

Matemaatika õpetamise sisu ja süsteem Sisekaitseakadeemias

HELMO KÄERDI

Sisekaitseakadeemia päästekolledž, inseneriainete ja matemaatika õppetool

Sisekaitseakadeemias alustati õppetööd 1992. aasta sügisel. Esialgu ja üsna lühikest aega 1992–1993 kandis uus rakenduskõrgkool nime Eesti Sisekaitse Akadeemia, seejärel mõne aasta jooksul 1993–1998 Eesti Riigikaitse Akadeemia ning alates 1998. aasta juunist Sisekaitseakadeemia (SKA). Kuni 1999. aasta kevadeni toimus akadeemias koolitus ka kaitseväe erialal, mis aga viidi üle 1998. aastal moodustatud Kaitseväe Ühendatud Õppeasutustesse. Sisekaitseakadeemia algusaegade ja arengu kohta võib lähemalt lugeda FELIKS ANGELSTOKI poolt koostatud kogumikust [1]. Esimese matemaatikuna asus akadeemiasse tööle nende ridade autor, kõigepealt 1994. aasta veebruarist kohakaasluse alusel 0,5 koormusega dotsendina, 1994. a septembrist kuni 2009. a augustini matemaatika õppetooli juhataja-professorina ning seejärel pärast inseneriainete ja matemaatika õppetooli ühendamist selle uue õppetooli juhataja-professorina. Inseneriainete juhtiv õppejõud on professor Feliks Angelstok. Koosseisulistena on matemaatika õppetooli kuulunud loogika õppejõud ILMAR LILLEORG (kuni 2004) ning JÜRI EINTALU (2004–2008). Loogika toomine matemaatika õppetooli oli ühest küljest tingitud soovist vähendada väiksema rakenduskõrgkooli struktuuriüksuste arvu ning sisuliselt oli see õigustatud matemaatilise loogika elementide käsitlemisega, mida eriti rõhutas Jüri Eintalu. Koosseisuvälisena on matemaatika õppetoolis töötanud kolm Tallinna Tehnikaülikooli matemaatikaõppejõudu (neist üks ka praegusel ajal) ning üks Küberneetika Instituudi taustaga matemaatik.

Akadeemia algusaastatel olid suhteliselt mahukamad matemaatikakursused kaitseväe, piirivalve ja päästeteenistuse erialadel. Programm oli ühine, loengud toimusid ühes vóorus, harjutustunnid 20–30 üliõpilasega rühmades. Politsei, korrektsiooni ja tolli eri-

aladel oli esialgu üheainepunkiline (1 AP) *Statistika* kursus, mis üsna varsti aasta-kahe jooksul õnnestus kasvatada kolmeainepunktiseks kursuseks, mille pikk nimetus *Matemaatilise analüüsi alused ja statistika* avab ühtlasi aine sisu. 1999. aastal mindi üle uutele õppekavadele, mis lühendas senist nelja-aastast õppeaega politsei erialal 3,5 aastale ning ülejäänud erialadel kolmele aastale (lisandunud olid halduskorralduse ja rahvastikukorralduse erialad). Eranõuks jäi päästeteenistuse eriala, kus tänaseni on säilinud nelja-aastane õpe. Õppeaja lühendamise tähendas seda, et kolmeainepunktiliselt matemaatilise analüüsi alustelt ja statistikalt tuli taanduda jällegi üheainepunktilisele statistikale.

Peab tunnistama, et 1 AP mahus statistika õpetamine on olnud SKA-s üks komplitseeritumaid ülesandeid. Enne väljundipõhistele õppekavadele üleminekut tähendas see päevaõppes 20 auditoorset tundi ning kaugõppe standard oli 10 auditoorset tundi. Õppekorralduse eeskiri võimaldas siiski õppeprorektori loal tõsta kaugõppes auditoorse töö mahu 14 tunnini. Sellest 2 tundi läks eksamile, 2 tundi kontrolltööle, 2 tundi esmatutvusele Exceli statistika tarkvaraga (arvutidemo auditooriumis, mille alusel üliõpilased tegid individuaalsete algandmetega kodutöö korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi kohta). Seega nii-öelda tavalooenguteks jäi 8 akadeemilist tundi (4 paaristunnilist loengut). Tööd on siiski hõlbustanud õppevahendite [6] ja [5] olemasolu ning viimastel aastatel lisandunud võimalus paigutada operatiivselt täiendavaid õppematerjale õppeinfosüsteemi (ÕIS). ÕIS funktsioneerib stabiilselt ning tehnilist laadi tõrkeid praktiliselt pole. Vähesele tundide arvule aeg-ajalt lisandunud tudengite vastumeelsus statistika õppimise suhtes tegi selle kursuse õpetamise sageli väga vaevarikaks. Viimasel kursusel aga selgus, et nii mõnegi üliõpilase lõputöö sisaldas andmetöötluse elemente (näiteks mingite küsitlustulemuste analüüsi) ja siis polnud haruldane, et tuldi matemaatiku juurde konsultatsioonile. Aeg-ajalt on nõuandeid vajanud ka teiste kõrgkoolide magistri- ja doktoriõppes olevad SKA töötajad oma väitekirja andmeanalüüsi osa viimistlemisel.

Üleminek väljundipõhistele õppekavadele alates 2008 sügisest

tähendas matemaatika õpetamises kaunis suuri muudatusi. Ühea-
nepunktiline statistika kadus politsei ja korrektsiooni erialade uutest
õppekavadest. Viimane vana õppekava järgne 1 AP statistika kur-
sus toimus 2009 kevadsemestril. Teatava kompensatsioonina tuli
väljundipõhisesse õppekavadesse uudsena teadustöö moodul, mis
on sõltuvalt kolledžist kogumahuga 4–6 Euroopa ainepunkti (EAP).
Politsei-, piirivalve- ja justiitskolledžis sisaldab teadustöö mooduli
õppeaine teadusmetodoloogia (2–3 EAP) orienteeruvalt poolles või
pisut suuremas ulatuses kvantitatiivse andmeanalüüsi elemente.
Kuid teadusmetodoloogiat ei kureeri inseneriainete ja matemaatika
õppetool, vaid sotsiaalteaduste õppetool ja tõenäoselt hakkab seda
ainet 2010 sügisel esmakordselt lugema sotsiaalteaduste õppejõud.
Siiski on arutatud teadusmetodoloogia jaotamist sotsiaalteaduste
ja matemaatika õppejõu vahel. Ainus kolledž, kus väljundipõhises
õppekavades säilis loogika õpetamine (mahus 1,5 EAP), on polit-
seikolledž. Täpsustuseks olgu lisatud, et SKA halduskolledžisse oli
viimane vastuvõtt (ainult kaugõppesse) 2008 sügisel. Nende viimaste
vastuvõetute lõpetamise järel halduskolledž suletakse ja SKA kont-
sentreerub ainult sisejulgeolekuga seotud erialade õpetamisele.

Käesoleval ajal on Sisekaitseakadeemias matemaatilised ained
säilinud vaid päästekolledžis päästeteenistuse erialal ning finantskol-
ledžis maksunduse ja tolli erialal. Mõlemas nimetatud kolledžis ongi
vaid üks eriala.

Päästekolledži kõrgema matemaatika mooduli (kogumahuga 13
EAP) eesmärk on kujundada üliõpilastes oskused erialaprobleemide
matemaatiliseks modelleerimiseks, analüüsiks ja lahendamiseks
tänapäevaste infotehnoloogiavahendite baasil ning tagada vajalikud
teadmised inseneriainete, rakenduskeemia, sotsiaalteaduste ja eri-
alaste ainete õppimiseks. Kolm ainet koos oma üldiste õpiväljundi-
tega on järgmised:

- *matemaatiline analüüs* (5 EAP): kursuse läbija tunneb ühe ja
mitme muutuja funktsioonide diferentsiaal- ja integraalarvu-
tuse aluseid ning oskab matemaatilise analüüsi meetodeid ka-
sutada erialaste probleemide modelleerimiseks, analüüsiks ja
lahendamiseks;

- *lineaaralgebra ja arvutusmeetodid* (3 EAP): kursuse läbija teab lineaaralgebra aluseid, valdab põhilisi arvutusmeetodeid, tunneb nüüdisaegseid infotehnoloogia vahendeid ja oskab koostada ning analüüsida matemaatilisi mudeleid;
- *statistika ja tõenäosusteooria* (5 EAP): kursuse läbija teab tõenäosusteooria aluseid, valdab rakendusstatistika meetodeid, tunneb Exceli statistikatarkvara ja tänapäevaseid infotehnoloogia vahendeid ning oskab neid teadmisi kasutada erialaülesannete lahendamiseks ja statistiliste prognooside tegemiseks.

Matemaatilise analüüsi kursuse ülesehitus on klassikaline. Akadeemia kirjastuse väljaandel on ilmunud HEIKKI PÄEVA poolt kirjutatud matemaatilise analüüsi õppevahend [9]. Diferentsiaalarvutuse kohta ilmus 2009. aasta sügisel õppevahend [2].

Liitaine *lineaaralgebra ja arvutusmeetodid* asemel oli mõni aasta tagasi kaks eraldi kursust kokku pisut suurema mahuga. Pärast tundide arvu vähendamist ei olnud soovi loobuda ei lineaaralgebrast ega arvutusmeetoditest ja nii kujuneski mõnevõrra ebahariliku kooslusega ühisaine. Akadeemia kirjastuse väljaandel on ilmunud lineaaralgebra ja arvutusmeetodite õppevahendid [4] ja [7].

Statistika ja tõenäosusteooria kohta on lisaks eespool viidatud õppevahenditele [6] ja [5] ilmunud ka mõnevõrra mahukam õpik [8]. Rõhuasetus on rohkem rakendusstatistikal (statistiliste hinnangute täpsuse ja usaldusvääruse kontrollimine, statistiliste hüpoteeside kontrollimine, korrelatsioon- ja regressioonanalüüs, aegridade analüüs ja prognoos). Kursuse üheks oluliseks komponendiks on tuleτόrje-päästestatistika tutvustamine ja selle korrektse mõistmise ja tõlgendamise õpetamine. Tõenäosuse arvutamise tehnikat (klassikaline definitsioon, liitmis- ja korrutamisevalemid, täistõenäosuse ja Bayesi valem) on püütud käsitleda maksimaalselt lühidalt. Statistika ja tõenäosusteoorias on üheksa õpiväljundit, millest kaks viimast on seotud nähtustevaheliste seoste uurimisega:

- lõpetaja valdab korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi meetodeid ja oskab neid kasutada erialaülesannete lahendamiseks;

- lõpetaja valdab aegridade analüüsi meetodeid, oskab neid meetodeid kasutada erialaülesannete lahendamiseks ning suudab teha statistilisi prognoose.

Nende teemadega seoses käsitletakse (päevaõppes orienteeruvalt 8 tunni jooksul) Exceli statistika tarkvara kasutamist praktilise sisuga ülesannete lahendamiseks. Enne auditooriumis toimuvat arvutidemo pannakse ÕIS-i rida õppematerjale, millest osaga saab üliõpilane interaktiivselt töötada. Kõikides SKA auditooriumides on stationaarsed projektorid ning samuti on igas auditooriumis püsivalt sülearvuti. Enamasti on selle asemel kasutatud matemaatika õppetooli arvutit, mille tarkvara on matemaatiliste ainete õpetamise otstarbeks paremini kohaldatud. Õige mitmel üliõpilasel (mõnes rühmas praktiliselt kõigil) on nende õppuste ajal oma sülearvutid loengul kaasas. Eespool toodud kaks õpiväljundit kaetakse Exceli statistika tarkvara baasil tehtavate individuaalsete algandmetega kodutöödega teemadel *Korrelatsioon- ja regressioonanalüüs* ning *Aegrea analüüs ja prognoos*, kusjuures sellekohast materjali eksamile ei tule.

Lisaks statistika ja tõenäosusteooria kursusele on päästeteenistuse eriala uue väljundipõhise õppekava kriisireguleerimise moodulis (summaarse mahuga 23 EAP) õppeaine *Infosüsteemid ja andmebaasid* (2 EAP). Ainet kureerib kriisireguleerimise õppetool ja sellel on viis õpiväljundit. Ühe väljundi kohaselt aine edukal läbimisel oskab üliõpilane analüüsida ja modelleerida nii konkreetseid sündmusi kui ka sündmuste kogumeid, suudab teha üldistavaid järeldusi ja prognoose ning on võimeline nende põhjal välja töötama võimalikke edasisi käitumisjuhiseid ja andma soovitusi ennetustöö efektiivsemaks korraldamiseks. Ülejäänud õpiväljundid on põhiliselt seotud Eesti päästevaldkonnas kasutatavate konkreetsete andmebaaside detailsema tundmaõppimisega ning ülevaate andmisega välistest andmebaasidest ja infokogudest.

Statistika ja tõenäosusteooria ning infosüsteemide ja andmebaaside kursused võimaldavad anda Sisekaitseakadeemia päästeteenistuse eriala üliõpilastele piisavalt hea ettevalmistuse kvantitatiivse andmeanalüüsi valdkonnas. Sõltuvalt teemast on rida üliõpilasi oma

lõputöös edukalt kasutanud statistilisi meetodeid ja uueaegseid infotehnoloogiavahendeid ning osanud analüüsi tulemusi korrektselt tõlgendada ja teha sellest praktilisi järeldusi päästevaldkonna töö tõhustamiseks. Omalt poolt on artikli autor aastatel 2002–2009 juhendanud päästekolledžis seitse lõputööd, mis on põhiosas olnud seotud tuletõrje-päästestatistikaga. Kogunenud andmete ja omandatud kogemuste põhjal on 2008. aastal Sisekaitseakadeemia Toimetistes avaldatud artikkel [3].

Finantskolledžis on kaks matemaatilist ainet: *majandusmatemaatika* ja *majandusstatistika*. Need kuuluvad majandusainete mooduli (37 EAP) koosseisu. Majandusainete mooduli eesmärk on kujundada üliõpilastes nii teoreetilised teadmised kui ka praktilised oskused majanduskeskkonnas orienteerumiseks, majandusanalüüside läbiviimiseks ja finantsarvestuse pidamiseks. Matemaatiliste ainete üldised õpiväljundid on järgmised:

- *majandusmatemaatika* (3 EAP): lõpetaja tunneb protsentarvutust, lineaaralgebra ja diferentsiaalarvutuse aluseid ning oskab matemaatilisi meetodeid kasutada majandusanalüüsis;
- *majandusstatistika* (3 EAP): lõpetaja teab tõenäosusteooria aluseid, valdab rakendusstatistika meetodeid, tunneb Exceli statistikatarvara ja tänapäevaseid IT-vahendeid ning oskab neid teadmisi kasutada majandusanalüüside ja statistiliste prognooside tegemiseks.

Seni on tavapärase vastuvõtt olnud päästekolledži päevaõppesse 20 ning kaugõppesse 30 üliõpilast, finantskolledžis mõlemasse õppevormi 30 üliõpilast. Tingituna majanduslikust ja demograafilisest olukorrast võivad riigieelarvelised kvoodid lähitulevikus väheneda. Välistatud pole paaril aastal mõnesse rühma vastuvõtu ärajäämine.

Algusaegadest peale on Sisekaitseakadeemia olnud huvitatud oma magistriõppe avamisest. Aastal 2001 avati koos Tallinna Tehnikaülikooliga haldusjuhtimise magistriõpe. Alates 2005. aastast saab koostöös Tartu Ülikooliga omandada SKA finantskolledžis ärijuhtimise magistrikraadi. 2003. aasta jaanuaris vastu võetud rakendus-

kõrgkooli muutmise seadus nägi ette magistriõppe võimaluse rakenduskõrgkoolides. Sisejulgeolekualase magistriõppe õppekava väljatöötamise ja kinnitamise järel on lõpuks jõutud nii kaugele, et 2009. aasta septembris alustas Sisekaitseakadeemia sotsiaalteaduste magistrihariduse andmist sisejulgeoleku valdkonnas. Magistriõppesse on vastu võetud 40 üliõpilast kõikidelt sisejulgeoleku aladelt. Arvukamalt on esindatud politsei, piirivalve ja päästeteenistus, vastavalt 16, 7 ja 4 tudengiga. Väljundipõhine magistriprogramm koondatakse endasse sisejulgeoleku valdkonna tippkompetentsi nii Eestist kui ka välismaalt. Sisejulgeoleku õppekava läbimise järel väljastatakse sotsiaalteaduste magistri kraad (*Master of Arts in Social Sciences*). Selle õppekava teadustöö mooduli (45 EAP) eesmärk on kujundada üliõpilases oskusi teadus- ja rakendusuuringute läbiviimiseks ning uute teadmiste loomiseks sisejulgeoleku valdkonnas. Lisaks magistritööle (30 EAP) on selles moodulis neli õppeainet, sealhulgas *andmeanalüüs* (3 EAP). Aine eesmärk on anda üliõpilastele teadmisi kvalitatiivse ja kvantitatiivse andmeanalüüsi alustest, rakendusstatistika meetoditest ja Exceli statistikatarkvarast. Õpiväljundeid on kuus, millest järjekorras viimase kohaselt oskab üliõpilane aine edukal läbimisel kasutada kvalitatiivse ja kvantitatiivse analüüsi meetodeid sisejulgeoleku teadus- ja arendustegevuses.

Kokkuvõttes võib märkida, et vaatamata tõusudele ja mõõnadele on matemaatika õpetamine Sisekaitseakadeemias kulgenud süsteemselt ja järjepidevalt ning aastate jooksul omandatud kogemused on võimaldanud matemaatilisi aineid üha tihedamalt integreerida erialaainetega. Uued väljavaated avanevad eelkõige sisejulgeoleku magistriõppe teadustöö mooduli õppeainete ja magistritöodes sisalduvate rakendusuuringute matemaatilise taseme kindlustamises.

Kirjandus

- [1] Angelstok, F. (2007) *Sisekaitseakadeemia 15 aastat, 1992–2007*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 142 lk.

- [2] Käerdi, H. (2009) *Diferentsiaalarvutus*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 82 lk.
- [3] Käerdi, H. (2008) *Eestis toimuvate tulekahjude kvantitatiivne analüüs: meetodid, rakendused ja integreerimine päästetehnoloogiate eriala õppekavasse*. Sisekaitseakadeemia Toimetised, 7, 105–130.
- [4] Käerdi, H. (2007) *Lineaaralgebra elemendid. Teine trükk*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 52 lk.
- [5] Käerdi, H. (2006) *Nähtustevaheliste seoste uurimine. Kolmas trükk*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 60 lk.
- [6] Käerdi, H. (2005) *Statistika. Kolmas trükk*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 92 lk.
- [7] Käerdi, H. (2003) *Arvutusmeetodid*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 45 lk. (2006 teine, täiendatud trükk, Sisekaitseakadeemia e-raamatukogu, puudub ISBN)
- [8] Käerdi, H. (1999) *Statistika ja tõenäosusteooria alused. Teine, täiendatud trükk*. Tallinn, Sisekaitseakadeemia, 190 lk.
- [9] Päeva, H. (1997) *Matemaatiline analüüs*. Tallinn, Eesti Riigikaitse Akadeemia, 180 lk.