite otsimine**

Esialgne eelarve pandi kokku 1993. aasta sügisel. Selle koosta-  
misel lähtuti järgmistest põhimõtetest:

- konverentsi taseme määrab osavõtjaskond;
- konverentsi korraldamise tase esindab Eestit ja Tartu Ülikooli;
- elamistingimuste, toitlustamise jmt. osas tuleb fikseerida tea-  
tav nivoo, millest allapoole laskumist ei tohi lubada;
- korraldaval komisjonil ei ole võimalust kasutada ühegi teenin-  
dava firma teenuseid;



— konverents on MSI töötajate ja järelkasvu jaoks, kellele peab osalus olema tasuta;

— suur osa külalisi saabub Eestisse esmakordselt, nende seisukohalt tähendab konverentsimulje ühtlasi muljet Eestist ja eestlastest.

Kulutuste oletatav suurusjärk ilma osavõtjate toitlustamiseta oli 1993. aasta sügisel tehtud arvutuste kohaselt 100 000 EEK. Selles sisaldasid transpordi- ja majutuskulud, eelneva kirjavahetuse ja muude sideteenuste hind, teeside, teadete, programmi kujundamise ja trükkimise kulud, konverentsi atribuutika (nimesildid, kaustad jm.) valmistamise kulud, kultuuriprogramm, kutsutud külaliste ja organisaatorite osaluse kulud. Realistlikult hinnates selgus, et osalusmaksudega õnnestub katta pool nimetatud summast. Seega oli tarvis leida võimalusi ca 60 000 krooni suuruse toetuse saamiseks.

Toetuse taotlemiseks pöördus korralduskomisjon järgmiste instantside poole

a) Eestis: EV Valitsus, Tartu linnavolikogu ja linnavalitsus, Otepää linna- ja vallavolikogu ja linnavalitsus, Tartu Ülikool, TÜ Matemaatikateaduskond, firma Alexela, Eesti Informaatikafond, Eesti fondide ühendus, Eesti Teadusfond, Avatud Eesti (Sorose) fond;

b) välismaal: ISI ja selle alaseksioonid, Rahvusvaheline Teadusfond, Euroopa Ühenduse fond, kindlustusfirma Swiss Re.

Toetust saime Eesti Vabariigi valitsuse reservfondist 35 000 EEK, Tartu Ülikooli kaudu "Postimehe" fondist 12 500 EEK (millest ülikoolile üldkuludeks jäi 2 500 EEK) ja Matemaatikateaduskonnalt 10 000 EEK. Informaatikafond toetas Eesti Statistikaalsetsi nelja konverentsi (kolm vabariiklikku ja üks rahvusvaheline) läbiviimise ja kolme teabevihiku väljaandmise eesmärgil 20 000 EEK ulatuses. Tartu linnavolikogu eraldas 2000 EEK suuruse toetuse.

Üheltki rahvusvaheliselt organisatsioonilt ja mitte üheltki firmalt ei õnnestunud saada otseselt rahalist toetust. Teatava perioodi jooksul teenindas Eesti Post konverentsi kirjavahetust tasuta. Hinnalanduse tegid firmad "Tartu This Week" ja "Regio" oma väljaannete osas. Kujundusfirma "Cube Corporation" täitis KKK tellimusi soodushindadega.

Osalusmaksu põhisummaks määrati 100 USD, mis kattis osaleja

majutuskulud kogu konverentsi ajal, kohaliku transpordi, konverentsi materjalide, "kohviteeninduse", teatrietenduse ja avabanketi kulud, samuti lõunaaine avapäeval. Neil osavõtjail, kes tasusid osalusmaksu peale 15.märtsi, suurenes see 120 dollarini.

Külaliste mugavust silmas pidades võttis KKK osalusmaksu vastu suvalises valuutas, kasutades ümberarvutusteks Eesti Panga kursitabeleid.

Konverentsi finantstegevuse korraldamiseks avas KKK hoiuarve Tartu ERA-pangas, mida käsutas konverentsi majandusdirektor ja laekur Mare Vähi.

### **5. Konverentsi teabepank ja -talitus**

Arvutikataloogid konverentsi kutsete adressaatide, laekunud ettekannete pealkirjade ja teeside, osalusmaksu ja muu teabe säilitamiseks ja trükkimiseks löi Kuldev Ääremaa. Need, samuti elektronpostiühendus kolme erineva võrgu kaudu ja MSI fax ning telefonid jäid konverentsi teadusliku sekretäri E. Ehasalu põhilisteks töövahenditeks terve konverentsile eelneva aasta jooksul. Kirjades kasutati TÜ Matemaatilise Statistika Instituudi blankette.

### **6. Konverentsi teaduslik programm ja trükised**

Konverentsi teesid laekusid posti teel, faksitult või elektronposti kaudu, viimasel juhul mitmes erinevas kujunduses. Teesid kandis registrisse E. Ehasalu, toimetas T. Kollo. Kokku sisaldas teeside kogumik 74 ettekande teese 81 leheküljel, kusjuures autorite indeksis esines 92 nime (sh. ka kaasautorid). Teeside kogumiku kujundas "Cube Corporation" ja trükkis 150-eksemplarises tiraažis TÜ kirjastus. Teesid anti osavõtjatele koos konverentsi mapiga. Neile autoreile, kes kohale ei tulnud, saatis KKK peale konverentsi lõppu teesid postiga.

Konverentsi esialgne ajakava fikseeriti enne teise teate kujundamist ja selles nähti ette järgmine jaotus:

- saabumine Tallinna ja sõit konverentsipaika 22.05;
- konverentsi töö 23.05–26.05;
- ekskursioon 27.05;
- maatriksite seminar 28.05.

Täpsustatud ajakava töötati välja 1994. aasta aprilli alguses, kui kõik teesid olid laekunud. Kavasse planeeriti viis tunniajalist ettekannet (põhiettekandjad) ja üheksa 40-minutilist ettekannet (korraldava komisjoni kutsutud ettekandjad). Ülejäänud ettekannete osas tehti teeside põhjal valik. Suuliselt esitatavate ettekannete jaoks reserveeriti aega 20 minutit. Stendile suunati need ettekanded, mille autorid seda ise soovisid, või need, mis olid teemalt suhteliselt kaugemad konverentsi põhitemaatikast.

Konverentsi töökorralduse kohaselt algasid konverentsi tööpäevad kell 9.00 ja kahetunnisele tööle järgnes nii hommiku- kui õhtupoolikul kohvipaus. Lõunavahe kestuseks oli 1–1.5 tundi, õhtul lõppes töö kella kuueks.

Tarkvara demonstratsioonid olid planeeritud õhtuks.

Stendiettekannete jaoks oli ette nähtud ca kolmveerandtunnine aeg.

Konverents paistis silma väga tõise õhkkonnaga. Auditooriumi hõrenemist peaaegu ei esinenud, praktiliselt iga ettekande järel toimus diskussioon.

Konverentsi toimetiste kirjastamise teemalisi läbirääkimisi korraldas RKK liige H. Niemi, olles kontaktis KKK esindajatega. Pakumine Leedu-Hollandi kirjastusfirmalt TEV, millega kontakt oli loodud juba 1993. a., osutus kõige soodsamaks ja reaalsemaks. Vahetult enne konverentsi algust saabus firmalt TEV lepingu projekt, milles pakuti konverentsi toimetiste kirjastamist (тирааж mitte vähem kui 350 eksemplari) kirjastuse riskil ja kulul ning müügiõigusega. H. Niemi kirjutas RKK poolt leppele alla ning konverentsikülalistele tehti avaldamisvõimalused teatavaks. Konverentsi toimetiste vastutavateks toimetajateks on T. Kollo, H. Niemi ja E.-M. Tiit.

## **7. Transpordikorraldus**

Transpordikorraldusest informeeriti osalejaid kahel korral – üldjoontes teises teates ja detailsemalt programmis ja sellega koos välja saadetud sõiduplaanide lehes. Osalejaid paluti korraldavat komisjoni informeerida oma saabumisaajast, mida enamus tegigi.

Saabumispäeval oli Tallinnas kohal korraldajate 7-liikmeline meeskond autodega, et külalisi sadamatest ja lennujaamast vastu

võtta, suunata Tallinnaga tutvuma ja eribussidega Pühajärvele saata.

Tartusse rongiga tuli külalisi Poolast ja Leedust. Ka nendel käidi vastas ja nad majutati esialgu Tartusse.

## 8. Konverentsi atribuutika

Alates 2. konverentsist on Tartu konverents kasutanud konverentsi logot. Et aga selle võttis Moskva kirjastus "Statistika" kasutusele oma sariväljaandes, siis telliti firmast "Cube Corporation" uus logo kujundus. Konverentsi logot kasutati kõigi konverentsi materjalide kujunduses.

Konverentsile registreerimisel anti igale osalejale rinnasilt nimega; mapp, milles sisaldasid järgmised materjalid: teesid, osalejate nimistu, MS Instituuti tutvustav brošüür "Activities", Eesti kaart, brošüür "Tartu This Week", erikujundusega teatrikutse koos piletiga, kutse konverentsi vastuvõtule Tartu Ülikooli Ajaloomuuseumis, kirjutusvahendid.

## 9. Kultuuri- ja meelelahutusprogramm

Arvestades tõsiasja, et enamus konverentsikülalisi viibis Eestis esmakordselt, ei tohtinud alahinnata kultuuriprogrammi osatähtsust.

Esimeseks Tartu päevaks tellis korraldav komisjon teatrilt "Vanemuine" spetsiaalse etenduse väikeses majas — koomiline ooper "Telefon" ja ballett "Imeline mandariin". Külalised jäid etendusega, eriti balletiga, väga rahule. Lõpubanketil Pühajärve restoranis esines kohalik külakapell "Perepill", kes sai meie külalistega väga hea kontakti. Toimus koosviibimine Tartu Ülikooli Ajaloomuuseumis.

Külalistele tutvustati ka Eesti vaatamisväärsusi. Lühike Tallinnaga tutvumise võimalus oli saabumispäeval. Toimus Tartu linnaekskursioon. Pühajärvel korraldati huvilistele bussiekskursioon Otepää Linnamäele ja teistesse ajaloolistesse huvipaikadesse, samuti jalgsimatk Väike-Munamäele. Toimus bussiekskursioon Lõuna-Eestis.

"Regio" esindaja müüs konverentsi avapäeval Eesti kaarte. Konverentsi ajal müüdi Eesti kaarte ja Tartu Ülikooli meeneid ning trüki-seid.

## 10. Analüüs.

Enamus konverentsikülalistest andis lahkudes konverentsile positiivse hinnangu. Vaieldamatult oli konverentsi teaduslik tase kõrge tänu tugevale osavõtjaskonnale ja valdavalt sisukatele ettekannetele (üks tippettekandjatest märkis, et ta on harva kohanud konverentsi, kus on nii vähe nõrku ettekandeid). Siin tuleb arvestada soodsat momenti — kuigi korraldajad ei saanud maksta kutsutud esinejatele sõiduraha, oli osalejatel suhteliselt kerge saada toetust Eestisse sõiduks rahvusvahelistest fondidest.

Konverentsi tulemusena võib ütelda, et Tartu asetus kindlalt maailma statistikakeskuste kaardile punktina, kus töötatakse mitmemõõtmelise statistika alal ja kus ollakse võimelised korraldama rahvusvahelisi konverentse. Tekkisid ja süvenesid sidemed tippteadlastega ja samas valdkonnas töötavate kolleegidega, teadvustati meie teadlaste töid. Konverents soodustas MSI kollektiivi toimekuse ja eneseteadvuse kasvu ja andis korraldus- ja suhtlemiskogemusi. Konverentsi mõju statistikaalaste uuringute arengule Tartus on praegu üksikasjalikult raske prognoosida, kuid vaieldamatult on see mõju olemas.

Tartu Ülikooli Kirjastuse trükikoda  
Tiigi 78, EE2400 Tartu  
Tellimus nr. 416.