

**Vilniaus Gedimino technikos universitetas**  
**Drezdeno technikos universitetas**  
**Latvijos universitetas**  
**Talino technologijos universitetas**  
**Tartu universitetas**

Galimybių studija

**Jungtinės Technomatematikos magistrantūros studijų programos  
rengimas**

---

Vilnius - 2011

# Turinys

<b>Įvadas</b>	<b>3</b>
Studijos sandara ir rengimo metodai	4
Studijos rengimo grupė	4
<b>Santrauka</b>	<b>4</b>
<b>1. Matematikos ir matematikos taikymo specialistų rengimo Baltijos šalyse esamos būklės apžvalga</b>	<b>5</b>
1.1 Matematikos specialistų poreikis akademinėse įstaigose, gamybos ir paslaugų sferose	5
1.2 Matematikos specialistų rengimo duomenys	9
1.3. Studijos. Studijų programos	11
1.4. Studijų ir studijų programų vertinimas Lietuvoje	18
1.5. Studijų metodinė ir materialinė bazė, dėstytojų kvalifikacija	20
1.6 Specialistų rengimo atitiktis darbo rinkos poreikiams	22
<b>2. Alternatyvūs sprendiniai</b>	<b>22</b>
2.1. Scenarijus “kaip visada” (aprašymas, įvertinimas)	22
2.2. Jungtinė magistrantūros studijų programa (aprašymas, įvertinimas)	24
2.3. Rekomenduojamas sprendimas ir jo įgyvendinimas	25
<b>3. Išvados</b>	<b>28</b>
<b>Literatūra</b>	<b>29</b>
<b>Priedai</b>	<b>31</b>

## Ivadas

Besikeičianti visuomenė, tobulėjančios technologijos, nuolatos atsiveriančios vis naujos darbo rinkos sąlygoja tai, kad aukštasis mokslas Lietuvoje įgauna vis didesnę tarptautinę pobūdį. Nuolatos daugėja aukštųjų mokyklų, priimančių mokyti studentus iš kitų šalių, sudarančių sąlygas studentų ir darbuotojų mainams. Suvokdami, kad tarptautinis bendradarbiavimas aukštojo mokslo srityje yra būtinas, svarbus ir vertingas, sudarantis galimybes geriau pažinti ir vertinti esamą situaciją, pastebėti savo šalies švietimo sistemos privalumus ir trūkumus, skatinantis tobulinti darbo metodus, gerinti mokymo bei mokymosi kokybę, mūsų šalies universitetai palaipsniui bando priartėti prie Europoje ir pasaulyje vyraujančios aukštosios mokyklos kaip dinamiško, atviro ir konkurencingo organizmo sampratos.

Lietuvos respublikos vyriausybė suprasdama šiandieninę situaciją yra patvirtinusi aukštojo mokslo tarptautiškumo skatinimo programą [14], kurioje nusakomi pagrindiniai tarptautiškumo plėtros aspektai. Paminėsime tik kelis, mūsų studijai svarbius, šios programos teiginius.

Aukštojo mokslo tarptautiškumo skatinimo paskirtis – skatinti Lietuvos aukštojo mokslo tarptautiškumą: plėtoti tarptautiškumui skatinti skirtą veiklą, gerinti jos kokybę, siekti Lietuvos aukštojo mokslo pripažinimo tarptautiniu mastu, skatinti rengti kvalifikuotus specialistus, kurie būtų konkurencingi Lietuvos ir tarptautinėje darbo rinkose. Ši programa užtikrins sėkmingą Lietuvos aukštojo mokslo sistemos įsiliejimą į Europos aukštojo mokslo erdvę, stiprins ir gerins tarpregioninį bendradarbiavimą ir prisidės prie teigiamo Lietuvos aukštojo mokslo įvaizdžio užsienyje kūrimo. Aukštojo mokslo tarptautiškumas – tarptautinių ir pasaulio kultūros metmenų įtraukimas į studijas, mokslą ir paslaugas visuomenei. Tarptautiškumas plėtojamas per dvišalį ir daugiašalį mokslo ir studijų institucijų bendradarbiavimą studijų ir mokslinių tyrimų klausimais, akademinį studentų ir personalo mobilumą, tarptautinius studijų plėtros projektus, tarptautinio matmens plėtojimą mokymo ir mokymosi turinyje, formose, metoduose, aukštojo mokslo teikimo būduose [14].

Visi čia paminėti tarptautiškumo plėtros aspektai galėtų būti sujungti organizuojant ir vykdant studijas keliuose skirtingų šalių universitetuose. Tai būtų ir betarpiškas bendradarbiavimas tarp dėstytojų, ir keitimasis patirtimi, ir nauja patirtis bei naujos galimybės studentams. Tokio pobūdžio studijų programos galėtų būti vykdomos remiantis jungtinių studijų programų sudarymo ir vykdymo nuostatomis išdėstytomis Jungtinių studijų programų bendruosiuose reikalavimuose [15].

Jungtinė studijų programa – ne mažiau kaip dviejų aukštųjų mokyklų (toliau – aukštosios mokyklos partnerės) kartu parengta ir vykdoma studijų programa. Pagrindinė jungtinės studijų programos paskirtis yra sudaryti studentams galimybes įgyti daugiau žinių ir gebėjimų, nei gali suteikti vienos institucijos vykdoma studijų programa. Jungtinė studijų programa su užsienio aukštąja (-osiomis) mokykla (-omis) kuriama ir vykdoma siekiant suteikti galimybę skirtingų šalių studentams kartu studijuoti skirtingoje kultūrinėje ir akademinėje terpėje. Jungtinė studijų programa turi skatinti studentų ir dėstytojų mobilumą, sudaryti sąlygas studentams perimti skirtingų šalių arba aukštųjų mokyklų studijų patirtį [15].

Vadovaudamiesi Lietuvos respublikos teisės aktais, studijas Vilniaus Gedimino technikos universitete (VGTU) reglamentuojančiais dokumentais, įvairių tyrimų duomenimis, analizuodami šiuo metu VGTU Matematinio modeliavimo katedros vykdomas technomatematikos studijų programas (bakalauro ir magistro), pasitelkdami ilgametę bendradarbiavimo su kitų šalių universitetais vykdančiais analogiškas studijų programas patirtį, matome galimybę pertvarkyti vykdomą studijų programą taip, kad ji pasiektų kokybiškai naują lygmenį. Šį tikslą galėtume pasiekti sudarydami ir vykdydami jungtinę technomatematikos magistrantūros studijų programą.

Tokią išvadą galime daryti, nes analizavome šiuo metu Lietuvoje esamą tokių specialistų rengimo situaciją, susipažinome ir išnagrinėjome keleto Europos universitetų analogiškas studijų programas, suradome partnerius tokios programos vykdymui ir suderinome pozicijas.

## Studijos sandara

Pagrindinis šios studijos tikslas yra įvertinti tarptautinę ir nacionalinę matematikos ir matematikos taikymo specialistų ruošimo patirtį ir jų poreikį Baltijos šalyse bei Europos Sąjungoje, įvertinti galimybes jungtinei magistrantūros studijai rengti.

Vertindami situaciją ir specialistų poreikį, analizę atlikome šiomis kryptimis:

- 1) apžvelgėme matematikos (tarp jų ir taikomosios matematikos) specialistų poreikį akademinėse įstaigose, gamybos ir paslaugų sferose ir jų rengimo atitiktį darbo rinkos poreikiams;
- 2) išstudijavome jungtinėje studijų programoje dalyvaujančių institucijų studijų programas, dėstytojų kvalifikaciją, studijų metodinę ir materialinę bazę;
- 3) nagrinėjome Europoje suformuotos organizacijos, vienijančios technomatematikos specialistų rengėjus, nuostatas;
- 4) analizavome šiuo metu Lietuvoje esamą technomatematikos specialistų rengimo situaciją,
- 5) susipažinome ir išnagrinėjome keletą Europos universitetų analogiškas studijų programas.

Atsižvelgdami į sukauptą medžiagą išskyrėme dvi alternatyvias situacijas: situaciją, atitinkančią dabartinę veiklą su tam tikrais patobulinimais ir jungtinės studijų programos galimybę.

Panagrinėję minėtas alternatyvas, apibendrinome rezultatus ir suformulavome išvadas bei rekomendacijas, pateikėme galimą veiklos scenarijų.

**Rengimo metodai:** medžiagos rinkimas, sisteminimas, analizė, diskusijos.

**Studijos rengimo grupė. VGTU Matematinio modeliavimo katedros darbuotojai:** Prof. habil. dr. Raimondas Čiegis, doc. dr. Teresė Leonavičienė, dr. Gerda Jankevičiūtė, dr. Inga Laukaitytė, doc. dr. Jevgenijus Kirjackis, doc. dr. Natalja Kosareva, doc. dr. Mečislavas Meilūnas, doc. dr. Vadimas Starikovičius

## Santrauka

**Technomatematika** – palyginti nauja taikomosios matematikos kryptis, susiformavusi matematikos, kompiuterijos ir inžinerijos sandūroje. Jos turinį sudaro įvairiausių technikos ir gamtos mokslo uždaviniams spręsti skirtų skaičiavimų sistemų projektavimas, konstravimas ir diegimas. Technomatematikos tyrinėjimai naudoja aktyviausiai plėtojamą technologiją – matematinį modeliavimą ir virtualius modelius.

VGTU Matematinio modeliavimo katedros vykdoma technomatematikos studijų programa yra vienintelė tokiu pavadinimu Lietuvoje registruota universitetinė studijų programa. Šiuo metu programa yra sėkmingai vykdoma ir sulaukia susidomėjimo. Technomatematikos studijų programa yra patraukli dėl kelių priežasčių. Studijuodami pagal minėtą studijų programą studentai įgyja matematikos ir technikos mokslų teorinių žinių, susipažįsta ir įsisavina įvairias kompiuterines programas, geba modeliuoti ir analizuoti įvairius procesus. Greta šių specialiųjų gebėjimų studijų metu studentai yra rengiami būsimai profesinei veiklai. Ugdomos brandžios ir atsakingos asmenybės, kurios sugeba kritiškai vertinti situaciją, priimti sprendimus, savarankiškai atlikti patikėtus uždavinius, analizuoti ir pateikti gautus rezultatus. Be individualios veiklos yra skatinamas ir kolektyvinis darbas, kurio metu mokoma bendrauti su kolegomis, keistis informacija, diskutuoti, ieškoti kompromisų, priimti atsakomybę už savo klaidas. Technomatematikos studijų programos absolventai gali nesunkiai įsitvirtinti šiandieninėje darbo rinkoje, tęsti mokslinę veiklą doktorantūroje.

Suvokdami, kad matematikos, statistikos, inžinerijos studijos yra svarbios šaliai vystant mokslui ir technologijoms imlias sritis industrijoje, bankininkystėje ir pan., manome, kad jungtinė technomatematikos magistrantūros studijų programa paskatintų Baltijos šalių ir Vokietijos studijų institucijų bendradarbiavimą rengiant studijų programas, organizuojant praktikas, dalyvaujant bendruose projektuose. Kartu su šia programa būtų plėtojami studentų mainai tarp aukštojo mokslo institucijų. Tai turi didelę reikšmę studentams įgyjant tarptautinės patirties ir plečiant jų praktinius

įgūdžius. Tokio pobūdžio mainai skatina glaudesnę bendradarbiavimą tarp universitetų, o studentai gauna kitokios patirties bei įgyja pranašumą konkuruodami darbo rinkoje. Magistrantūros studijos ir verslo požiūriu yra tiesiog būtinos (tai atsispindės studijoje pateiktų tyrimų analizėje): tik aukštos kvalifikacijos specialistai gali sukurti naują kokybišką produktą, kuris atneš įmonei pelno.

Tai nėra mūsų idėjos ir tokia studijų programa nebūtų naujiena. Užsienio universitetuose taip pat populiarios jungtinės studijų programos, suteikiančios galimybę dalį studijų dalykų klausyti kitame (dažnai kitos šalies) universitete (apie tokias studijų programas bus rašoma situacijos apžvalgoje). Kita vertus, tiek inžinerinių specialybių absolventų, tiek matematikos magistrų Lietuvos rinkoje netrūksta. Todėl jungtinė studijų programa, priderinta prie kitų universitetų – partnerių – studijų programų bei leidžianti dalį studijų laiko studijuoti kitame universitete taptų dar labiau patraukli ir absolventams atverianti didesnes galimybes konkuruoti Lietuvos ir Europos darbo rinkose. Absolventai labiau pasitikėtų savo jėgomis, turėtų daugiau patirties ir platesnį požiūrį, supratimą apie skirtingas metodikas, laboratorijas, skirtingą šalių pramonę ir pan. Tokios programos sukūrimas skatintų abiturientus pasirinkti studijas Lietuvos universitetuose. Be to, reikia pabrėžti, kad Lietuvoje kaip ir kitose Baltijos šalyse vykdant matematikos krypties antrosios pakopos studijas daugiausia yra ruošiama statistikos, o mažiau industrinės matematikos (taikomosios matematikos) specialistų. Tai rodo matematikos ir statistikos studijų programų trijų Baltijos šalių universitetuose apžvalga. Todėl manome, kad jungtinė technomatematikos magistrantūros programa, orientuota ruošti aukšto lygio specialistus, gebančius dirbti daugelyje inovatyvių ekonomikos sričių, šią spragą užpildytų. Vykdant tokią studijų programą, galėtų būti ruošiami pramonės, technikos, transporto, statybos ir kitų sričių specialistai ne tik Lietuvos, bet ir platesnėms (Baltijos šalių, ES) rinkoms.

Žinodami, kad kiekviena iš trijų Baltijos šalių, taip pat ir Vokietija turi nemažą matematikos, statistikos, technomatematikos specialistų rengimo patirtį, ir noriai ją perduoda, mes galėtume suderinti savo pozicijas. Suprantama, kad specialistų rengimo programos nėra visiškai identiškos. Kiekviena šalis panaudodama savo stipriąsias puses, pritraukdama geriausius specialistus ir remdamasi turima patirtimi, gali pasiūlyti studentams aukštos kokybės studijų dalykus. Tačiau programų skirtumai čia yra privalumas. Tokiu būdu programos viena kitą papildo, o kuriant jungtinę studijų programą būtų panaudojama unikali kiekvienos šalies matematikos magistrų rengimo patirtis.

## **1. Matematikos ir matematikos taikymo specialistų rengimo Baltijos šalyse ir Vokietijoje esamos būklės apžvalga**

### **1.1 Matematikos specialistų poreikis akademinėse įstaigose, gamybos ir paslaugų sferose**

Pastarąjį dešimtmetį nuolatos didėjo studijuojančiųjų aukštosiose mokyklose skaičius. 2000 m. – 2010 m. Lietuvos statistikos departamento duomenimis [1] studijuojančiųjų skaičius nuo 97 083 (2000 – 2001 m.m.) išaugo iki 198 455 (2009 – 2010 m.m.). Doktorantūros studijas pasirinkusiųjų skaičiai taip pat nuolatos didėjo (nuo 2057 (2000 – 2001 m.m.) iki 2918 (2009 – 2010 m.m.)). Lietuvos universitetuose bakalauro studijas baigusiujų skaičius išaugo daugiau nei 2 kartus (nuo 10 278 (2000 m.) iki 21 594 (2009 m.) ). Tokį studijuojančiųjų skaičiaus augimą didele dalimi lėmė ekonominio pakilimo laikotarpiu Lietuvoje susiformavęs didelis aukštojo mokslo prieinamumas ir nuolatos didėjusi aukštos kvalifikacijos specialistų paklausa. Tačiau prasidėjusi ekonominė krizė paskatino nedarbo augimą šalyje tuo pačiu padidindama ir aukštųjų mokyklų absolventų riziką papildyti bedarbių gretas. Bedarbių skaičius tarp asmenų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, 2003 – 2009 m. padidėjo nuo 9% iki 11% , skaičiuojant nuo bendro bedarbių skaičiaus [1]. Toks nedarbo augimas nėra itin gąsdinantis, tačiau kai kurių studijų programų absolventai šiandien Lietuvoje sunkiai galėtų surasti darbo vietą, atitinkančią jų išsilavinimą. Lietuvos statistikos departamento duomenimis [1] didžiausias laisvų ir užimtų darbo vietų santykis procentais pagal profesijų grupes 2009 m. buvo ginkluotosiose pajėgose (1,4%), įrenginių ir mašinų operatoriai ir surinkėjai (0,8% ),

kvalifikuoti darbininkai ir amatininkai (0,6%), nekvalifikuoti darbininkai (0,5%), jaunesnieji specialistai ir technikai (0,4%). Informacijos apie tiksliųjų mokslų ir informacinių technologijų specialistus statistikos departamento suvestinėse neradome.

Pagal EUROSTAT skelbiamus duomenis, nedarbo lygis iš 27 ES šalių buvo didžiausias Ispanijoje, Latvijoje (18,4% 2010m. III ketvirtyje) ir Lietuvoje (17,4% 2010m. IV ketvirtyje). Didžiausias nedarbo lygio sumažėjimas buvo stebimas Estijoje – nuo 16,1% 2009m. IV ketvirtyje iki 14,3% 2010m. IV ketvirtyje. Sparčiausiai nedarbas didėjo Graikijoje, Vengrijoje ir Lietuvoje (Lietuvoje nuo 15,9% (2009 m. IV ketv.) iki 17,4% (2010 m. IV ketv.)). Didžiausias jaunimo iki 25 metų nedarbo lygis buvo Ispanijoje, Slovakijoje ir Lietuvoje (Lietuvoje 34,4% 2010 m. IV ketv.).

2010 m. IV ketvirtyje gamybos padidėjimas (Total manufacturing working on orders) iš 27 ES šalių buvo didžiausias Estijoje (+114.8%) ir Lietuvoje (+50.1%). Šie duomenys teikia vilčių, kad ateityje nedarbo lygis Lietuvoje turėtų tendenciją mažėti, o kvalifikuotų darbuotojų paklausa – augti.

Lietuvos darbo biržos pateiktame 2010 metų įsidarbinimo galimybių Lietuvoje barometre [2] nurodoma, kad didesnes galimybes įsidarbinti turi šie specialistai: gydytojai, pardavimo vadybininkai, draudimo agentai, šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo inžinieriai, anglų kalbos mokytojai. Ribotas įsidarbinimo galimybes turi: finansininkai, buhalteriai, verslo paslaugų vadybininkai, logistikos specialistai, kompiuterių sistemų specialistai, odontologai, <..> pedagogai, socialiniai darbuotojai. Kitų specialistų įsidarbinimo galimybės yra mažos.

Veidas.lt (2011-01-31) [3] straipsnyje „Kokia profesija garantuoja gerą darbą ir geras pajamas ateityje“ analizuoja šiandieninę situaciją darbo rinkoje ir bando pateikti atsakymą į klausimą, ką rinktis abiturientams. Veidas.lt [3] duomenimis 2011 m. studijoms galima rinktis 83 profesijas Lietuvos profesinėse mokyklose ir 135 specialybes aukštosiose mokyklose ir kolegijose. Kaip nurodo straipsnio autoriai pasaulinės ir Lietuvos tendencijos darbo rinkoje vienodos: reikės vis daugiau informacinių technologijų specialistų. Aukštųjų technologijų inžinerija taip pat nurodoma kaip perspektyvi sritis. Bet nebūtinai tokio pobūdžio studijos bus pasirenkamos Lietuvoje. Autorių nuomone daugelis abiturientų žvalgosi į užsienio universitetus, kurie patraukia nemokamomis studijomis, teikia daugiau praktinių žinių ir suteikia galimybes dirbti moderniose laboratorijose. Kaip nurodoma straipsnyje [3] Lietuvoje stinga siauros specializacijos profesionalų. Minėtame straipsnyje teigiama, kad artimiausiu metu informacinių technologijų ir biotechnologijų įmonėse geriems specialistams darbo netrūks. Straipsnyje taip pat pateikti Lietuvos darbo biržos duomenys apie 2010 m. universitetų absolventus, registruotus darbo biržoje. Didžiausias bedarbių procentas nurodomas tarp baigusiujų verslo vadybos studijas (6,24%), buhalterinę apskaitą (3,27%), ekonomiką (2,82%), socialinį darbą (2,35%), viešąjį administravimą (2,07%). Apie matematikos ar informacinių technologijų specialistus straipsnio autoriai duomenų nepateikia.

2011 m. kovo 2 d. dienraštyje „Verslo žinios“ buvo išspausdintas Sigitos Migonytės straipsnis „Deficitu tampa IT specialistas“ [11], kuriame remiantis asociacijos „Infobalt“ tyrimų duomenimis konstatuojama, kad jau artimiausiais metais Lietuvos rinka turėtų pajusti informacinių technologijų specialistų trūkumą, o 2020 m. Lietuvos aukštosios mokyklos parengs tik pusę šiandien išleidžiamų IRT specialistų [11].

Analizuodami šiuos duomenis galime konstatuoti, kad šiuo metu darbo rinkoje situacija nėra itin palanki net ir asmenims, turintiems aukštąjį išsilavinimą. Bet spaudoje vis dažniau pasirodantys straipsniai, prognozuojantys, kad ateityje turėtų išaugti tiksliųjų mokslų ir informacinių technologijų specialistų paklausa, verčia apie tai pagalvoti. Tuo labiau, kad ankstesniųjų metų prognozės daugeliu atvejų pasitvirtino.

Lietuvos Švietimo ir mokslo ministerijos Mokslo ir studijų departamento užsakymu 1999 m. atliktame tyrime „Specialistų su aukštuoju išsilavinimu poreikio prognozės tyrimas“ (tyrimą atliko Darbo ir socialinių tyrimų institutas) [4] buvo prognozuojama, kad „iki 2002 m. augs kompiuterinės technikos ir telekomunikacijų, viešojo administravimo, marketingo ir prekybos vadybos, gamybos vadybos, finansų ir bankininkystės, teisės, socialinės pedagogikos ir psichologijos, statybos inžinerijos, siuvinių technologijos, medienos technologijos, elektros energetikos specialistų poreikis.“ Tyrimo medžiagoje taip pat rašoma, kad „iki 2002 m. aukštosiose



mokyklose rengiamų specialistų skaičius turėtų didėti humanitarinių ir religijos mokslų, socialinių ir psichologijos mokslų, matematikos ir kompiuterių, namų ūkio ekonomikos, verslo administravimo bei įvairių „kitomis“ studijų kryptyse.“ Minėtame darbe nurodoma, kad aukštasis išsilavinimas leidžia šaliai tapti labiau konkurencinga, bet aukštojo mokslo sistema turėtų būti suderinta su rinkos poreikiais: rengiant specialistus turėtų labiau rūpėti kokybės klausimai. Tyrimo medžiagoje pabrėžiama, kad „turėtų būti tobulinama mokymo materialinė bazė, sudaromos galimybės studentams atlikti praktiką konkrečiose darbo vietose. Be to, labai svarbu, kad minėti specialistai mokėtų užsienio kalbas, dirbti su kompiuteriu.“[4]

Dabar skaitydami šio tyrimo medžiagą galime pastebėti, kad prognozės pasitvirtino. Tyrime minimų specialistų poreikis nuolat augo ir tas augimas truko iki ekonominės krizės pradžios. Tiesa, dar ir šiandien populiariųjų studijų programų sąrašė dominuoja humanitarinės pakraipos studijos, bet kaip matome [3] baigusieji šias studijas dažniau susiduria su įsidarbinimo problemomis.

Darbo ir socialinių tyrimų instituto 2005 metais atliktame darbe „Sisteminis Koncerno „Achemos grupė“, kaip gamybinio vieneto, darbo jėgos atitikimo rinkos poreikiams tyrimas“ [5] teigiama, kad šalies darbo rinkoje pakanka asmenų, turinčių aukštąjį išsilavinimą, bet trūksta turinčiųjų tam tikras kvalifikacijas specialistų (tą patį nurodo ir 2011 m. veidas.lt publikacijos autoriai). Kaip rodo tyrimas, „Achemos grupės“ įmonėse įsidarbinusiems aukštąjį išsilavinimą įgijusiems specialistams labiausiai trūksta patirties, techninių, užsienio kalbos žinių. Kaip rašoma tyrimo medžiagoje, „esamo darbdavių ir aukštųjų mokyklų bendradarbiavimo kokybė nėra pakankama: darbdaviai mažai informuoti apie aukštosiose mokyklose rengiamus specialistus, nepakankamai išnaudoja galimybes apsirūpinti kvalifikuotais specialistais studentų praktikos įmonėse metu ir t.t.“[5] Šis tyrimas taip pat parodė, kad darbdaviai norėtų bendradarbiauti su aukštosiomis mokyklomis, „jei tam būtų sukurta tinkama sistema.“ Minėtas tyrimas taip pat parodė, kad didelė dalis aukštųjų mokyklų absolventų dirba ne pagal įgytą specialybę. Dažnai jie dirba mažesnės kvalifikacijos reikalaujantį darbą. Kaip rodo tyrimas, taip nutiko todėl, kad „nemažos dalies apklaustųjų respondentų kvalifikacija ne visiškai atitiko darbo vietos reikalavimus įmonėje.“ Darbuotojai kvalifikaciją turėtų kelti trumpalaikiuose kursuose. ***Kaip priimtina būdą kvalifikacijai tobulinti darbdaviai nurodo ir studijas magistrantūroje arba doktorantūroje.*** Tyrimo metu darbdaviai taip pat nurodė, kad dažnai absolventai stokoja savarankiškumo „Tarp labiausiai trūkstamų Koncerno įmonėms specialistų paminėti: inžinerinių, chemijos specialybių specialistai, įvairūs technikai, technologai, elektrikai, energetikai ir kt.“[5] Tyrėjai rekomendacijose nurodo, kad vertėtų „Švietimo ir mokslo ministerijos internetinėje svetainėje sukurti specialų *studentų praktikos duomenų banką* (bazę)“, o aukštosios mokyklos ir darbdaviai turėtų nuolat bendrauti ir keistis informacija, investuoti į naujausias technologijas.

Atsižvelgdami į aukščiau išdėstytus faktus galime daryti išvadą, kad sugebantys savarankiškai dirbti, mokantys užsienio kalbą specialistai stambiose pramonės įmonėse yra vertinami, o magistro arba daktaro diplomai darbdavių požiūriu garantuoja aukštos kokybės išsilavinimą. Apie aukštųjų mokyklų ir verslo bendravimą nuolat kalbama ir universitetuose. Ypatingai aktualūs praktikų klausimai. Todėl daugeliu atvejų verslo atstovų ir universitetų požiūriai sutampa.

Panašią nuomonę universitetų ir išsilavinimo atžvilgiu galime susidaryti ir analizuodami kitas Lietuvos įmones arba jų grupes. Pavyzdžiui, Lietuvos inžinerinės pramonės asociacijos „Linpra“ narės – įvairios įmonės ir organizacijos – prisistatydamos [6] nurodo, kad dalį jų kolektyvo sudaro aukštos kvalifikacijos specialistai: inžinerinių specialybių magistras, mokslų daktaras. Kai kuriose įmonėse dominuoja tokio lygio specialistai. Be to, „Linpra“ savo interneto svetainėje [6] nurodo, kad laukia iniciatyvių, aktyvių, savarankiškų jaunų žmonių – įvairių sričių specialistų – tiek praktikos laikotarpiui, tiek tolesnei darbinei veiklai.

Apibendrinami galime pasakyti, kad magistrantūros studijos verslo požiūriu yra tiesiog būtinos. Tik aukštos kvalifikacijos specialistai gali sukurti naują kokybišką produktą, kuris atneš įmonei pelno.

Deja, nepavyko aptikti pastaraisiais metais atliktų tyrimų, atspindinčių aukštųjų mokyklų rengiamų specialistų poreikį ir įsitvirtinimą darbo rinkoje.

Vienas naujausių yra Laimos Okunevičiūtės Neverauskienės ir Arūno Pociaus straipsnis „Aukštąjį išsilavinimą turinčių specialistų poreikio vertinimas“ [7], kuriame remiamasi darbo ir socialinių tyrimų instituto 2007 – 2008 metais atliktais tyrimais. „Prognozuojama, kad per artimiausius penkerius metus darbuotojų išsilavinimo struktūra labai nesikeis. Beveik visų sektorių darbuotojų struktūroje daugiausia bus universitetus baigusių absolventų – magistrų (biotechnologijų sektoriuje – 44 %, informacinių technologijų sektoriuje – 41 %, lazerių technologijų – 38 %). Išimtis – mechatronikos sektorius, kur daugiausia numatoma profesinių (aukštesniųjų) mokyklų auklėtinių – absolventų ir universitetų absolventų – bakalaurų dalis (atitinkamai apie 35 % ir 20 %).“ [7] Kaip teigia straipsnio autoriai, Lietuvoje bene svarbiausiame aukštųjų technologijų sektoriuje – informacinių technologijų srityje daugiausia užimti informatikos ir matematikos specialistai. „Tačiau kai kurių studijų kryptių specialistai turi galimybes įsidarbinti bent keliuose aukštųjų technologijų sektoriuose. Universaliausi atskirų inžinerinių ir techninių studijų kryptių specialistai, kurie gali įsitvirtinti skirtingose aukštųjų technologijų sektoriuose.“ [7] Minėtame straipsnyje taip pat nurodoma, kad matematikų, susijusių su statistika įsidarbinimo galimybės buvo labai geros. Kaip teigia straipsnio autoriai, „manytume, kad rengiami aukštųjų mokyklų specialistai – matematikai turėtų geriau įsisavinti įvairių metodų taikymo galimybes realiems ekonominiams procesams tirti. Tai padidintų matematiko specialybės patrauklumą ir priartinų šios profesijos specialistų rengimą prie konkrečių darbo rinkos poreikių.“ „Tyrimas rodo, kad per artimiausius penkerius metus sparčiausiai augs rekreacijos ir turizmo, chemijos ir biochemijos, informatikos, matematikos ir statistikos, informatikos inžinerijos specialistų skaičius. Šių studijų kryptių specialistų skaičius augs sparčiausiai (daugiau nei 20 %).“ Kaip nurodoma straipsnyje, numatoma, kad iki 2020 m. augs darbo vietų skaičius paslaugų sektoriuje (informacinių technologijų, sveikatos priežiūros ir socialinio darbo, viešbučių ir restoranų, švietimo srityse). Straipsnio autoriai remdamiesi įvairių šalių tyrimais ir prognozėmis nurodo, kad nuolatos didės reikalavimai, keliami vienos ar kitos profesijos specialistams, o „aukštos kvalifikacijos protinį darbą dirbančių įvairių profesijų atstovai ES sudarys per 90 mln., protinį darbą dirbantys kvalifikuoti specialistai – daugiau nei 50 mln., kvalifikuoti fizinį darbą dirbantys darbuotojai – kiek mažiau kaip 50 mln., o nekvalifikuoti – iki 30 mln. žmonių“. [7]

Labai panašios mintys išsakytos ir Agnės Gintautaitės straipsnyje „Spėlionės, kokių specialistų reikės 2016 m.“ [8]. Dabar didelė paklausa (tarp „J.Friisberg & Partners“ klientų) pastebima informacinių technologijų sektoriuje, trūksta inžinierių. Straipsnyje taip pat nurodoma, kad jau šiuo metu stokojama kvalifikuotų technologijos specialistų arba aukštos kvalifikacijos tikslųjų mokslų atstovų, o ateityje paklausiausios bus informacinių technologijų specialybės. Tame pačiame straipsnyje „Vilija Būdvytienė, UAB „Delta Management Solutions“ darbuotojų atrankos ir tiesioginės paieškos padalinio vadovė, pritaria, kad 2016 m. tikrai truks inžinierių, techninės pakraipos specialistų.“ [8] Straipsnio [8] autorė pateikia tokią darbo jėgos pasiskirstymo prognozių lentelę 2020 m. :

**Darbo jėgos pasiskirstymas Lietuvoje 2020 m. (Šaltinis: „Cedefop):**

Darbuotojai	Pasiūla	Paklausa
Žemos kvalifikacijos	48.000	43.000
Vidutinės kvalifikacijos	895.000	823.000
Aukštos kvalifikacijos	643.000	617.000

Toliau panagrinėkime aukštos kvalifikacijos specialistų užimtumo tendencijas Lietuvoje ir kaimyninėse Baltijos regiono šalyse – Latvijoje ir Estijoje (1 lentelė).

Darbuotojų užimtumas mokslo ir technologijų srityse, aukštųjų technologijų sektoriuose Lietuvoje buvo didžiausias 2005 metais (40.892), po to mažėjo (2007 m. (38.970)), o 2008 m. vėl padidėjo (39.584). Latvijoje tokių darbuotojų skaičius didėjo beveik visais metais iki 33.350 (2008 m.). Estijoje šis skaičius nuo 25.368 (2001 m.) sumažėjo iki 19.559 (2002 m.), o po to pasiekė maksimumą – 25.701 (2008 m.).



## 1 lentelė. Baltijos šalių darbuotojų užimtumas mokslo ir technologijoms imliose srityse, aukštųjų technologijų sektoriuose

	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
<b>Lietuva</b>	39.584	38.970	40.054	40.892	40.114	34.832	33.179	36.291
<b>Latvija</b>	33.350	30.628	28.975	29.202	30.370	25.434	24.072	22.279
<b>Estija</b>	25.701	23.544	23.239	22.160	24.862	21.805	19.559	25.368

Lietuvos darbo rinkos ir darbuotojų užimtumo tendencijos mokslui ir technologijoms imliose srityse, tokiose kaip chemikalų ir chemijos produktų gamyba, tekstilės gaminių gamyba, metalo gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba, kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba ir kitose panašiose srityse artimiausiems mėnesiams yra optimistinės (2 Priedas)

Universitetuose studijuojančių ir parengtų specialistų atitikimą minėtų sričių specialistų poreikiams [18,19] pateikiame 1 Priede. Trumpai aptarsime pastebėtas tendencijas.

Matematinį išsilavinimą turinčių specialistų nuolatos ieško Lietuvoje veikiantys mokslo institutai. Tačiau tokio pobūdžio darbinei veiklai reikalinga labai stipri motyvacija. Pavyzdžiui, šiuo metu Lietuvos energetikos instituto sistemų valdymo ir automatizavimo laboratorijai elektros energetikos sistemų matematiniam modeliavimui ir statinių darbo režimų tyrimui tiktų taikomosios matematikos specialistas [9].

Kaip rodo analizuotų tyrimų duomenys, Lietuvos darbo rinkoje būtų paklausūs aukštos kvalifikacijos specialistai, turintys darbinę patirtį, susipažinę su naujausiomis technologijomis. Dar kaip privalumas nurodoma ir studijos užsienyje, turint mintyje tai, kad užsienio universitetai suteikia daugiau galimybių įvairiapusei praktinei veiklai. Todėl abiturientai labiau domisi užsienio šalių universitetinėmis studijomis.

Kita vertus, tiek inžinerinių specialybių absolventų, tiek matematikos magistrų Lietuvos rinkoje netrūksta. Todėl jungtinė studijų programa, priderinta prie kitų universitetų – partnerių – studijų programų bei leidžianti dalį studijų laiko studijuoti kitame universitete taptų dar labiau patraukli ir absolventams atverianti didesnes galimybes konkuruoti Lietuvos ir Europos darbo rinkose. Absolventai labiau pasitikėtų savo jėgomis, turėtų daugiau patirties ir platesnį požiūrį, supratimą apie skirtingas metodikas, laboratorijas, skirtingą šalių pramonę ir pan. Tokios programos sukūrimas skatintų abiturientus pasirinkti studijas Lietuvoje.

Numatydamą rinkos tendencijas, Švietimo ir mokslo ministerija „inicijuoja valstybės poreikiams svarbių studijų kryptų universitetuose ir kolegijose populiarinimą. Tam bus skiriama 600 tūkst. litų nepanaudotų studijų krepšelių lėšų. Abiturientai bus skatinami rinktis darbo rinkoje perspektyvias fizinių, technologijos, žemės ūkio ir veterinarijos mokslų specialybes“ [17].

### 1.2. Matematikos specialistų rengimo duomenys

Dabar panagrinėkime informaciją apie studentų ir paruoštų specialistų skaičius Lietuvoje ir kitose Baltijos šalyse, gautą iš Lietuvos statistikos departamento ir EUROSTAT tinklalapių: <http://www.stat.gov.lt/>, <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/> (daugiau informacijos pateikiama 1 Priede).

Bendras studentų skaičius iki 2008 m. Lietuvoje didėjo, Latvijoje ir Estijoje didėjo iki 2007 m., o 2008 m. kiek sumažėjo. Matematikos ir statistikos specialybių studentų Lietuvos aukštosiose mokyklose daugiausia (1,853) buvo 2006 m., 2008 m. sumažėjo iki 1556, Latvijoje daugiausia (541) buvo 2002 m., o vėlesniais metais ženkliai mažėjo (2008 m. iki 398), Estijoje daugiausia (431) buvo 2005 m., o vėlesniais metais mažėjo (2008 m. iki 356).

Antrosios pakopos matematikos ir statistikos specialybių studentų Lietuvoje nuo 273 (2008 m.) sumažėjo daugiau, nei 40% iki 193 (2010 m.). Panaši buvo ir kompiuterijos specialybių studentų skaičiaus dinamika, tačiau besimokančių magistrantūroje kompiuterijos specialybių studentų skaičiaus sumažėjimas nebuvo toks ryškus – nuo 829 (2008 m.) iki 590 (2010 m.) (sumažėjimas

beveik 29%). Lietuvoje baigusių matematikos ir statistikos magistrantūros studijas 2008 m. buvo 107, 2009 m. – 87. Baigusių kompiuterijos magistrantūros studijas 2008 m. buvo 226, 2009 m. – 175.

Šiuo metu 7 Lietuvos universitetuose yra vykdomos matematikos bakalauro laipsnį suteikiančios studijų programos (matematikos ir informatikos mokymas (VU, KU), matematika (ŠU, KU), matematika ir informatika (ŠU, VPU), matematika ir jos taikymas (VDU), matematika ir matematikos taikymai (VU), taikomoji matematika (KTU), technomatematika (VGTU)). Matematikos magistro laipsnį suteikiančios finansų ir draudimo matematikos (VU), matematikos (VU, VPU, ŠU), matematikos ir informatikos dėstymo (VU), taikomosios matematikos (VDU, KTU) arba technomatematikos (VGTU) studijų programos vykdomos 6 universitetuose. Po magistrantūros studijų universitetuose yra galimybė studijas tęsti matematikos doktorantūroje.

2 lentelėje yra pateikiamos planuojamos jungtinės studijų programos partnerių – Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Latvijos universiteto, Talino technologijos universiteto ir Tartu universiteto – vykdomos matematikos magistro studijų programos.

**2 lentelė. Baltijos šalių universitetuose vykdomos matematikos ir statistikos studijų programos, baigiamieji darbai studijų programose**

<b>Programos pavadinimas</b>	<b>M ar B</b>	<b>Aukštoji mokykla</b>	<b>Suteikiama Kvalifikacija</b>	<b>Baigiamasis darbas (ECTS kreditai)</b>
Technomatematika	B	VGTU	Matematikos bakalauras	15
Technomatematika	M	VGTU	Matematikos magistras	30
Taikomoji statistika ir ekonometrija*	B	VGTU	Statistikos bakalauras	15
Taikomoji statistika	M	VGTU	Statistikos magistras	30
Matematika	B	Latvijos universitetas	Matematikos bakalauras	15
Matematika	M	Latvijos universitetas	Matematikos magistras	30
Matematinė statistika	Second-level professional higher education programme	Latvijos universitetas	Statistikos bakalauras	15
Taikomoji matematika	M	Talino technologijos universitetas	Matematikos magistras	30
Matematinė statistika	B	Tartu universitetas	Statistikos bakalauras	9
Matematika	B	Tartu universitetas	Matematikos bakalauras	9
Finansų ir draudimo matematika	M	Tartu universitetas	Statistikos magistras	30
Matematinė statistika	M	Tartu universitetas	Statistikos magistras	30

Matematika	M	Tartu universitetas	Matematikos magistras	30
------------	---	---------------------	-----------------------	----

\* - į šią studijų programą priėmimas vyks nuo 2011 m., jei ji bus įregistruota Studijų ir mokymo programų registre.

Reikia pabrėžti, kad Lietuvoje kaip ir kitose Baltijos šalyse rengiant antrosios pakopos matematikos ir statistikos specialistus daugiausia yra ruošiami statistikos krypties specialistai, o industrinės matematikos (taikomosios matematikos) specialistų rengiama mažiau. Tai rodo matematikos ir statistikos studijų programų trijų Baltijos šalių universitetuose apžvalga, tačiau oficialūs šaltiniai pateikia tik bendrus matematikos ir statistikos specialybių studentų bei absolventų skaičius.

Jungtinė technomatematikos magistrantūros studijų programa, skirta ruošti aukšto lygio specialistus, gebančius dirbti daugelyje inovatyvių ekonomikos sričių (pramonės, technikos, transporto, statybos), galėtų ruošti specialistus ne tik Lietuvos, bet ir platesnėms – Baltijos šalių, ES – rinkoms.

### 1.3. Studijos. Studijų programos.

Kadangi matematikos, taikomosios matematikos ir statistikos specialistai yra reikalingi daugelyje įvairaus pobūdžio veiklos sričių, tai kiekvienoje šalyje atsižvelgiant į poreikius, yra sudarytos ir vykdomos studijų programos, rengiančios minėtus specialistus. Suprantama, kad kiekviena šalis turi tam tikrą specifiką ir studijų programos nėra vienodos.

Šioje studijos dalyje pirmiausia apžvelgsime technomatematikos studijų programų atsiradimo istoriją, keliuose Europos universitetuose vykdomas tokio pobūdžio programas. Aptarsime technomatematikos studijas Europoje kuriojančios institucijos (ECMI) veiklą. Vėliau aptarsime ir įvertinsime kiekvieno iš keturių universitetų partnerių – Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Latvijos universiteto, Talino technologijos universiteto ir Tartu universiteto – matematikos magistro studijų programas (studijų programos pateiktos 5 Priede). Pagrindinį dėmesį skirsime šiuo metu VGTU vykdomai technomatematikos studijų programai.

#### ECMI magistrantūros studijų programos

1986 metais 10 Europos universitetų ir institutų iniciatyva buvo įkurta ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) organizacija [20]. Vienas iš pagrindinių šios organizacijos tikslų – antrosios pakopos studijų programų, orientuotų į industrinių uždavinių sprendimą matematiniais metodais, kūrimas ir vykdymas. Paskutiniaisiais dešimtmečiais augantis matematikos specialistų poreikis industrijoje ir versle sąlygojo ir didėjančią tokios pakraipos studijų programų populiarumą. Atitinkamai auga ir ECMI universitetų - ECMI studijų centrų (educational centre) skaičius. Šiuo metu ši tinklą sudaro 21 universitetas, tarp kurių yra Vokietijos, Austrijos, Italijos, Olandijos, Danijos, Anglijos, Škotijos, Suomijos, Švedijos, Norvegijos, Lenkijos, Ispanijos, Prancūzijos, Serbijos universitetai [21]. Daugelis kitų Europos universitetų, vykdančių panašios pakraipos studijas, siekia narystės šioje organizacijoje arba tiesiog sudaro atitinkamas savo studijų programas pagal laiko patvirtintus ir plačiai pripažintus ECMI standartus.

ECMI yra sudariusi magistrantūros studijų programų reglamentą, kuriame galima išskirti rekomenduojamąją ir privalomąją dalis. Rekomenduojamoji dalis galima sakyti, kad apibendrina ECMI universitetų patirtį. Ji tik apibrėžia studijų programų struktūrą, bet palieka laisvę jų sudarytojams, kad sudaromos studijų programos galėtų tenkinti jas sudarančių universitetų reikalavimus, o studentas galėtų gauti atitinkamos institucijos diplomą. Privalomoji dalis apibrėžia studijų elementus, kurių įvykdymas yra būtinas tam, kad studentas gautų ECMI sertifikatą.

ECMI rekomenduoja turėti dviejų pakraipų studijų programas: technomatematika (techno-mathematics) ir ekonomatematika (econo-mathematics). Technomatematika apima dalykus susijusius su matematiniu modeliavimu fizikoje (pvz., mechanikoje, elektronikoje), chemijoje (pvz., farmakologijoje, bioinžinerijoje) ir pan. Ekonomatematika apima matematinį modeliavimą

ekonomikoje, pvz., operacijų tyrimą, planavimą, statistiką ir pan. Norint įstoti į kurios nors minėtų pakraipų magistrantūros studijas, reikia būti įgijus matematikos arba taikomosios matematikos bakalauro laipsnį. Yra palikta ir kitokių sprendimų galimybė.

Rekomenduojama magistrantūros studijų programa turėtų trukti dvejus metus, o ją turėtų sudaryti 120 ECTS kreditų (30 kreditų per semestrą arba 60 kreditų per metus). Programa paprastai sudaroma iš tokių elementų [21]:

- Bendrų privalomų dalykų blokas. Jį turėtų sudaryti mažiausiai 30 ECTS kreditų. Technomatematikos programoje turėtų būti studijuojami tokie dalykai: paprastosios ir dalinių išvestinių diferencialinės lygtys, moksliniai skaičiavimai, optimizavimas ir statistika.

- Individualiai pasirenkamųjų dalykų blokas. Jį turėtų sudaryti apie 40 ECTS kreditų.
- Reguliarūs matematinio modeliavimo seminarai, kuriems skiriama 10-20 ECTS kreditų.
- Magistro baigiamasis darbas. Jam parengti skiriama mažiausiai 30 ECTS kreditų. Pageidautina, kad darbe būtų sprendžiamas tikras industrinis uždavinys, o jį rengiant dalyvautų ir pramonės ar verslo partneriai.

Kadangi technomatematikos studijos susijusios su realių problemų analize, tai labai svarbu, kad jau pirmaisiais studijų metais studentai susipažintų su simuliaciniais ir statistiniais programiniais paketais (Matlab, Maple, Mathematica, SAS ir kt.), o vėliau galėtų labiau specializuotis, naudoti veina ar kelis iš jų. Kad programa atitiktų ECMI reikalavimus ir studentai galėtų įgyti ECMI sertifikatą, studijos turėtų būti organizuojamos anglų kalba.

Privalomus magistrantūros studijų elementus, kurie būtini ECMI sertifikatui gauti, sudaro [21]:

- Vieno semestro studijos užsienyje – paprastai kitame ECMI centre, kitose institucijose arba stažuotė pas industrijos partnerius (tik suderinus su ECMI studijų komitetu (ECMI Educational Committee)).

- Dalyvavimas bent vienoje kasmetinėje tarptautinėje ECMI modeliavimo savaitėje (ECMI Modelling Week).

- Pageidautina, kad magistro darbe būtų sprendžiamas tikras industrinis uždavinys. Darbas turėtų būti atliekamas vykdant projektą, orientuotą į industriją. Praktinę magistro darbo reikšmę turi patvirtinti industrinis partneris. Darbas turi būti rašomas anglų kalba. Du ECMI recenzentai turi teigiamai įvertinti magistro darbo mokslinę (matematinę) pusę ir praktinę reikšmę.

Toliau apžvelgsime dviejų universitetų, ilgamečių ECMI narių, patirtį vykdant technomatematikos magistrantūros studijų programą.

Pirmiausia panagrinėsime vieno iš ECMI įkūrėjų - Kaiserslauterno technikos universiteto (Technische Universität Kaiserslautern) magistrantūros studijų programas. Šiuo metu universitete yra vykdomos 4 magistrantūros studijų programos: matematika („Mathematik“), tarptautinė matematika („Mathematics International“), technomatematika („Technomathematik“) ir ekonomatematika („Wirtschaftsmathematik“) [22].

Kiekvienos studijų programos trukmė – dveji metai. Studentas turi surinkti 120-128 ECTS kreditus. Privalomųjų dalykų nėra numatyta. Kiekvienas studentas pagal pasirinktą specialybę ir specializaciją sudaro individualų studijų planą. Kiekvienai specialybei pagal sudarytus dėstomų dalykų blokus yra reglamentuojama studijų plano struktūra. Technomatematikos studijų plano struktūra yra tokia [23]:

- Bendroji matematika (Allgemeine Mathematik), 18-20 kreditų.
- Informatika (Informatik und rechnergestützte Methoden), 18-20 kreditų.
- Taikomasis dalykas (Anwendungsfach), 18-20 kreditų. Šiuo metu studentas studodamas gali rinktis fizikos, mechanikos inžinerijos ar elektronikos dalykus.
- Specializacija (Studienschwerpunkt), 30-32 kreditų. Dabartiniu metu vykdomoje programoje numatytos geo-matematikos (Geomathematik) arba modeliavimo ir mokslinių skaičiavimų (Modellierung und wissenschaftliches Rechnen) specializacijos.
- Modeliavimo seminarai, 6 kreditai (po vieną seminarą kiekvienais metais).
- Magistro baigiamasis darbas, 30 kreditų.

Norint studijuoti magistrantūroje būtinas matematikos bakalauro laipsnis arba jam prilygintas išsilavinimas. Magistrantūros studijų turinys yra matematikos bakalauro studijų Kaizerslauterno universitete tąsa. Geriausi studentai, pereidami iš pirmosios studijų pakopos į antrąją, turi laikytis specialybės ir specializacijos pasirinkimų. Baigusiems studijas kituose universitetuose būtina įrodyti, kad jie yra sėkmingai išlaikę egzaminus atitinkančius siekiamos specialybės ir specializacijos dalykų nustatytus minimalius reikalavimus [23].

Studijų metu dauguma užsiėmimų vyksta anglų kalba ir tai palengvina studentų mainų vykdymą. Tarptautiniam aktyvumui palaikyti matematikos katedra yra įkūrusi specialią organizaciją - Graduate School „Mathematics as a Key Technology“ [24]. Šios organizacijos uždaviniai yra užsienio studentų priėmimas ir konsultavimas, savo studentų išvykų į kitus universitetus rengimas, kontaktai su universitetais – partneriais, mokslo institutais ir industrijos partneriais.

Apibendrinant reikia pastebėti, kad Kaizerslauterno universiteto technomatematikos studijų programa iš esmės laikosi ECMI reglamento, nors kita vertus ji gana laisvai interpretuoja dalykų blokus, pavyzdžiui, joje nėra bendrų ir privalomų visiems studentams dalykų bloko. Tačiau pagal ją studijuojantis studentas, norintis gauti ECMI sertifikatą, turi tiksliai įvykdyti visus aukščiau išvardintus privalomus studijų reikalavimus (žr., [25]).

Dabar panagrinėkime kito ilgamečio (nuo 1990 m.) ECMI nario – Drezdeno technikos universiteto (Technische Universität Dresden) pavyzdį. Šiame universitete nuo 1996 m. vykdoma technomatematikos diplomo studijų programa (Diplom-Studiengang Technomathematik), o technomatematikos magistrantūros studijų programa yra tik ruošiamą. Be to dar vykdomos matematikos (Diplom-Studiengang Mathematik) ir ekonomatematikos (Diplom-Studiengang Wirtschaftsmathematik) studijų programos [26].

Technomatematikos diplomo studijas sudaro 9 semestrai, iš kurių 4 semestrai sudaro bazines studijas (Grundstudium, Vordiplom) ir 5 semestrai – pagrindines studijas (Hauptstudium) [27]. Bazinės studijos baigiamos egzaminu (Diplom-Vorprüfung), o pagrindinės studijos – diplominiu darbu (Diplomarbeit) ir egzaminu (Diplomprüfung). Iki pagrindinių studijų pabaigos studentai taip pat privalo atlikti 10 savaičių profesinę praktiką (Berufspraktikum).

Studijų programoje išskiriamos 3 pagrindinės sritys: matematika, informatika ir techninis dalykas (Technisches Fach), kurių svoriai sudaro apie 60%, 20%, 20%. Bazinių studijų metu matematiniai dalykai yra privalomi ir studijuojami kartu su kitų matematikos specialybių studentais. Šiuos bazinius dalykus sudaro matematinė analizė, algebra, geometrija, stochastika, skaitinė matematika, optimizacija. Informatikos srities pagrindinis dėmesys skiriamas programavimui. Techninį dalyką technomatematikos studentai pasirenka iš mechanikos inžinerijos arba elektronikos. Bazinių studijų metų dėstomas ir užsienio kalbos kursas. Šios žinios turėtų praversti studentams studijuojant užsienyje ar skaitant specializuotą literatūrą.

Pagrindinių studijų metu studentas pasirenka specializaciją ir sudaro individualų studijų planą. Šis planas turi atitikti reglamentuojamą blokinę struktūrą [27]:

- Taikomosios matematikos I blokas (Angewandte Mathematik I). 20 valandų (Semesterwochenstunden). Šį bloką sudaro pasirinktos specializacijos dalykai.
- Taikomosios matematikos II blokas (Angewandte Mathematik II). 14 valandų. Šiame bloke gali būti pasirinkti tik dalykai, nepriklausantys pasirinktam specializacijos blokui.
- Grynoji matematika (Reine Mathematik). 10 valandų.
- Informatika. 16 valandų.
- Techninis dalykas (Technisches Fach). 16 valandų. Bazinių studijų metu pasirinkto dalyko gilinamosios studijos.
- Modeliavimo seminarai, praktika (Grundpraktikum). 4 valandos.

Taikomosios matematikos blokus sudarę dalykai iš tokių sričių, kaip skaitiniai metodai, moksliniai skaičiavimai, optimizavimas, statistika. Paskutinis studijų semestras (6 mėnesiai) yra skirtas diplominio darbo paruošimui. Darbo tema turėtų būti susijusi su taikymais.

Apibendrinant reikia pastebėti, kad Drezdeno universiteto vykdoma techno-matematikos studijų programa bendrai laikosi ECMI reglamento, nors formaliai tai ir nėra magistrantūros studijų



programa. Pagal ją studijuojantiems geriausiems studentams sudaromos galimybės įvykdyti ECMI reikalavimus ir gauti ECMI sertifikatą (žr.[26]).

### **Vilniaus Gedimino technikos universitetas**

Technomatematikos studijų programos atsiradimas Vilniaus Gedimino technikos universitete siejamas su 2003 m. rugsėjo 11 – 13 d. Drezdeno (Vokietija) technikos universitete įvykusia konferencija „International Workshop on the Study Program „Technomathematics““ [1], kurios metu didelis dėmesys buvo skiriamas techniškųjų specialybių vietai galias tradicijas turinčiame Drezdeno universitete. Daugiau nei dešimtmetį minėtame universitete greta kitų matematikos krypties studijų programų yra vykdoma ir technomatematikos studijų programa, o Matematikos fakulteto absolventai nepatiria sunkumų ieškodami darbo tiek Vokietijoje, tiek visoje Europoje. Tai liudija iš tiesų aukštą jų kvalifikaciją ir didelę dalimi sąlygoja pramonės raidą. Daugelis konferencijos dalyvių pabrėžė, kad su analogiška situacija turėtų susidurti ir vidurio bei rytų Europos regionai. Todėl reikėtų įprastinį mokymą keisti taip, kad būtų galima lengvai integruotis Europos ekonominėje erdvėje, kuri grindžiama inovatyviomis technologijomis. Minėtoje konferencijoje dalyvavo 30 universitetų atstovai iš įvairių šalių: Austrijos (2 universitetai), Čekijos (3 universitetai), Estijos (1 universitetas), Vengrijos (1 universitetas), Vokietijos (10 universitetų), Latvijos (2 universitetai), Lietuvos (1 universitetas – VGTU), Lenkijos (3 universitetai), Rusijos (4 universitetai), Serbijos (1 universitetas), Slovėnijos (1 universitetas) ir Ukrainos (1 universitetas). Daugelis universitetų turi ilgametes darbo taikomosios matematikos srityje tradicijas, todėl, konferencijos dalyvių nuomone, galutiniu tikslu turėtų būti vieningų programų sukūrimas, kas leistų universitetams glaudžiau bendradarbiauti įvairiuose lygmenyse. Taip pat išlieka svarbūs mokslo bei verslo, matematikos ir inžinerijos, matematikos ir informatikos ryšiai [1]. Šios konferencijos dalyvių nuostatos buvo įtvirtintos konferencijoje parengtu ir jos dalyvių pasirašytu dokumentu „Position Paper Concerning the Study Program Technomathematics“. Išskirsime tik kelis pagrindinius šio dokumento teiginius.

Šiandieniniame pasaulyje kuriant įvairius produktus ir technologijas tampa vis labiau svarbus matematinis modeliavimas, o technomatematikos studijos, paremtos matematikos, inžinerijos ir informatikos mokslais, yra jungiančios mokslą, verslą, technologijas ir pramonę bei orientuotos šių sričių poreikiams tenkinti. Todėl formuluojant reikalavimus technomatematikos studijų programai tam turėtų būti skiriamas didelis dėmesys. Greta pagrindinių matematikos dalykų studijų turėtų būti studijuojami dalykai, kurie yra taikomojo pobūdžio, taip pat didelę reikšmę turi realių reiškinių modeliavimas ir ryšiai su pramone bei verslu. Tai, kad technomatematikos studijų programos dalimi turi būti inžinerijos dalykai, užtikrina, kad absolventai galės glaudžiai bendradarbiauti su inžinieriais ir kitų sričių specialistais. Be informacinių technologijų sunkiai įsivaizduojama didelė dalis šiandieninių tyrimų ir skaičiavimų. Todėl technomatematikos studijų programoje informatikos dalykai turi itin didelę reikšmę. Ryšiai su pramonės įmonėmis turėtų užtikrinti mainus tarp mokslo ir verslo, kai realios techninės problemos yra mokliškai tyrinėjamos, o sprendimai taikomi praktikoje.[12]

Vadovaujantis šiomis pagrindinėmis nuostatomis ir minėtu konferencijos dokumentu VGTU buvo sudarytos technomatematikos bakalauro, o vėliau ir magistro studijų programos, kurios atitinka ECMI narių vykdomų programų struktūrą, apima tas pačias studijuojamų dalykų grupes, vykdam programą siekiama analogiškų tikslų: suteikiama matematikos ir technikos mokslų teorinių žinių, studentai susipažįsta ir įsisavina įvairias kompiuterines programas, geba modeliuoti ir analizuoti įvairius procesus.

Vykdydami šiuo metu veikiančią technomatematikos magistrantūros studijų programą mes siekiame visų anksčiau suformuluotų ir pateiktų tikslų. Technomatematikos magistrantūros studijų programa yra vienintelė tokiu pavadinimu Lietuvoje registruota ir vykdoma studijų programa. Kadangi ši programa yra vykdoma Vilniuje, viename didžiausių šalies universitetų, sulaukiame nemažai besidominčių ir pageidaujančių ją studijuoti dėmesio.



Remiantis 2010 m. priėmimo į VGTU statistika technomatematikos studijų programos valstybės finansuojamose vietose studijuojančių studentų tarpe žemiausias konkursinis balas buvo 8,87 balo, mokamose vietose – 7,12 balo, o žemiausias svertinis įvertinimų vidurkis – 6,15 balo. Visos numatytos vietos buvo užpildytos, nors programa dar yra ganėtinai nauja (2011 m. studijas baigs tik antroji magistrų laida).

Studijuoti pagal technomatematikos magistrantūros studijų programą priimami asmenys, turintys matematikos bakalauro laipsnį arba jam prilygintą išsilavinimą. Ši programa yra apimanti matematikos, informatikos ir technikos dalykų studijas. Sėkmingai baigus technomatematikos magistrantūros studijas suteikiamas matematikos magistro kvalifikacinis laipsnis. Tačiau reikėtų pažymėti, kad asmenys įvykdę šią studijų programą yra ne vien tik matematikai. Jie savyje sugeba derinti informacinių technologijų ir techninių dalykų žinias, įvairių problemų sprendimui parinkti matematinis modelius ir juos savarankiškai tobulinti, realizuoti bei analizuoti. Baigęs studijas specialistas galės sudaryti inžinerinės problemos matematinį modelį, atlikti jo analizę, kompiuterinį sprendimą, rezultatų vizualizavimą, grįžti prie inžinerinio uždavinio, patikslinti matematinį modelį. Technomatematikos magistrantūros studijų programos trukmė – dveji studijų metai (iš viso – 120 ECTS kreditų).

Kadangi baigus technomatematikos magistrantūros studijų programą suteikiamas matematikos magistro kvalifikacinis laipsnis, tai vykdydami šią programą pirmiausia siekiame suteikti fundamentaliųjų įvairių matematikos šakų žinių, praplėsdami bakalauro studijose sukauptą informaciją. Didesnę studijų programos dalykų dalį (daugiau nei 60 kreditų) sudaro matematikos ir informatikos krypties studijų dalykai, 30 kreditų skiriama baigiamajam darbui rengti ir ginti, o likę kreditai skirti alternatyviai arba laisvai pasirenkamiems studijų programos dalykams. Diferencialinių lygčių asimptotinės analizės metodai, stochastiniai matematiniai modeliai, diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai, algoritmų analizės specialieji skyriai, atvirkštinių uždavinių teorija, globaliosios optimizacijos metodai, moksliniai tyrimai ir inovacijos – dalykai, skirti fundamentaliųjų žinių, įgytų bakalauro studijų programoje, taikymui ir naujų teorinių faktų įsisavinimui. Greta teorinių gilinamųjų matematikos dalykų studijų technomatematikos magistrantūros studijų programoje dėstomi dalykai, suteikiantys daug informacijos apie matematikos taikymus. Tai dalykai, susiję su informacinėmis technologijomis ir technikos disciplinomis: informacijos vizualizavimo technologijos, IT projektų valdymas, inžinerinių objektų projektavimas, skaičiavimo metodai netiesinėje mechanikoje, baigtinių elementų metodas technikoje, elektromagnetizmo reiškinių matematinis modeliavimas, netiesinių bangų sklidimo teorija, matematinio modeliavimo paketų kūrimo pagrindai. Šie dalykai ne tik perteikia informaciją, supažindina su tam tikrais konkrečių problemų sprendimo įrankiais, bet ir suteikia galimybę patiems studentams tapti kūrėjais, vykdytojais. VGTU veikia lygiagrečiųjų skaičiavimų laboratorija, kurioje studentai bei doktorantai turi unikalią galimybę atlikti skaičiavimus, reikalingus modeliuojant procesus, vykstančius įvairiose technikos srityse, uždavinių sprendimui naudojant virtualiojo eksperimento metodiką.

Magistrantūros studijos skatina studentus nuolatos mąstyti, susieti jau turimas ir įgyjamas naujas žinias, apibendrinti ir daryti išvadas. Matematinio modeliavimo teoriniai ir taikomieji dalykai skatina kūrybiškumą ir savarankišką veiklą, ugdo atsakomybės jausmą ir gebėjimą priimti sprendimus, analizuoti bei pateikti rezultatus. Praktiniai užsiėmimai leidžia gilinti jau bakalauro studijose įgytus informacinių technologijų taikymo įgūdžius. Dalis studijų programos dalykų yra pasirenkami iš kelių alternatyvų. Tai leidžia studijuojančiajam pačiam priimti sprendimą ir pasirinkti tokius studijų dalykus, kurie jo manymu pravers tolesnėje veikloje. Visa tai sąlygoja specialistų, gebančių dirbti nuolat kintančioje aplinkoje, rengimą, jų gebėjimą adaptuotis ir kvalifikuotai vertinti situaciją.

Kad parengtume ne tik gerus savo dalyko žinovus, bet ir asmenybes, sudarydami studijų programą didelį dėmesį skiriame pedagoginiam personalui. Magistrantūros studijų programos dalykus dėsto patyrę pedagogai, kurių kvalifikacija atitinka universiteto ir visuomenės bei darbo rinkos keliamus reikalavimus. Visi dėstytojai yra mokslų daktarai, turintys pedagoginius profesoriaus arba docento vardus, aktyviai dirbantys mokslinį darbą, publikuojantys mokslinius

straipsnius. Daugumos dėstytojų mokslinio darbo kryptys yra susijusios su magistrantūros studijų programoje dėstomų dalykų tematika.

Didelė magistrantūros studijų programos dalis skirta mokslo tiriamajam darbui ir baigiamojo darbo rengimui. Tai yra pažintis su moksliniu darbu, mokymasis organizuoti savo veiklą, savarankiškai įsigilinti į visai naują teoriją, formuluoti uždavinius, kaupti ir apdoroti tam tikrą informaciją, spręsti apie tai, kaip viską pateikti, ką akcentuoti. Magistro baigiamasis darbas parodo asmenybės brandą ir pasirengimą savarankiškai dirbti, analizuoti ir vertinti jau esamus mokslo pasiekimus, gebėjimą gauti naujus rezultatus ir juos interpretuoti turimų pasiekimų plotmėje. Baigiamojo darbo rengimas daugeliu atvejų būna susijęs su matematikos teorijos taikymais inžinerijoje, versle. Tokio darbo rengimas reikalauja itin gero pasirengimo. Žemiau esančioje lentelėje pateikiame 2010 m. baigusiųjų technomatematikos magistrantūros studijas studentų apgintų darbų sąrašą:

1.	Skaitinis šilumos laidumo procesų modeliavimas kompozituose
2.	Skaitinis difuzijos, konvekcijos ir reakcijos lygčių sprendimas
3.	Išlikimo analizės metodų taikymas draudimo srityje
4.	Patikimumo charakteristikų tyrimas mechatronikos gaminių kokybei nustatyti
5.	H.Markowitz investicinio portfelio modeliavimas finansinės krizės sąlygomis
6.	Darbu (Darboux) formulės taikymas integralų aproksimacijoms konstruoti
7.	Dvimačių ir trimačių geometrinių objektų mažesnės dimensijos reprezentacijų konstravimas
8.	GSM dažnių paskirstymo planavimas
9.	Pieštinių japonų kryžiažodžių sprendimas
10.	Paprasto skylėto daugiakampio skaidymo algoritmai
11.	Matematikos mokslinių straipsnių klasifikavimo modeliavimas
12.	Skaitinis šilumos laidumo procesų modeliavimas heterogeninėse dvimatėse ir trimatėse terpėse
13.	Transporto uždavinio su fiksuotomis išlaidomis sprendimas

Šiame sąrašė aiškiai matyti aptartos baigiamųjų darbų kryptys: teoriniai darbai, kuriuose analizuojami modeliai ar metodai gali būti taikomi įvairiose mokslo ir technikos srityse, bei taikomieji darbai, betarpiškai skirti verslui, mokslui, inžinerijai.

Nepaisant to, kad darbai iš tiesų sudėtingi ir reikalaujantys daug teorinių žinių ir jų praktinio taikymo įgūdžių, magistrantų baigiamieji darbai didžiąja dalimi įvertinti gerais ir labai gerais pažymiais. Magistrantų darbuose gauti rezultatai pristatyti įvairiose mokslinėse konferencijose, publikuoti mokslo leidiniuose.

Rengdami matematikos magistrus pagal technomatematikos studijų programą mes orientuojamės į panašaus profilio aukštos kvalifikacijos specialistų rengimo patirtį kitose Europos šalyse. Bendradarbiaujame su Vokietijos, Latvijos, Estijos universitetais, turinčiais analogiškas studijų programas, stebime bendras mokslo ir technikos raidos tendencijas Lietuvoje, Europoje ir visame pasaulyje.

### **Latvijos universitetas**

Matematikos magistro studijų programa Latvijos universitete vykdoma nuo 1992 m. Čia studentai gilina savo žinias ir specializuojasi šiose matematikos srityse: diferencialinės lygtys ir matematinis modeliavimas; šiuolaikinė elementarioji matematika ir matematikos didaktika; topologija ir algebra; tikimybių teorija ir matematinė statistika.

Magistrantūros studijų programa trunka dvejus metus, o ją sudaro 120 ECTS kreditų. Latvijos universiteto matematikos magistro studijų programa yra matematikos srities aukštojo mokslo studijų programų lyderė tarp visų Latvijos aukštojo mokslo institucijų. Matematikos magistro studijų programa suteikia galias kompetencijas vienoje ar keliose matematikos srityse. Ji taip pat

suteikia bazinių akademinių žinių (matematinis modeliavimas, matematinė statistika), kurios yra būtinos profesionaliems specialistams, gebantiems taikyti įgytas matematikos žinias nacionalinės ekonomikos plėtrai. Ši programa leidžia paruošti aukšto lygio specialistus taip pat ir dėstytojus. Pagal programą ruošiami specialistai, kurie gali savarankiškai ir kūrybingai įsisavinti naujausius matematikos srities pasiekimus, efektyviai diegti juos praktikoje ir pasiekti naujų reikšmingų mokslinių rezultatų ir proveržių matematikos srityje.

### **Tartu universitetas**

Tartu universitete vykdomos 3 matematikos ir statistikos magistro programos: finansų ir draudimo matematika; matematinė statistika; matematika. Kiekvienos studijų programos studijos trunka dvejus metus (120 ECTS kreditų).

**Matematikos** studijų programos siekis – parengti profesionalius taikomosios matematikos specialistus, sugebančius taikyti ir plėtoti matematinius metodus, turinčius pakankamus darbo kompiuteriu įgūdžius, gebančius komunikuoti akademiniam lygyje industrinėje, tarptautinėje ir tarpdisciplininėje aplinkoje, gebančius spręsti pramonės ir inžinerijos problemas.

Pagrindiniai Matematikos magistro studijų programos elementai: privalomieji dalykai, (27 kreditai); pasirenkamieji dalykai (48 kreditai); matematinio modeliavimo praktika, įskaitant ECMI modeliavimo savaitę (15 kreditai); magistro baigiamasis darbas (30 kreditai); dalyvavimas studentų mainų programoje – kiekvienas studentas privalo vieną semestrą mokytis kitame ECMI projekte dalyvaujančiame universitete.

**Finansų ir draudimo matematikos** magistro programą sudaro šie moduliai: Modulis I (18 kreditų) – paruošiamasis modulis; Modulis II (30 kreditų) – baziniai specialybės dalykai (dėstomi anglų kalba); Modulis III (24 kreditai) – papildomi ir išlyginamieji kursai (atskirai baigusiems tikslųjų mokslų bakalauro studijas ir ekonomikos bakalauro studijas); Pasirenkamieji dalykai (12 kreditų) – su galimybe atlikti profesinę praktiką; Laisvieji kursai (6 kreditai); Magistro baigiamasis darbas (30 kreditų).

**Matematinės statistikos** magistro programą sudaro šie moduliai: Modulis 1.1 (24 kreditai) – privalomasis modulis; Modulis 1.2 (24 kreditai) – privalomasis modulis (specialieji dalykai); Pasirenkamieji specialieji dalykai (36 kreditai) (įskaitant specialybės praktiką 6 kreditai); Laisvieji kursai (6 kreditai); Magistro baigiamasis darbas (30 kreditų).

Tartu universitetas siūlo platų pasirenkamųjų dalykų spektrą nuo kursų, turinčių grynai matematinę turinį iki matematikos taikymų gamtos moksluose. Visi pasirenkamieji dalykai dėstomi anglų kalba.

Tartu universitetas vienintelis iš Baltijos šalių universitetų yra pasirašęs bendradarbiavimo sutartį su kitais 9 Europos Sąjungos universitetais, o jo programa atitinka visus ECMI reikalavimus.

### **Talino technologijos universitetas**

Talino technologijos universitete vykdoma Inžinerinės fizikos magistro programa, turinti taikomosios fizikos, taikomosios matematikos ir taikomosios mechanikos specializacijas. Studijų trukmė – 2 metai, programa suteikia 120 ECTS kreditų, kurie paskirstomi taip:

**Bendrieji dalykai** – 14 kreditų. Tai – filosofija, ekonominiai dalykai ir dalykai susiję su užsienio kalbomis.

**Baziniai dalykai** – 24 kreditai. Šio bloko tikslas – perteikti funkcinės analizės, matematinės fizikos lygčių, kietojo kūno fizikos principus, bazines modeliavimo ir netiesinės dinamikos žinias, kurios bus reikalingos tolesnei specializacijai.

**Privalomieji specialieji dalykai** – 26 kreditai. Šio bloko dalykų žinios reikalingos susipažinimui su tiesinės algebros taikymais, bendrosios algebros pagrindais, netiesinėmis diferencialinėmis lygtimis, skaitiniu modeliavimu, suteikti darbo su moksline literatūra įgūdžius, išmokyti pristatyti įgytas žinias žodžiu ir raštu, gauti praktinės darbo patirties ir patirties dirbant individualiai ir komandoje.

**Pasirenkamieji specialieji dalykai** – 21 kreditas. Šio bloko tikslas – gilinti žinias siauresnėje matematikos srityje studijuojant diferencialinę geometriją, operacijų tyrimą, harmoninę analizę, taikomąją statistiką arba stochastinį modeliavimą, turint tikslą užauginti mąstantį specialistą, kuris orientuojasi ir sprendžia išskylančius uždavinius taikydamas savo specializacijos žinias, gali ar toliau studijuoti doktorantūroje.

**Laisvai pasirenkamieji dalykai** – 5 kreditai. Laisvai pasirenkamųjų dalykų tikslas – pasirinkti dalykus pagal studentų pageidavimus ir iš jas dominančių sričių arba dalykus, reikalingus jų specializacijai.

**Magistro baigiamasis darbas** – 30 kreditų.

Apibendrinami atliktą universitetų ir juose vykdomų technomatematikos magistrantūros studijų programų analizę, pastebime, kad visų keturių partnerių universitetų matematikos magistrantūros studijos atitinka daugelį ECMI reikalavimų, keliamų technomatematikos magistrantūros studijų programoms:

1. Dveji studijų metai (120 ECTS kreditų).
2. Dalykų kursai universitetų bakalauro ir magistro studijų programose apima būtinus B bloko dalykus (Transforms, linear systems, basics in ODE, Basics in PDE, Numerics for differential equations, Minor field of study related to mathematics). Būtinųjų dalykų studijos sudaro 24 kreditus.
3. Mažiausiai 60 kreditų sudaro dalykai iš pasirenkamųjų dalykų C bloko (Mathematical courses - 42 ECTS, Courses in a minor field of study related to mathematics – 12 ECTS).
4. Magistro baigiamasis darbas sudaro 30 kreditų.
5. Kiti studijų programos dalykai yra iš C bloko arba ekonomikos, vadybos, teisės ir pan.

Kiekviena aukštoji mokykla vykdydama magistrantūros programas turi savo stipriųjų pusių, kurios gali būti sėkmingai panaudotos jungtinėje magistrantūros studijų programoje vykdant studentų mainus. Studentų, vykstančių studijuoti į kitą aukštąją mokyklą, pasirinkimą galėtų lemti juos dominančios srities pasirenkamųjų dalykų buvimas kuriame nors universitete. Pavyzdžiui,

- VGTU siūlo lygiagrečiųjų skaičiavimų, skaičiavimo metodų taikymo mechanikoje, technikoje ir industrijoje kursus.
- Latvijos universitete yra puikios galimybės gilintis vienoje iš matematikos posričių. Universitetas siūlo platų matematinių dalykų pasirinkimą.
- Talino technologijos universitete yra didelis fizikos srities dalykų pasirinkimas.
- Tartu universitetas yra garsus savo matematinės statistikos mokykla. Jis siūlo didelį matematinės statistikos metodų taikymo dalykų bloką, be to Tartu universitetas turi specialybės praktikų rengimo patirties, kuri turėtų būti panaudota jungtinėje studijų programoje.

Lietuvos, Latvijos bei Estijos universitetai turi ilgalaikės tarpusavio bendradarbiavimo patirties. Jau 16 metų Vilniaus Gedimino technikos universitete leidžiamas žurnalas „Mathematical Modelling and Analysis“, įtrauktas į ISI Web of Science sąrašo duomenų bazes, kuriame publikuojami trijų Baltijos šalių matematikų moksliniai darbai. Kasmet vis kitoje Baltijos šalyje organizuojama jau 16 metų gyvuojanti tarptautinė konferencija „Mathematical Modelling and Analysis“, kaskart sulaukianti didelio Europos sąjungos šalių, Rusijos, Baltarusijos, JAV ir kitų šalių mokslininkų dėmesio. Šis renginys galėtų būti panaudotas organizuojant vasaros modeliavimo savaites jungtinės studijų programos studentams. Tokiose savaitėse, kurias tikslinga būtų organizuoti prieš arba iš karto po konferencijų, galėtų dalyvauti į konferenciją atvykę mokslininkai iš įvairių šalių.

#### **1.4. Studijų ir studijų programų vertinimas Lietuvoje**

Lietuvos Aukštojo mokslo sistemos būklė analizuota ir įvertinta šiais aspektais: studijų kokybe, studijų tarptautiškumu ir prieinamumu, studijų sistemos efektyvumu.

Studijų sistema šalyje plėtojama deramai neatsižvelgiant į Lietuvos ūkio plėtros, žinių visuomenės poreikius. Universitetuose ir kolegijose daug siauros specializacijos, dubliuojamų

studijų programų, kartais jų turinys neatitinka studijų krypties; studijos per mažai orientuotos į praktinius įgūdžius, komunikabilumą, atsakingumą, tolesnį gebėjimų tobulinimą – tai trukdo absolventų profesinei karjerai ir mažina gebėjimą prisitaikyti prie kintančios darbo rinkos. Studijų sistema orientuota į informacijos perteikimą, mažai skatinamas ir ugdomas studentų savarankiškas kritinis ir analitinis mąstymas, kūrybiškumas – tai trukdo absolventų profesinei karjerai (savarankiško darbo įgūdžių trūkumą nurodė 37,2% darbdavių).

Šalies ūkio plėtra ir naujos technologijos reikalauja, kad aukštosios mokyklos rengtų aukščiausios kvalifikacijos specialistus, galinčius prisitaikyti prie darbo rinkos poreikių. Kvalifikacijų struktūra neatitinka darbo rinkos poreikių – vienu aukštąjį išsilavinimą turinčių specialistų stinga, o kai kurių sričių specialistų – perteklius; ne pagal specialybę įsidarbinusių absolventų dalis yra apie 20%.

Aukštosiose mokyklose dėl įvairių priežasčių didelė dalis dėstytojų ir jų vadovų neskiria reikiamo dėmesio pedagoginiam meistriškumui tobulinti, todėl naudojasi pedagoginėmis žiniomis ir kompetencijomis, gautomis dar prieš ateinant dirbti į aukštojo mokslo instituciją; tik nedidelė dalis dėstytojų dirba naujoviškai. Studijos mažai grindžiamos naujausiomis žiniomis ir tyrimų rezultatais, nes dėstytojai dažnai neturi pramonės ir verslo srityje reikalingos praktinės patirties. Pažymėtini ir kiti svarbūs veiksniai, stabdantys pedagoginio personalo kokybės gerėjimą: vyresnių dėstytojų kartos vyravimas visame studijų organizavimo procese; palyginti mažas pradedančių dirbti dėstytojų atlyginimas.

Studijų kokybei taip pat neigiamą įtaką daro moraliai pasenusi studijų infrastruktūra, modernių mokymo technologijų, mokymo medžiagos trūkumas. Retai naudojami inovatyvūs turinio perteikimo būdai, aktyvūs, savarankiškumą ir bendradarbiavimą skatinantys mokymosi metodai. Aukštojo mokslo lygmeniu tik daliai studijų kryptių parengti studijų krypties aprašai, kurie nustato studijų programų bendruosius reikalavimus. Siekdamos gerinti paslaugų kokybę, aukštosios mokyklos diegia ir plėtoja kokybės užtikrinimo mechanizmus, tačiau tokios sistemos yra dar ne visose aukštosiose mokyklose; dalis aukštųjų mokyklų, kurios tokias sistemas įdiegė, jas naudoja nesistemiškai, nes kokybės kultūra aukštosiose mokyklose nėra išplėtotą – ne tik trūksta žinių apie vidinius kokybės užtikrinimo mechanizmus, bet ir nėra terpės, kurioje itin vertinama kokybė, suvokiama ir demonstruojama kokybės užtikrinimo svarba.

Europos universitetų asociacijos ekspertai atkreipė dėmesį į aukštųjų mokyklų tinklo netolygumą šalyje. Vertinimo grupės požiūriu tai yra gana nenaudinga, nes mokymo institucijos yra palyginti mažos ir kiekvienai jų reikalingas administracinis antstatas bei mokymo ir mokslinių tyrimų bazė, o tai didina valdymo ir administravimo išlaidas. Taip pat mažose institucijose gali trūkti „kritinės masės“, būtinos stipriai intelektualiai polemikai ir moksliniams tyrimams. Pastaraisiais metais valstybinių aukštųjų mokyklų skaičius mažėjo joms jungiantis, tačiau akivaizdu, kad aukštojo išsilavinimo sistema vis dar patiria nuostolių dėl aukštųjų mokyklų išskaidymo.

Kokybiškas aukštasis mokslas turi galimybių tapti svarbia eksporto šaka. Pagal tarptautinius susitarimus ir programas atvykstančių į Lietuvą ir išvykstančių iš Lietuvos studentų skaičiaus santykis (2006 metais 1 atvykstančiam studentui teko 4 išvykstantys), rodo, kad šalies aukštosios mokyklos tarptautiniu lygmeniu šiuo metu nėra konkurencingos. Pagrindinės to priežastys: nepakankamos dėstytojų kompetencijos, žemas užsienio kalbų mokėjimo lygis, žemas aukštojo mokslo studijų institucijų žinomumas, institucijų nepasirengimas priimti užsienio studentus (nepasirengęs pedagoginis ir administracinis personalas, neparengta metodinė ir materialinė bazė), nelanksti studijų organizavimo sistema [16].

Minėtų studijų ir studijų programų trūkumų galėtume rasti kiekviename universitete. Tačiau jungtinių studijų programų rengimas skatintų Lietuvos aukštojo mokslo tarptautiškumą: plėtotų tarptautiškumui skatinti skirtą veiklą, gerintų jos kokybę, siektų Lietuvos aukštojo mokslo pripažinimo tarptautiniu mastu, skatintų rengti kvalifikuotus specialistus, kurie būtų konkurencingi Lietuvos ir tarptautinėje darbo rinkose, užtikrintų sėkmingą Lietuvos aukštojo mokslo sistemos išiliejimą į Europos aukštojo mokslo erdvę, stiprintų ir gerintų tarpregioninį bendradarbiavimą ir prisidėtų prie teigiamo Lietuvos aukštojo mokslo įvaizdžio užsienyje kūrimo.



Kaip jau esame minėję, Europoje matematikos institutai ir universitetai yra sukūrę specialią organizaciją – ECMI. Šios organizacijos pagrindinis tikslas užtikrinti bendradarbiavimą tarp universitetų, mokslininkų ir pramonininkų. Matematiniai modeliai sėkmingai taikomi pramonėje, o glaudus mokslininkų ir praktikų bendradarbiavimas leidžia sukurti naujus produktus arba tobulinti jau egzistuojančius. Tokio bendradarbiavimo rezultatas – abipusė nauda. Kad tokio pobūdžio organizacija galėtų veikti ir Lietuvoje matome analizuodami įvairių tyrimų rezultatus: tiek darbdaviai, tiek aukštųjų mokyklų absolventai nurodo, kad trūksta glaudesnio bendradarbiavimo tarp verslo ir mokslo. Kita vertus, šiuo metu Lietuvoje pradėti steigti mokslo ir technologijų parkai, integruoti mokslo, studijų ir verslo centrai (slėniai), kurių tikslai ir uždaviniai primena ECMI organizacijos tikslus ir uždavinius. Tačiau matematikos specialistų vieta juose nėra aiški.

## 1.5. Studijų metodinė ir materialinė bazė, dėstytojų kvalifikacija

### Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas yra vienintelė Lietuvoje technomatematikos specialistų rengimo vieta. Fundamentinių mokslų fakultete yra 7 auditorijos, jose yra 985 vietos; 5 kompiuterinės klasės, kuriose yra 130 vietų. Fakultete yra 2 mokomosios laboratorijos (*Mechaninių bandymų* (10 bandymų stendų ir 30 vietų) ir *Nuovargio bandymų* (4 bandymų stendai)). Šių kompiuterinių klasių ir laboratorijų pakanka studijų programose numatytiems laboratoriniams darbams. Taip pat technomatematikos studentai gali atlikti inžinerinius eksperimentus 2 fakulteto mokslo laboratorijose: *Stiprumo mechanikos* ir *Skaitinio modeliavimo* ir universiteto *Lygiagrečiųjų skaičiavimų laboratorijoje*.

Lygiagrečiųjų skaičiavimų laboratorija yra VGTU Skaičiavimo centro padalinys, kuriame dirba 5 darbuotojai, iš jų trys yra Technomatematikos studentams dėstantys dėstytojai ir vienas - Technomatematikos programos magistrantas. Čia teikiamos mokslinės konsultacijos ir paslaugos: lygiagrečiųjų ir paskirstytų skaičiavimų konsultacijos; lygiagrečiųjų skaičiavimų mokymas magistrantams ir doktorantams; UNIX sistemų administravimo konsultacijos ir mokymas; programinės įrangos kūrimas, taikant lygiagrečiuosius algoritmus; lygiagrečiųjų skaičiavimų resursų tiekimas Lietuvos mokslo ir studijų institucijoms.

Laboratorijoje veikia 24 mazgų asmeninių kompiuterių klasteris „Vilkas“. Ketvirtos generacijos VGTU klasterį „Vilkas“ sudaro dviejų tipų mazgai: 15 mazgų su Intel® Core™2 Quad Q6600 @ 2.4 GHz procesoriais (4 branduolių) ir 9 mazgai su Intel® Core™ i7-860 @ 2.80 GHz procesoriais (4 branduolių), sujungti į Gigabit Ethernet lokalią tinklą.

Klasteryje galima naudotis tokiomis programų kūrimo ir vizualizavimo bibliotekomis (programomis): Fortran, C++/C, BOOST, CUDA, FFTW, GSL, HDF5, ICTCE, Intel Math Kernel, GVID, ECLIPSE, Netbeans, MPI, OpenMP.

Kompiuterinėse klasėse naudojama legali Microsoft įranga (universitetas priklauso Microsoft akademiniam aljansui), bei legalūs matematiniai paketai: Maple (25 licenzijos), Matlab (25 licenzijos), Matcad (25 licenzijos), Mathematica (2 licenzijos), Maxima (atviro kodo programa).

Studentai taip pat gali naudotis fakulteto skaitykloje esančiais 10 kompiuterių, bei 10 serverinės kompiuterių.

Technomatematikos magistrantūros studijų programos studentams paskaitas šiuo metu skaito 7 profesoriai, 6 docentai ir 1 lektorius. Dėstytojų kvalifikacija yra gera, pastoviai rengiami doktorantai, kurie taip pat taps kvalifikuotais dėstytojais. Visi dėstytojai dirba mokslinį darbą, savo mokslinės veiklos rezultatus nuolat publikuoja užsienio ir šalies mokslo leidiniuose, ruošia mokymo priemones. Tačiau įgyvendinant jungtinę studijų programą turėtų būti organizuojamas dėstytojų specialybės anglų kalbos kvalifikacijos kėlimas. Čia būtų bendradarbiaujama su VGTU Kalbų mokymo centru, kuris jau ir dabar organizuoja specialybinius anglų kalbos kursus.

Matematinio modeliavimo katedra kartu su Latvijos Universiteto Matematikos institutu, Tartu universitetu, Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos institutu leidžia žurnalą „*Mathematical modelling and analysis. The Baltic journal on mathematical applications, numerical analysis and differential equations*“. Žurnalas publikuoja aukštos kvalifikacijos rinkinius



straipsnius, kuriuose skelbiami nauji ir svarbūs moksliniai rezultatai visose matematinio modeliavimo ir analizės srityse. Nuo 2011 metų „*Mathematical modelling and analysis*“ leidžia „Taylor ir Francis“ (ang. *Taylor and Francis*) leidykla. Žurnalo straipsniai yra referuojami tokiose duomenų bazėse kaip: Science Citation Index Expanded™ (Web of Science), Mathematical Review, Zentralblatt für Mathematik, Referativnyi Zhurnal (VINITI information publication), INSPEC, EBSCO Publishing.

Kiekvienais metais vienoje iš Baltijos šalių yra rengiama konferencija „*Mathematical modelling and analysis*“ (<http://www.techmat.vgtu.lt/~art/>). 2011 metais Siguldoje (Latvijoje) įvyks jau 16-oji konferencija.

Matematinio modeliavimo katedros darbuotojai aktyviai dalyvauja įvairiuose tarptautiniuose ir Lietuvos projektuose. Yra įvykdyti 4 Eureka projektai: *Energijos vartojimo optimizavimas popieriaus pramonėje, Žmogaus smegenų išeminio insulto atvaizdų kompiuterinėse tomogramose automatinė analizė, Elektros saugiklių ir laidų išdėstymo kabelių pluoštuose optimizavimas*, INTAS projektas *Hidrologinis ir aplinkos modeliavimas*, Lietuvos Aukštųjų technologijų plėtros programa *Globalus sudėtingų sistemų optimizavimas naudojant didelio našumo skaičiavimus ir GRID technologijas*.

Technomatematikos studijų programos dėstytojai yra paruošę 9 vadovėlius duomenų algoritmų ir analizės, lygiagrečiųjų algoritmų, skaičiuojamosios matematikos, diferencialinių lygčių, diskrečiosios matematikos, duomenų vizualizavimo ir baigtinių elementų metodų tematika (žr. 3 Priedą). Nors dėstytojai aktyviai ruošia mokymo priemones ir vadovėlius, tačiau šiai studijų programai jų dar trūksta. Metodinių priemonių trūkumas yra kompensuojamas dėstytojų paruoštais konspektais (*Diferencialinių lygčių asimptotinės analizės metodai, Diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai, Baigtinių elementų metodas technikoje, Algoritmų analizės specialieji skyriai*), kuriuos galima rasti technomatematikos internetiniame puslapyje <http://www.techmat.vgtu.lt>.

Studentams, įstojusiems į technomatematikos magistrantūrą iš kitų studijų programų, trūkstamas žinias kompensuoti padeda internetiniame puslapyje pateikti beveik visų pagrindinių studijų dalykų konspektai.

Ateityje taip pat turėtų atsirasti ir paskaitų konspektai anglų kalba. Šiuo metu studentai taip pat daugelį dalykų gali studijuoti anglų kalba, skaitydami Matematinio modeliavimo katedros išgytas knygas (žr. 3 Priedą). Šiose knygose galima rasti papildomą medžiagą studijuojamiems dalykams, bei kursiniams ar baigiamiesiems darbams. Knygų tematika gana plati. Tai – inžinerinė matematika, optimizavimas, diferencialinės lygtys, skaitiniai metodai, lygiagretieji skaičiavimai.

Fundamentinių mokslų fakulteto skaitykla yra nedidelė, o dėstytojams trūksta patalpų (tikimasi, kad jų atsiras, kai bus baigtas statyti naujas korpusas), todėl stengiamasi kuo daugiau informacijos patalpinti virtualioje erdvėje. Tai yra ypač aktualu šiuolaikiniam studentui, kuris visą jam reikiamą medžiagą gali pasiekti bet kuriuo jam patogiu laiku ir iš bet kurios vietos. Internetu studentai gali rasti ne tik dėstytojų paruoštus konspektus, bet ir VGTU bibliotekos elektronines mokymo priemones (<http://biblioteka.vgtu.lt>).

VGTU, Matematinio modeliavimo katedroje esantys vadovėliai pateikti 3 Priede.

### **Tartu universitetas**

Tartu universiteto materialinė bazė yra gera. Matematikos ir informatikos fakultete yra pakankamai auditorijų, iš kurių 5 - kompiuterinės klasės. Taip pat yra matematinė biblioteka, kurioje galima rasti visą studijoms reikalingą literatūrą. Metodinės bazės trūkumas – dauguma knygų yra estų kalba.

Matematikos ir informatikos fakultete dėsto kvalifikuoti specialistai: 7 profesoriai, 12 docentų, 7 lektoriai ir 19 mokslininkų.

### **Talino technologijos universitetas**

Talino technologijos universitete paskaitas skaito: 3 profesoriai, 4 docentai, 9 lektoriai, 3 mokslininkai ir 3 asistentai.

Universitete yra nauja biblioteka, kurioje studentai gali rasti daug matematinių vadovėlių anglų kalba, skirtų inžinerinės matematikos studijoms, moksliniams tyrimams. Taip pat dauguma dėstytojų yra paruošę savo kursų elektroninius konspektus, tačiau dauguma jų yra estų kalba.

Naujose ir atnaujintose universiteto auditorijose įrengti stacionarūs projektoriai su kompiuteriais.

Universitete dar trūksta kabinetų atvykstantiems dėstytojams (universitetas juos nuomoja iš kitų institutų), tačiau šią problemą tikimasi išspręsti 2013 metais, po pastato atnaujinimo.

## **1.6. Specialistų rengimo atitiktis darbo rinkos poreikiams**

VGTU Matematinio modeliavimo katedros vykdoma technomatematikos studijų programa yra vienintelė tokiu pavadinimu Lietuvoje registruota universitetinė studijų programa. Šiuo metu programa yra sėkmingai vykdoma ir sulaukia susidomėjimo. Technomatematikos studijų programa yra patraukli dėl kelių priežasčių. Studijuodami pagal minėtą studijų programą studentai įgyja matematikos ir technikos mokslų teorinių žinių, susipažįsta ir įsisavina įvairias kompiuterines programas, geba modeliuoti ir analizuoti įvairius procesus. Greta šių specialiųjų gebėjimų studijų metu studentai yra rengiami būsimai profesinei veiklai. Ugdomos brandžios ir atsakingos asmenybės, kurios sugeba kritiškai vertinti situaciją, priimti sprendimus, savarankiškai atlikti patikėtus uždavinius, analizuoti ir pateikti gautus rezultatus. Be individualios veiklos yra skatinamas ir kolektyvinis darbas, kurio metu mokoma bendrauti su kolegomis, keistis informacija, diskutuoti, ieškoti kompromisų, priimti atsakomybę už savo klaidas. Todėl manome, kad technomatematikos studijų programos absolventai gali nesunkiai įsitvirtinti šiandieninėje darbo rinkoje, tęsti mokslinę veiklą doktorantūroje. Tai rodo ir mūsų atlikta baigusiujų technomatematikos magistrantūros studijas absolventų apklausa. Vykdydami apklausą tarp 2010 m. baigusiujų technomatematikos magistrantūros studijas neradome nei vieno bedarbio. Visi sėkmingai įsidarbino ir didžioji absolventų dalis dirba darbą, susijusį su jų įgytu išsilavinimu, o magistro laipsnis jiems suteikė galimybę konkuruoti ir gauti jų išsilavinimą atitinkantį darbą. Iš 12 apklaustų absolventų net 8 šiuo metu dirba darbą, susijusį su informacinėmis technologijomis ir jų taikymu. Tai – programuotojai, informacinių technologijų specialistai, duomenų analitikai. Kaip jau esame minėję kalbėdami apie įsidarbinimo galimybes ir tokių specialistų poreikį šalyje, mūsų absolventai nesunkiai surado savo vietą darbo rinkoje net ir sudėtingomis ekonominėmis sąlygomis. Vieni jų darbuojasi valstybinėse įstaigose, kiti – informacinių technologijų įmonėse, viena absolventė įsidarbino moksliniame institute.

Panagrinėję situaciją darbo rinkoje, technomatematikos specialistų rengimo ir įsidarbinimo aspektus, išanalizavę VGTU ir partnerių vykdomas studijų, aptarę ECMI reikalavimus technomatematikos magistrantūros studijų programoms, aptarsime du galimus alternatyvius sprendimus – scenarijus.

## **2. Alternatyvūs sprendiniai**

### **2.1. Scenarijus „kaip visada“**

Vilniaus Gedimino technikos universitete vykdoma technomatematikos magistrantūros studijų programa detaliai aprašyta ir analizuota šios studijos 1.3 skyriuje.

Nagrinėdami scenarijų „kaip visada“ turime pasakyti, kad programa yra patraukli ir dinamiška. Technomatematikos magistrantūros studijų programa yra nuolatos besikeičianti ir tobulinama atsižvelgiant į naujausius mokslo ir technikos laimėjimus, rinkos poreikius ir suteikianti galimybes ją baigusiems absolventams susirasti darbą, atitinkantį jų įgytą išsilavinimą ir turimas kompetencijas.

Nagrinėdami 1.3 studijos skyriuje pateiktus ECMI organizacijos reikalavimus technomatematikos magistrantūros studijų programoms, turime pastebėti, kad mūsų universitete vykdoma programa savo struktūra atitinka ECMI reglamentą ir turi visus būtinus elementus (žr. 4

Priedo lentelę). Be to, VGTU vykdoma technomatematikos bakalauro studijų programa yra suderinta su magistrantūros studijų programa (5 Priedas) ir suteikia visas ECMI reglamentuotas ir magistrantūros studijoms būtinas pagrindų grupės žinias. Vietoje reikalaujamų 48 šios grupės dalykų studijų kreditų, baigę technomatematikos bakalauro studijų programą, mūsų universiteto studentai turi ne mažiau nei 58 kreditus.

Magistrantūros studijų programoje studijų dalykai tiek savo tematika, tiek kreditų skaičiumi atitinka ECMI reglamentą, tačiau ji turi ir trūkumų.

Tokia studijų programa (sutinkamai su ECMI reikalavimais), kuri yra labiau orientuota į taikomuosius matematikos aspektus, turėtų vienyti mokslininkus ir pramonininkus, informacinių technologijų ir kitų įmonių bei bendrovių atstovus, skatinti ir aktyvinti matematikos taikymus. Turėtų megzti ryšiai su tokiais įmonėmis, kad jos vis aktyviau galėtų dalyvauti rengiant specialistus. Akivaizdu, kad tokio bendradarbiavimo naudą pajustų ir studentas, ir įmonė, ir universitetas. Studijų metu turėtų būti numatytos galimybės ne tik atlikti virtualius eksperimentus, bet ir apsilankyti laboratorijose, informacinių technologijų ar verslo įmonėse, kurios naudoja matematikos įrankiais arba kuria naujus produktus.

Kaip vykdomos studijų programos silpnąją pusę taip pat galėtume nurodyti ir praktinės veiklos trūkumą. ECMI grupės nariai rengia įvairias vasaros mokyklas, temines savaites ir pan. renginius, kurių metu studentai dirba grupėse, gilina žinias ir mokosi jas taikyti. Tokio pobūdžio renginiams ECMI reglamente skirti 9 studijų kreditai, o mūsų studijų programoje tokia veikla nėra numatyta.

Taip pat kaip turimos programos trūkumas galėtų būti įvardijama tai, kad visi studijų programos dalykai yra skaitomi tik lietuvių kalba, paskaitų konspektai taip pat yra skelbiami tik lietuviškai, todėl ECMI reglamente numatyti studentų mainai studijų proceso metu būtų sunkiai įgyvendinami.

Kita vertus, VGTU studentai, tarp jų ir technomatematikos magistrantūros studijų programos studentai, turi galimybę teikti paraiškas ir dalyvauti atrankoje studijoms ar baigiamojo darbo rašymui užsienio universitete pagal ERASMUS studijų programą. Tokią galimybę galima laikyti bendravimo su įmonėmis alternatyva. Išvykęs studijoms į užsienio universitetą studentas įgauna naujos patirties, mokosi integruotis naujoje aplinkoje, parsiveža naujų idėjų. Tačiau tokių studijų pasiūlymų nėra itin daug, o studentams neretai dar trūksta drąsos priimti sprendimą išvykti studijoms į užsienio universitetą. Tai lemia ir studentų abejonės dėl to, ar jie sugebėtų lengvai adaptuotis, t.y. ar suprastų specialybės dalykų kursus, dėstomus užsienio kalba. Tokios problemos neliktų, jei dalis magistrantūros studijų programos dalykų būtų dėstoma užsienio kalba. Tuomet studentai įgytų patirties, susipažintų su studijuojamos mokslo krypties terminologija ir lengviau bendrautų bei adaptuotųsi užsienio universitetuose.

Apibendrinami situacijos analizę galime konstatuoti, kad šiuo metu VGTU vykdoma technomatematikos magistrantūros studijų programa atitinka Lietuvos teisės aktų reikalavimus ir VGTU reikalavimus studijų programoms. Programa taip pat atitinka pagrindinius ECMI organizacijos reikalavimus. Todėl atlikę nedideles korekcijas, t.y. programą papildę modeliavimo seminarais ar pan., parengę studijų dalykų modulius anglų kalba ir įvykdę kitus neesminius pakeitimus, galėtume siekti narystės ECMI organizacijoje, o vėliau, skatindami studentus išvykti studijų semestrai į partnerių universitetus, ir ECMI sertifikato. Tačiau toks veiklos scenarijus neskatina siekti kokybiškai naujo lygmens, t. y. studijų tarptautiškumo didinimo, naujos patirties, skatinančios studentus ir dėstytojus tobulėti. Naujas galimybes atvertų jungtinė studijų programa, sudaryta vadovaujantis LR švietimo ir mokslo ministro G. Steponavičiaus įsakymu (2009-12-31, įsak.Nr. ISAK-2833) patvirtintais tokių programų bendraisiais reikalavimais.

Analogiškų studijų programų trūkumų rastume kiekviename universitete. Tačiau jungtinių studijų programų rengimas skatintų Lietuvos aukštojo mokslo tarptautiškumą: plėtotų tarptautiškumui skatintą veiklą, gerintų jos kokybę, siektų Lietuvos aukštojo mokslo pripažinimo tarptautiniu mastu, skatintų rengti kvalifikuotus specialistus, kurie būtų konkurencingi Lietuvos ir tarptautinėje darbo rinkose, užtikrintų sėkmingą Lietuvos aukštojo mokslo sistemos išsiliejimą į Europos aukštojo mokslo erdvę, stiprintų ir gerintų tarpregioninį bendradarbiavimą ir prisidėtų prie teigiamo Lietuvos aukštojo mokslo įvaizdžio kūrimo užsienyje.

## 2.2. Jungtinė magistrantūros studijų programa

Šioje studijos dalyje pirmiausia įvardinsime pagrindinius jungtinės studijų programos tikslus, o vėliau aptarsime mums žinomos Europoje egzistuojančios tokio pobūdžio programos reglamentą ir struktūrą.

Pagrindiniai jungtinės studijų programos tikslai:

1. Sudaryti studentams galimybes įgyti daugiau žinių ir gebėjimų nei gali suteikti vienos institucijos vykdoma studijų programa. Jungtinė studijų programa su užsienio mokyklomis kuriama ir vykdoma siekiant suteikti galimybę skirtingų šalių studentams kartu studijuoti skirtingoje kultūrinėje ir akademinėje terpėje. Jungtinė studijų programa turi skatinti studentų ir dėstytojų mobilumą, sudaryti sąlygas studentams perimti skirtingų šalių arba aukštųjų mokyklų studijų patirtį.

2. Sudaryti sąlygas Lietuvos aukštojo mokslo tarptautiškumo plėtrai, prisidėti prie žinių visuomenės kūrimo, panaudoti tarptautiškumo plėtrą Lietuvos aukštojo mokslo kokybei gerinti ir konkurencingumui Europos ir pasaulio aukštojo mokslo sistemoje didinti; užtikrinti studijų prieinamumą įvairius poreikius turinčioms visuomenės grupėms.

3. Didinti studijų sistemos efektyvumą, atnaujinti vykdomas studijų programas, tobulinti dėstytojų kvalifikaciją, skatinti mobilumą.

Kadangi technomatematikos studijų programos yra labai dinamiškos, nuolat reaguojančios į ekonominius ir socialinius pokyčius visuomenėje, siekiančios atitikti rinkos poreikius ir rengiančios specialistus mokančius spręsti tuo laikotarpiu aktualius uždavinius, todėl ir atsiranda poreikis nuolat keistis. Jungtinė magistrantūros studijų programa būtų viena šios kaitos grandžių.

Kurdami jungtinę technomatematikos studijų programą mes galėsime pasinaudoti tarptautine patirtimi. Prieš keletą metų grupė ECMI universitetų analizuodama tinklo partnerių vykdomas magistrantūros programas nutarė, kad atsirado poreikis jas peržiūrėti ir sukurti vieningą industrinės matematikos studijų programos modelį. Taip atsirado ECMIMIM konsorciūmas (ECMI Masters in Industrial Mathematics), kuris 2007 metais šiam tikslui gavo Erasmus (Lifelong Learning Programme, 2007) studijų programos kūrimo projektą Nr. 134026-LLP-1-2007-1-ES-ERASMUS-ECDSP [28]. Projektą vykdo 9 universitetai:

- University Carlos III de Madrid (Ispanija)
- Lappeenranta University of Technology (Suomija)
- University of Milan (Italija)
- Lund University (Švedija)
- Dresden Technical University (Vokietija)
- Paris School of Mines (Prancūzija)
- University of Tartu (Estija)
- The University of Oxford (Didžioji Britanija)
- Autonomous University of Barcelona (Ispanija)

2009 m. rugsėjo 10 – 11 d. Drezdene įvykusi ECMI (European Consortium for Mathematics in Industry) organizacijos konferencija „European Dissemination Conference EMP-IM 2009“ [2] numatė tolesnes technomatematikos raidos gaires bei patvirtino reikalavimus magistrantūros studijų programoms. Studijų programos atitikimas šiems reikalavimams yra būtinas siekiant narystės ECMI organizacijos švietimo komitete, sudarytame iš bendras technomatematikos arba ekono – matematikos studijų programas vykdančių Europos universitetų. Tai, kad minėta organizacija nuolat pasipildo naujais nariais, rodo aukšto lygio taikomosios matematikos specialistų rengimo svarbą ir būtinybę keistis tokių specialistų rengimo patirtimi. Tikimasi, kad naujai sukurtas modelis bus adaptuotas ir kitų ECMI universitetų, o taip pat ir universitetų, nepriklausančių ECMI organizacijai. Šis modelis sudarys sąlygas **naujų jungtinių magistrantūros programų industrinėje matematikoje atsiradimui**. Tarp minėto projekto tikslų yra [29]:

- 1) dvigubų diplomų pripažinimas,

- 2) specialių kursų pasidalinimas pagal ekspertizės sritis, paruošimas ir bendras naudojimas, skatinant studentų mobilumą,
- 3) elektroninių kursų paruošimas (e-courses) ir specialaus internetinio portalo sukūrimas,
- 4) nuolatinės vasaros mokyklos kūrimas dalyvaujant ir industrijos partneriams.

Šiuo metu prieinamoje versijoje ECMIMIM modelis nustato reikalavimus jungtinėms magistrantūros studijų programoms, vadovaujantis trijų kursų blokų (A,B ir C) struktūra [28].

Trumpai paminėsime ir aptarsime pagrindinius priėmimo ir studijų programoms keliamus reikalavimus .

2009 m. konferencijoje patvirtintuose reikalavimuose [2] nurodyta, kad siekiant studijuoti technomatematikos magistrantūroje reikalingas universitetinis išsilavinimas (bakaluro kvalifikacinis laipsnis – 180 ECTS kreditų) ir bazinės matematikos, informatikos, statistikos, programavimo žinios, t. y. pradėdamas magistrantūros studijas studentas privalo būti išklauses reglamente numatytą A bloką (4 Priedas) sudarančių dalykų modulius ir mažiausiai 12 kreditų (apie 1/2) B (4 Priedas) bloko dalykų. Taip pat būtina sąlyga – geros anglų kalbos (žodžiu ir raštu) žinios.

Kad tam tikra industrinės matematikos (arba technomatematikos) studijų programa atitinka keliamus reikalavimus, sprendžia EMIMIM konsorciumas vadovaudamasis šiais pagrindiniais kriterijais.

Magistrantūros studijų programoje (ją sudaro 120 ECTS kreditų), pagal kurią studijos trunka dvejus metus, praplečiamos matematikos dalykų (matematikos, matematinės statistikos, skaitinės analizės) žinios, yra matematikos taikymo industrijoje kursai. ECMI organizacijos nariai šioje studijų programos dalyje, sutinkamai su reikalavimais, gali būti įtraukę skirtingus studijų dalykus (šios grupės dalykai taip pat gali būti studijuojami partnerių universitetuose), t.y. studijuojami dalykai nėra griežtai reglamentuoti, bet matematikos dalykams turėtų būti skirta mažiausiai 54 kreditai, o 6 kreditai turi tekti gilesnėms industrinės matematikos dalykų studijoms. Studijų programoje taip pat turi būti visi B bloko (4 Priedas) dalykai, išskyrus tuos, kurie turi būti išklausti prieš pradedant magistrantūros studijas. Matematikos taikymų industrijoje dalykai gali būti studijuojami savo arba programos partnerių universitetuose. Taip pat studijų programoje turėtų būti numatyti modeliavimo praktiniai užsiėmimai (mažiausiai 9 kreditai): seminarai, vasaros mokyklos, tarptautinės modeliavimo savaitės ar pan. Magistro darbui parengti skiriama 30 kreditų. Pagal sudarytąjį reglamentą, technomatematikos magistrantūros studijų programos studentas privalo išvykti studijoms į partnerių universitetą arba užsienio universitete parengti magistro darbą. Šis reikalavimas reiškia, kad 30 studijų kreditų atitinkančią studijų programos dalį studentas turėtų studijuoti kitame (programos partnerių) universitete. Studentas taip pat gali įvykdyti studijos 1.3 skyriuje aprašytus ECMI reikalavimus ir gauti ECMI sertifikatą.

Analizuodami šiame skyriuje aprašytą šiuo metu Europos universitetų vykdomą jungtinę studijų programą turime pastebėti, kad mūsų universiteto technomatematikos magistrantūros studijų programa turi realias galimybes tapti jungtine studijų programa. Suprantama, kad šiam tikslui pasiekti yra būtini tam tikri programos pertvarkymai ir papildomos investicijos.

### **2.3. Rekomenduojamas sprendimas ir jo įgyvendinimas**

Esamą aukštojo mokslo tarptautinimo etapą Europoje apibūdina svarbiausi pastarųjų dviejų dešimtmečių pokyčiai. Europos švietimo taryba 1987 metais patvirtino „Erasmus“ programą, o akademinis mobilumas pripažintas aukštojo mokslo kokybės gerinimo ir atitinkamos akademinės ir socialinės patirties sklaidos Europoje priemone. Šalia „Erasmus“ programos atsirado naujų Europos Komisijos programų („Petra“, „Lingua“, „Youth“, „Tempus“), tačiau vyravo „Erasmus“ programa, kuri nuo 1995 metų išplėtotą kaip „Socrates“ programos dalis. Ši programa tapo viena svarbiausių Bolonijos proceso įgyvendinimo priemonių. Bolonijos procesas, prasidėjęs Bolonijos deklaracijos paskelbimu 1999 metais, skatino svarbių politinių ir praktinių procesų Europoje raidą, kurių tikslas – sukurti bendrą Europos aukštojo mokslo ir Europos mokslinių tyrimų erdvę. Bolonijos proceso poveikis pasireiškia naujais tarptautiškumo elementais ir formomis, mokslo ir studijų institucijų sąveikos tarptautiniu mastu sąlygų gerinimu (Europos kreditų kaupimo ir perkėlimo sistemos



(ECTS) įdiegimas ir plėtra, studijų suderinamumas, Europos aukštojo mokslo įvaizdžio pasaulyje gerinimas).

Tarptautiškumo plėtra – viena svarbiausių studijų ir mokslo kokybės gerinimo priemonių numatytų naujausiuose Europos švietimo plėtros strateginiuose dokumentuose (Bergeno komunikatas, 2005; Londono komunikatas, 2007), o nuolat gausėjančios aukštojo mokslo tarptautiškumo plėtros programos ir didėjantis Europos bei nacionalinių programų finansavimas rodo, kad tarptautiškumas – vienas svarbiausių regiono aukštojo mokslo plėtros prioritetų. Svarbiausios Europos Sąjungos ir Europos aukštojo mokslo erdvės valstybių tarptautiškumo plėtros gairės yra šios:

- 1) stiprinti partnerystę grįstą mokslo ir studijų institucijų bendradarbiavimą;
- 2) gerinti tarptautinės veiklos, bendradarbiavimo ir aukštojo mokslo, teikiamo tarptautiniu mastu, kokybę;
- 3) didinti akademinį studentų ir personalo mobilumą ir gerinti jo kokybę;
- 4) plėtoti jungtines studijų programas;
- 5) tobulinti kreditų kaupimo, studijų rezultatų ir studijų trukmės, formaliojo ir neformaliojo mokymosi, kvalifikacijų vertinimo ir pripažinimo sistemas Europos aukštojo mokslo erdvėje;
- 6) gerinti mokymosi sąlygas taip, kad jos leistų studentams įgyti tarptautinės patirties ir didintų absolventų išsilavinimo kokybės atitiktį darbo rinkos poreikiams Europoje ir už jos ribų, gerintų jų įsidarbinimo galimybes ir tenkintų visuomenės tęstinio mokymo poreikius;
- 7) gerinti informacijos apie Europos aukštojo mokslo erdvę sklaidą [14].

Siūloma jungtinė technomatematikos magistrantūros studijų programa būtų mažas jungtinės studijų programos, vykdomos ECMI konsorciumo, variantas. Jungtinę studijų programą vykdytų trijų Baltijos šalių – Lietuvos (VGTU), Latvijos (Latvijos universitetas), Estijos (Tartu universitetas ir Talino technologijos universitetas) – universitetai šiuo metu turintys ir vykduojantys panašios pakraipos studijų programas. Vienas iš programos partnerių – Tartu universitetas – jau yra ECMI organizacijos narys.

Technomatematikos magistrantūros studijų programa būtų rengiama atskirai kiekviename universitete, o vėliau sudarytos programos turėtų būti derinamos tarpusavyje tiek, kiek leidžia kiekvienos aukštosios mokyklos partnerės valstybės teisės aktai. Tačiau tai, kad sudarant programas numatyta vadovautis ECMI konsorciumo reglamentu, kuriame gana griežtai išdėstyti pagrindiniai tokio pobūdžio programoms keliami reikalavimai, turėtų sumažinti programų skirtumus. Kurdami programas savo universitetuose partneriai turės galimybę savo individualumą pabrėžti komplektuodami C bloko (4 Priedas) dalykus. Šiame bloke turėtų atsirasti dalykai, atspindintys partnerių valstybėje vykdomus mokslinius tyrimus, tam tikro universiteto dėstytojų specializacijos kryptis, apimantys matematikos taikymus industrijoje. Būtent šiuo bloku mes turime idėją skatinti studentų mobilumą, t. y. vykdydami jungtinę studijų programą magistrantūros studijų programos studentams sudarysime galimybę jiems aktualių dalykų kursus klausyti pasirinktame programos partnerių universitete pas tikrus atitinkamos srities profesionalus. Toks požiūris sudarant programas garantuos tai, kad mes sudarysime kokybiškai naują darinį ir vykdydami minėtą programą studentams galėsime pasiūlyti tai, ką turi geriausio mūsų universitetas bei universitetai – programos partneriai.

Tai, kad kurdami jungtinę technomatematikos magistrantūros studijų programą, kuri bus vykdoma Baltijos šalyse, mes vadovausimės ECMI konsorciumo reglamentu mums atvers galimybę ateityje įsiliesti į šią organizaciją ir sėkmingai joje funkcionuoti be didesnių programos struktūros pakeitimų. Eidami šia kryptimi mes matome dar vieną mūsų pasirinktos pozicijos privalumą – įsijungus į ECMI organizaciją vėliau suteikti galimybę mūsų studentams siekti ECMI sertifikato.

Sudarydami ir vykdydami minėtą jungtinę studijų programą mes vadovausimės Lietuvos respublikos teisės aktais ir universiteto (VGTU) dokumentais, reglamentuojančiais studijas.

Šioje studijoje atlikta galimų scenarijų apžvalga parodė, kad ECMI organizacijos ir netgi konsorciumo reikalavimai gana gerai atsispindi mūsų universitete šiuo metu vykdomoje technomatematikos magistrantūros studijų programoje. Mūsų vykdoma technomatematikos



bakalauro studijų programa kartu su magistrantūros studijų programa sudaro industrinės pakraipos studijas, užtikrinančias aukštos kvalifikacijos specialistų rengimą Lietuvoje.

Dar syki norėtume pabrėžti, kad nepaisant struktūrinio ir didžiaja dalimi dalykinio atitikimo ECMI konsorciumo nustatytam reglamentui, mūsų vykdoma programa stokoja tam tikrų privalomų elementų, tokių kaip modeliavimo praktikos (mokyklos), studentų mainai ir magistro darbo rengimas užsienio universitete, betarpiškas bendradarbiavimas su verslo ir technologijų įmonėmis.

Todėl lygindami alternatyvius scenarijus konstatuojame, kad norėdami pasiekti kokybiškai naują lygmenį, skatinti taikomosios matematikos mokslo raidą, formuoti naujas tradicijas šiandienos versle (siūlydami jiems virtualius eksperimentus, matematinį modeliavimą), mes turime realias galimybes atlikdami ne itin dideles korekcijas šiuo metu vykdomą studijų programą kilstelėti iki Europinio lygmens.

Tiksliui pasiekti numatomi tokie pagrindiniai žingsniai:

1. Principinis susitarimas tarp partnerių universitetų dėl tokios studijų programos sudarymo galimybės.
2. Pagrindinių momentų, tokių kaip studijų trukmė, kreditų skaičius, išduodami dokumentai, studijų kalba, studentų ir dėstytojų mainai, finansavimas derinimas.
3. Programos rengimas kiekviename universitete.
4. Parengtų programų derinimas tarpusavyje.
5. Dėstytojų pasirengimas programos vykdymui.
6. Programos įgyvendinimas.

### 3. Išvados

Analizuodami ir vertindami Lietuvos, Baltijos šalių ir Vokietijos universitetuose vykdomas matematikos magistrantūros studijų programas, ECMI organizacijos ir konsorciumo reikalavimus industrinės matematikos studijoms, pastebėjome, kad technomatematikos arba industrinės matematikos specialistų daugiau rengiama Vokietijos ir Europos universitetuose. Tuo tarpu Lietuvoje ir Baltijos šalyse labiau dominuoja statistikos specialistai. Tokia situacija iš tiesų nėra gera, nes nėra skatinamas naujų technologijų diegimas verslo srityje, naujų produktų kūrimas. Lietuvos rinka dėl tokio požiūrio praranda galimybes tapti labiau patrauklia investuotojams. Nesinaudodama šio laikmečio teikiamomis galimybėmis ji lieka nedinamiška ir tampa labiau panaši į vartotojų ir pigios darbo jėgos kraštą.

Tuo įsitikiname analizuodami įvairių atliktų tyrimų rezultatus ir darbdavių nuomones turime pastebėti, kad visais atvejais nurodoma tai, kad trūksta glaudesnio bendradarbiavimo tarp verslo ir mokslo. Kita vertus, galime sakyti, kad šiuo metu Lietuvoje jau vyksta tam tikri procesai: yra įsteigti ir steigiami mokslo ir technologijų parkai, integruoti mokslo, studijų ir verslo centrai (slėniai) (Visorių informacinių technologijų parkas, Saulėtekio slėnis, Šiaurės miestelio technologijų parkas ir kt.). Tokių parkų ir slėnių paskirtis – įvairių taikomųjų mokslo tyrimų vykdymas, žinių ir technologijų sąveika, naujų produktų sukūrimas ir realizavimas. Tokių parkų ir slėnių nariais yra šalies aukštosios mokyklos, moksliniai institutai ir verslo organizacijos. Šių parkų ir slėnių tikslai ir uždaviniai primena ECMI organizacijos tikslus ir uždavinius. Tačiau matematikos specialistų vieta lietuviškuosiuose parkuose ir slėniuose dar nėra aiški.

Aišku tik tiek, kad šiuo metu rengiamų specialistų kvalifikacijos tik iš dalies atitinka rinkos poreikius. Maždaug 20% absolventų įsidarbina ne pagal įgytą išsilavinimą, o įsidarbina pagal išsilavinimą darbinės veiklos pradžioje dažnai neatitinka įmonės lūkesčių.

Jau tapo įprasta manyti, kad studijų kokybei neigiamą įtaką daro modernių mokymo technologijų, mokymo medžiagos trūkumas ar nepakankamas finansavimas. To negalime paneigti, bet manome, kad tai tikrai nėra lemiami veiksniai.

Europos universitetų asociacijos ekspertai atkreipė dėmesį į aukštųjų mokyklų tinklo netolygumą šalyje ir egzistuojančias pakankamai mažas institucijas, kurių išlaikymas yra nuostolingas. Šalies aukštosios mokyklos tarptautiniu lygmeniu šiuo metu nėra konkurencingos. Pagrindinės to priežastys: nepakankamos dėstytojų kompetencijos, žemas užsienio kalbų mokėjimo lygis, žemas aukštojo mokslo studijų institucijų žinomumas, institucijų nepasirengimas priimti užsienio studentus (nepasirengęs pedagoginis ir administracinis personalas, neparengta metodinė ir materialinė bazė), nelanksti studijų organizavimo sistema [16].

Todėl manome, kad tarptautiškumo plėtra paremta jungtinių studijų programų vykdymu tam tikra prasme sudarytų sąlygas bent dalai paminėtų problemų išspręsti. O svarbiausia tai, kad studentai turėtų didesnes galimybes įgyti praktinės veiklos patirties ir galbūt grįžę į Lietuvą pabandytų čia kurti savo įmones ir taikyti įgytas žinias.

## LITERATŪRA

1. Lietuvos statistikos departamentas prie LR vyriausybės. [žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.stat.gov.lt/lt/>>
2. Lietuvos darbo birža prie socialinės apsaugos ir darbo ministerijos. [žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.ldb.lt/Informacija/Puslapiai/default.aspx>>.
3. Žurnalas „Veidas“ 2011 m. sausio 31 d. [žiūrėta 2011 m. vasario 21 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.veidas.lt/aktualijos/lietuva/kokia-profesija-garantuoja-gera-darba-ir-geras-pajamas-ateityje>>
4. Specialistų su aukštuoju išsilavinimu poreikio prognozės tyrimas. (tyrimą atliko Darbo ir socialinių tyrimų institutas) 1999 m. [žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <[http://www.smm.lt/smt/spec\\_poreikis/1999.htm](http://www.smm.lt/smt/spec_poreikis/1999.htm)>
5. Sisteminis Koncerno „Achemos grupė“, kaip gamybinio vieneto, darbo jėgos atitikimo rinkos poreikiams tyrimas. (tyrimą atliko Darbo ir socialinių tyrimų institutas) 2005 m. [žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <[http://www.smm.lt/smt/spec\\_poreikis/2005.htm](http://www.smm.lt/smt/spec_poreikis/2005.htm)>
6. Lietuvos inžinerinės pramonės asociacijos „Linpra“ interneto svetainė. [žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.linpra.lt/lt/>>
7. L. Okunevičiūtė Neverauskienė, A. Pocius. Aukštąjį išsilavinimą turinčių specialistų poreikio vertinimas. Verslas: teorija ir praktika (Business:Theory and Practice). 2010 **11(1)**: 20 - 29.[žiūrėta 2011 m. vasario 20 d.] Prieiga per internetą: <[http://www.btp.vgtu.lt/upload/verslo.../btp\\_vol11\\_no1\\_20-29\\_okuneviciute.pdf](http://www.btp.vgtu.lt/upload/verslo.../btp_vol11_no1_20-29_okuneviciute.pdf)>
8. A. Gintautaitė. Spėlionės kokių specialistų reikės 2016 m. (Straipsnis publikuotas vasario 10 d. "Verslo žinių" priede "Mano studijos".) [žiūrėta 2011 m. vasario 21 d.]Prieiga per internetą: <<http://manokarjera.cv.lt/Default4.aspx?ArticleID=a9326540-991d-4099-9d3a-4d3c6acb9894&ref=rss#continue>>
9. Lietuvos energetikos institutas. [žiūrėta 2011 m. vasario 8 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.lei.lt/main.php?m=158&k=1>>
10. <http://www.aikos.smm.lt/programos.htm>
11. S. Migonytė. Deficitu tampa IT specialistas. Straipsnis publikuotas 2011 m. kovo 2 d. dienraštyje „Verslo žinios“.
12. Drezdeno technikos universitetas. Konferencijai „International Workshop on the Study Program „Technomathematics“ skirtas puslapis. [žiūrėta 2011 m. kovo 27 d.] Prieiga per internetą: <<http://www.math.tu-dresden.de/Techno-Mathematik/techno2003/Results.htm>>
13. Drezdeno technikos universitetas. Konferencijos „European Dissemination Conference EMP-IM 2009“ medžiaga. [žiūrėta 2011 m. kovo 27 d.] Prieiga per internetą: [http://tudresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_mathematik\\_und\\_naturwissenschaften/fac\\_hrichtung\\_mathematik/emp-im-2009/results](http://tudresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fac_hrichtung_mathematik/emp-im-2009/results)
14. Dėl Aukštojo mokslo tarptautiškumo skatinimo 2008–2010 metų programa, patvirtinta LRV 2008-07-09 nutarimu Nr. 732 (Žin., 2008, Nr. 85-3384).
15. LR Švietimo ir mokslo ministro įsakymas. Dėl jungtinių studijų programų bendrųjų reikalavimų patvirtinimo.2009 m. Gruodžio 31 d. Nr. 2833 Vilnius
16. LR Švietimo ir mokslo ministro įsakymas. 2007 m.. gruodžio 3 D.2334 „Dėl nacionalinės studijų programos patvirtinimo“.
17. [http://www.inovacijos.lt/lt/naujiena/id/aukstosios\\_mokyklos\\_populiarins\\_valstybei\\_reikalin\\_gas\\_tehnologijos\\_mokslu\\_zemes\\_ukio\\_ir\\_veterinarijos\\_specialybes/tp/visi/](http://www.inovacijos.lt/lt/naujiena/id/aukstosios_mokyklos_populiarins_valstybei_reikalin_gas_tehnologijos_mokslu_zemes_ukio_ir_veterinarijos_specialybes/tp/visi/)
18. Lietuvai: <http://www.stat.gov.lt>
19. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/themes>
20. <http://www.ecmi-indmath.org>
21. <http://www.ecmi-indmath.org/edu/>
22. <http://www.mathematik.uni-kl.de/CDstud/CDstud.html>
23. <http://www.mathematik.uni-kl.de/CDstud/CDmasterTechnomathe.html>
24. [http://www.mathematik.uni-kl.de/grad\\_school/](http://www.mathematik.uni-kl.de/grad_school/)
25. <http://www.mathematik.uni-kl.de/CDstud/ECMI/ecmi.html#zertifikat>

26. [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_mathematik\\_und\\_naturwissenschaften/fachrichtung\\_mathematik/studium/studiengaenge](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_mathematik/studium/studiengaenge)
27. [http://tu-dresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_mathematik\\_und\\_naturwissenschaften/fachrichtung\\_mathematik/studium/diplom\\_techno\\_mathematik/pdf/techmath-studo-2003.pdf](http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_mathematik/studium/diplom_techno_mathematik/pdf/techmath-studo-2003.pdf)
28. <http://www.uc3m.es/industrialmathematics>
29. ECMI masters in industrial mathematics. Progress Report Public Part.

## PRIEDAI

### 1 PRIEDAS

Bendras studentų skaičius aukštosiose mokyklose:

	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
<b>Lietuva</b>	204,767	199,855	198,868	195,405	182,656	167,606	148,788	135,923
<b>Latvija</b>	127,760	129,497	131,125	130,706	127,656	118,944	110,500	102,783
<b>Estija</b>	68,168	68,767	68,287	67,760	65,659	63,625	60,648	57,778

Matematikos ir statistikos specialybių studentų skaičius aukštosiose mokyklose: Tertiary education - levels 5-6 (ISCED 1997)

	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
<b>Lietuva</b>	1,556	1,654	1,853	1,784	1,602	1,434	1,349	722
<b>Latvija</b>	396	381	411	454	497	522	541	487
<b>Estija</b>	356	380	418	431	336	329	283	302

Lietuvos universitetų studentai. Požymiai: studijų sritis, studijų pakopa ir mokslo metai

	22000- 2001	22001- 2002	22002- 2003	22003- 2004	22004- 2005	22005- 2006	22006- 2007	22007- 2008	22008- 2009	22009- 2010
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

**Vyrai ir moterys**

Matematika ir statistika (Plačiosios programos)

I pakopos

studijos (bakalauro studijos) 509 1 086 1 199 1 319 1 501 1 541 1 331 1 229 1 209 1 132

II pakopos

studijos (magistrantūra) 174 227 195 238 230 259 271 273 256 193

Kompiuterijos (computing) specialybės studentų skaičius aukštosiose mokyklose: Tertiary education - levels 5-6 (ISCED 1997)

	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
<b>Lietuva</b>	6,319	6,759	6,978	7,072	6,473	5,537	4,094	3,515
<b>Latvija</b>	4,094	4,620	4,759	4,865	6,067	5,822	4,825	3,887
<b>Estija</b>	3,804	4,052	3,959	4,066	3,809	3,591	3,087	2,584

Lietuvos universitetų studentai. Požymiai: studijų sritis, studijų pakopa ir mokslo metai

	22000- 2001	22001- 2002	22002- 2003	22003- 2004	22004- 2005	22005- 2006	22006- 2007	22007- 2008	22008- 2009	22009- 2010
--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

**Vyrai ir moterys**

Kompiuterija (Plačiosios programos)										
I pakopos studijos (bakalauro studijos)	2 432	2 931	3 819	4 584	5 111	5 084	4 864	4 464	4 368	4 013
II pakopos studijos (magistrantūra)	507	450	509	607	650	639	797	829	714	590

Parengta specialistų universitetuose. Požymiai: lytis, studijų sritis,										
studijų pakopa ir metai	22000	22001	22002	22003	22004	22005	22006	22007	22008	22009

<b>Vyrai ir moterys</b>										
Matematika ir statistika (Plačiosios programos)										
I pakopos studijos (bakalauro studijos)	41	161	147	232	178	272	284	249	271	299
II pakopos studijos (magistrantūra)	44	67	74	73	85	103	82	92	107	87
Kompiuterija (Plačiosios programos)										
I pakopos studijos (bakalauro studijos)	442	329	331	444	524	739	990	990	814	774
II pakopos studijos (magistrantūra)	142	162	170	176	161	199	226	220	226	175



## 2 PRIEDAS

Lietuvos darbuotojų skaičiaus prognozė artimiausiems mėnesiams (procentais). Požymiai: ekonominės veiklos rūšis (EVRK 2), tendencijos kryptis ir mėnuo

	2011M01	2011M02
<b>C20 Chemikalų ir chemijos produktų gamyba</b>		
Padidės	28	39
Nepasikeis	71	61
Sumažės	0	0
<b>C13 Tekstilės gaminių gamyba</b>		
Padidės	13	17
Nepasikeis	74	76
Sumažės	13	7
<b>C16 Medienos bei medienos ir kamščio gaminių, išskyrus baldus, gamyba; gaminių iš šiaudų ir pynimo medžiagų gamyba</b>		
Padidės	4	3
Nepasikeis	93	97
Sumažės	3	0
<b>C14 Drabužių siuvimas (gamyba)</b>		
Padidės	25	10
Nepasikeis	72	86
Sumažės	3	3
<b>C25 Metalų gaminių, išskyrus mašinas ir įrenginius, gamyba</b>		
Padidės	20	32
Nepasikeis	79	66
Sumažės	1	2
<b>C26 Kompiuterinių, elektroninių ir optinių gaminių gamyba</b>		
Padidės	30	15
Nepasikeis	65	72
Sumažės	5	13

### 3 PRIEDAS

VG TU

Vadovėliai:

**Parengti dėstančių dėstytoju:**

R. Čiegis. Duomenų struktūros, algoritmai ir jų analizė, Technika, Vilnius, 2007.

R. Čiegis. Lygiagretieji algoritmai ir tinklinės technologijos, Technika, Vilnius, 2005.

R. Čiegis. Diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai, Technika, Vilnius, 2003.

R. Čiegis. Lygiagretieji algoritmai. Technika, Vilnius, 2001.

R. Čiegis, V. Būda. Skaičiuojamoji matematika. TEV, Vilnius, 1997.

V. Būda, R. Čiegis. Skaičiuojamosios matematikos įvadas. Leidybos centras, Vilnius, 1995.

A. Krylovas. Diskrečioji matematika. Technika, Vilnius, 2009.

G. Dzemyda, O. Kurasova, J. Žilinskas. Daugiamačių duomenų vizualizavimo metodai, Mokslo aidai, Vilnius, 2008.

R. Barauskas, R. Kačianauskas, R. Belevičius. Baigtinių elementų metodo pagrindai, Technika, Vilnius, 2004.

**Katedroje esantys vadovėliai anglų kalba:**

1. K. Singh. Engineering mathematics through applications. 2003.

2. K. A. Stroud with additions by Dexter J. Booth. Advanced engineering mathematics. 4th edition. 2003.

3. H. Kreyshig, E. Kreyshig. Advanced engineering mathematics. Student solutions manual and study guide. 2007.

4. R. Hors, P. Pardalos and N. Thoai. Introduction to Global Optimization. Kluwer Academic Publishers. 2000.

5. P. Langtangen, A. Tveito (Editors). Advanced topics in Computational Partial Differential Equations. Springer. 2003.

6. F. Acton. Numerical Methods that Work. The Mathematical Association of America. 1990.

7. V. Thomee. Galerkin Finite Element Methods for Parabolic Problems. Springer Series in Computational Mathematics. Springer. 1997.

8. A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri. Numerical Mathematics. Texts in Applied Mathematics. Springer. 2000.

9. W. Briggs, V. Henson, S. McCormic. A Multigrid Tutorial. SIAM. 2000.

10. R. LeVeque. Numerical Methods for Conservation Laws. Lectures in Mathematics. Birkhäuser. 1990.

10. W. Bangerth, R. Rannacher. Adaptive Finite Element Methods for Differential Equations. Birkhäuser. 2003.

11. P. Knabner, L. Angermann. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations. Springer. 2003.

12. S. Larsson, V. Thomee. Partial Differential Equations with Numerical Methods. Springer. 2003.

13. J. Buchmann. Introduction to Cryptography. Springer. 2000.

14. M. Waite, D. Martin, S. Prata. Unix System V Primer. Horward W. Sams & Co. 1986.

15. A Survey of Numerical Analysis. Edited by J. Todd. McGraw-Hill Book Company. 1962.

16. H. Melvin Lieberstein. A Course in Numerical Analysis. Hoper international edition. 1969.

17. A. Ralston. A First Course in Numerical Analysis. McGraw-Hill Book Company. 1965.

18. G.M. Philips, P.J. Taylor. Theory and Applications of Numerical Analysis. Academic Press. 1973.

19. R.E. Crandal. Projects in Scientific Computation. Springer-Verlog. 1994.

20. H. Casanova, A. Legrand, Y. Robert. Parallel Algorithms. CRC Press. 2009.

21. G.P. Galdi, R. Rannacher, A.M. Robertson, S.Turek. Hemodynamical Flows. Modeling, Analysis and Simulation. Birkhäuser. 2000.

22. W. Hundsdorfer, J.G. Verwer. Numerical Solution of Time-dependent Advection-diffusion Reaction Equation. Springer. 2003.

23. J. W. Thomas. Numerical Partial Differential Equations. Finite Difference Methods. Springer. 1995.

24. F. Brauer, C. Castillo-Chavez. Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology. Springer. 2001.

25. K. Atkinson, W. Han. Theoretical Numerical Analysis. A Functional Analysis Framework. Springer. 2001.
26. B. Lucquin, O. Pironneau. Introduction to Scientific Computing. Wiley. 1998.
27. C.H. Edwards, D.E. Penney. Differential Equations. Computing and Modeling. 4<sup>th</sup> edition. Pearson Prentices Hall. 2008.
28. T. Raubiček. Nonlinear Partial Differential Equations with Applications. Birkhäuser. 2000.
29. J.D. Murray. Mathematical biology. I. An Introduction. Springer. 2002.
30. J.D. Murray. Mathematical biology. II. Spatial Models and Biomedical Applications. Springer. 2003.
31. F. Andreu-Vaillo, V. Caselles, J.M. Mazón. Parabolic Quasilinear Equations Minimizing Linear Growth Functionals. Birkhäuser. 2003.
32. J. Lang. Adaptive Multilevel Solution of Nonlinear Parabolic PDE Systems. Theory, Algorithm and Applications. Springer. 2001.
33. A. Quarteroni, F. Saleri. Scientific Computing with Matlab. Springer. 2003.
34. S. Müller. Adaptive Multiscale Schemes for Conservation Laws. Springer. 2003.
35. M.A. Schweitzer. A Parallel Multilevel Partition of Unity Method for Elliptic Partial Differential Equations. Springer. 2003.
36. M. Griebel, M.A. Schweitzer (Eds.). Meshfree Methods for Partial Differential Equations. Springer. 2003.

## 4 PRIEDAS

Pagal Drezdeno (2009) konferencijoje priimtą reglamentą		Pagal VGTU technomatematikos magistrantūros studijų programą	
Dalykai	ECTS kreditai	Dalykai	ECTS kreditai
A grupė (turi būti išklause prieš pradėdami magistrantūros studijas)			
		Išklauso studijuodami pagal technomatematikos bakalauro studijų programą	
Matematinės analizės pagrindai	18	Matematinė analizė (Diferencialinis skaičiavimas, Integralinis skaičiavimas, specialieji analizės skyriai)	19
Tiesinė algebra	6	Tiesinė algebra	6
Skaičiavimo matematikos pagrindai	6	Skaitiniai metodai, Specialieji skaitiniai metodai	10
Programavimo dalykai	6	Informatikos pagrindai (Procedūrinis programavimas, Objektinis programavimas, )	11
Fizikos arba mechanikos pagrindai	6	Fizika (Bendroji fizika), Teorinė mechanika	8
Statistikos pagrindai	6	Tikimybių teorija ir matematinė statistika, Taikomoji statistika	10
Iš viso:	48		64
Magistrantūroje studijuojami dalykai			
B grupė			
Transformacijos, tiesinės sistemos, diferencialinių lygčių teorijos pagrindai	6	Diferencialinių lygčių asimptotinės analizės metodai	9
Diferencialinių lygčių dalinėmis išvestinėmis teorijos pagrindai	6		
Skaitiniai diferencialinių lygčių sprendimo metodai	6	Diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai	7,5
Matematikos krypties dalykų studijos	6	Stochastiniai matematiniai modeliai	6
Iš viso:	24		22,5
C grupė			
Matematiniai dalykai	42	Algoritmų analizės specialieji skyriai, Skaičiavimo metodai netiesinėje mechanikoje, Baigtinių elementų metodas technikoje, Pasirenkamas dalykas (Atvirkštinių uždavinių teorija, Globaliosios optimizacijos metodai,	6 7,5 6 13,5

		Elektromagnetizmo reiškinių matematinis modeliavimas, Netiesinių bangų sklaidimo teorija, Matematinio modeliavimo paketų kūrimo pagrindai), Mokslo tiriamasis darbas1-3	
Susiję su matematika dalykai	12	Informacijos vizualizavimo technologijos, Inžinerinių objektų projektavimas	4,5 7,5
Matematika industrijoje	6	Moksliniai tyrimai ir inovacijos, IT projektų valdymas	4,5 6
Iš viso:	60		61,5
Laisvas pasirinkimas	6	Laisvas pasirinkimas	6
Magistro darbo rengimas	30	Baigiamasis darbas	30
Iš viso magistrantūroje:	120		120

## 5 PRIEDAS

### VG TU Technomatematikos bakalauro studijų programa

1 semestras 16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMMMB01701</u>	Diferencialinis skaičiavimas	413	5,0	7,50	E
<u>FMMMB01702</u>	Analizinė geometrija	211	4,0	6,00	E
<u>FMMMB01703</u>	Matematinė logika ir aibių teorija	201	3,0	4,50	E
<u>FMTMB01704</u>	Procedūrinis programavimas	211	4,0	6,00	E
<u>HIKKB01701</u>	Kūno kultūra 1	004	2,0	3,00	I
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>HIHSB01701</u>	Filosofija	201	2,0	3,00	E1
<u>HIHSB01702</u>	Technikos filosofija	201	2,0	3,00	E1
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>HIKAB01709</u>	Vokiečių kalba 1	003	2,0	3,00	E1
<u>HIKAB01710</u>	Prancūzų kalba 1	003	2,0	3,00	E1
<u>HIKAB01719</u>	Anglų kalba 1	003	2,0	3,00	E1
2 semestras 16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMMMB02704</u>	Integralinis skaičiavimas	312	4,0	6,00	E
<u>FMMMB02705</u>	Tiesinė algebra	311	4,0	6,00	E
<u>FMMMB02711</u>	Diskrečioji matematika	301	4,0	6,00	E
<u>FMTMB02707</u>	Matematikos programinė įranga	220	3,0	4,50	E
<u>FMTMB02708</u>	Objektinis programavimas	211	3,0	4,50	E
<u>HIKKB02702</u>	Kūno kultūra 2	004	2,0	3,00	I
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>HIKAB02709</u>	Vokiečių kalba 2	002	2,0	3,00	E1
<u>HIKAB02710</u>	Prancūzų kalba 2	002	2,0	3,00	E1
<u>HIKAB02719</u>	Anglų kalba 2	002	2,0	3,00	E1
3 semestras 16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMFIB03706</u>	Bendroji fizika	211	3,0	4,50	E
<u>FMMMB03706</u>	Specialieji analizės skyriai	301	3,0	4,50	E
<u>FMMMB03707</u>	Bendroji algebra	211	3,0	4,50	E
<u>FMMMB03708</u>	Skaitiniai metodai	211	3,0	4,50	E
<u>FMTMB03703</u>	Teorinė mechanika	301	3,0	4,50	E
<u>VVSEB03730</u>	Ekonomika (Technomatematikams)	201	3,0(1,0)	4,50	E1
Laisvas pasirinkimas			2,0	3,0	



4 semestras 15 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) + 2 sav. (praktika) = 21 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMFIB04707</u>	Elektra ir magnetizmas	211	3,0	4,50	E
<u>FMMAB04704</u>	Deformuojamo kūno mechanika	311	4,0	6,00	E
<u>FMMMB04709</u>	Diferencialinės lygtys	311	4,0	6,00	E
<u>FMSAB04711</u>	Tikimybių teorija ir matematinė statistika	311	4,0	6,00	E
<u>FMTMB04709</u>	Pažintinė praktika	000	2,0	3,00	I
<u>VVSEB04729</u>	Vadyba	301	2,0	3,00	E
Laisvas pasirinkimas			2,0	3,0	
5 semestras 16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMGSB05702</u>	Programų sistemų inžinerija	211	3,0(1,0)	4,50	E
<u>FMMMB05710</u>	Algoritmų teorija	311	4,0	6,00	E
<u>FMMMB05916</u>	Matematinė fizika	311	4,0	6,00	E
<u>FMSAB05713</u>	Taikomoji statistika	311	4,0	6,00	E
<u>FMTMB05901</u>	Baigtinių elementų metodai	211	3,0	4,50	E
Laisvas pasirinkimas			2,0	3,0	
6 semestras 13 sav. (teorinis kursas) + 3 sav. (sesija) + 8 sav. (praktika) = 24 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMGSB06705</u>	Kompiuterinė grafika	211	3,0	4,50	E1
<u>FMMMB06720</u>	Realaus reiškinio matematinio modelio tyrimas (kompleksinis projektas)	003	3,0	4,50	KS
<u>FMMMB06901</u>	Taikomoji funkcinė analizė	401	3,0	4,50	E
<u>FMMMB06902</u>	Matematinio modeliavimo pagrindai	311	3,0	4,50	E
<u>FMTMB06702</u>	Gamybinė praktika	000	8,0	12,00	I
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAB06702</u>	Difuzijos uždavinių modeliavimas	322	4,0	6,00	E
<u>FMSAB06715</u>	Eilių teorija	403	4,0(1,0)	6,00	E
7 semestras 16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.					
Mod. kodas ir aprašas	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMMMB07901</u>	Lygiagretieji algoritmai	212	3,0	4,50	E
<u>FMMMB07904</u>	Taikomieji optimizavimo metodai	311	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMMMB07905</u>	Specialieji skaitiniai metodai	311	3,0	4,50	E
<u>FMMMB07906</u>	Asimptotinės analizės pagrindai	211	3,0	4,50	E
<u>HILKB07705</u>	Specialybės kalbos kultūra	101	2,0	3,00	E1
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMMB07714</u>	Nekorektiškų uždavinių sprendimas	202	3,0	4,50	E

<u>FMMMB07726</u>	Integralinės lygtys	202	3,0	4,50	E
<u>FMMMB07727</u>	Variacinis skaičiavimas	211	3,0	4,50	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAB07701</u>	Baigiamasis darbas 1	000	2,0	3,00	I
<u>FMMMB07721</u>	Baigiamasis darbas 1	000	2,0	3,00	I
<u>FMSAB07780</u>	Baigiamasis darbas 1	000	2,0	3,00	I
<u>FMTMB07903</u>	Baigiamasis darbas 1	000	2,0	3,00	I
<b>8 semestras</b>	13 sav. (teorinis kursas) + 2 sav. (sesija) + 5 sav. (baigiamasis darbas) = 20 sav.				
<b>Mod. kodas ir aprašas</b>	<b>Pavadinimas</b>	<b>val./sav.</b>	<b>Kreditai</b>	<b>ECTS kreditai</b>	<b>Vertinimas</b>
<u>FMMMB08901</u>	Matematiniai modeliai industrijoje	211	3,0	4,50	E
<u>FMTMB08902</u>	Duomenų bazės	211	3,0	4,50	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAB08722</u>	Skaičiuojamoji mechanika	211	4,0	6,00	E
<u>FMSAB08719</u>	Eksperimento planavimas	211	4,0	6,00	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAB08703</u>	Baigiamasis darbas 2	000	5,0	7,50	I
<u>FMMMB08722</u>	Baigiamasis darbas 2	000	5,0	7,50	I
<u>FMSAB08781</u>	Baigiamasis darbas 2	000	5,0	7,50	I
<u>FMTMB08903</u>	Baigiamasis darbas 2	000	5,0	7,50	I
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAB08704</u>	Baigiamasis darbas 3	000	5,0	7,50	I
<u>FMMMB08723</u>	Baigiamasis darbas 3	000	5,0	7,50	BD
<u>FMSAB08782</u>	Baigiamasis darbas 3	000	5,0	7,50	BD
<u>FMTMB09903</u>	Baigiamasis darbas 3	000	5,0	7,50	BD

## VG TU Technomatematikos magistrantūros studijų programa

<b>1 semestras</b>	16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.				
<b>Mod. kodas ir aprašas</b>	<b>Pavadinimas</b>	<b>val./sav.</b>	<b>Kreditai</b>	<b>ECTS kreditai</b>	<b>Vertinimas</b>
<u>FMIGM01705</u>	Informacijos vizualizavimo technologijos	211	3,0	4,50	E
<u>FMMAM01702</u>	Inžinerinių objektų projektavimas	221	5,0(1,0)	7,50	E
<u>FMMMM01701</u>	Moksliniai tyrimai ir inovacijos	300	3,0	4,50	E
<u>FMMMM01702</u>	Diferencialinių lygčių asimptotinės analizės metodai	211	6,0(1,5)	9,00	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAM01703</u>	Mokslo tiriamasis darbas 1	000	3,0	4,50	TD
<u>FMMMM01703</u>	Mokslo tiriamasis darbas 1	000	3,0	4,50	TD
<u>FMTMM01901</u>	Mokslo tiriamasis darbas 1	000	3,0	4,50	TD
<b>2 semestras</b>	16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.				

Mod. kods ir aprašs	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMGSM02707</u>	IT projektu valdymas	310	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMMAM02704</u>	Skaičiavimo metodai netiesinėje mechanikoje	311	5,0(1,0)	7,50	E
<u>FMSAM02777</u>	Stochastiniai matematiniai modeliai	301	4,0	6,00	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAM02706</u>	Mokslo tiriamasis darbas 2	000	3,0	4,50	TD
<u>FMMMM02704</u>	Mokslo tiriamasis darbas 2	000	3,0	4,50	TD
<u>FMTMM02901</u>	Mokslo tiriamasis darbas 2	000	3,0	4,50	TD
Laisvas pasirinkimas			4,0	6,0	
<b>3 semestras</b>		16 sav. (teorinis kursas) + 4 sav. (sesija) = 20 sav.			
Mod. kods ir aprašs	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
<u>FMMMM02907</u>	Diferencialinių lygčių skaitiniai sprendimo metodai	301	5,0(1,0)	7,50	E
<u>FMMMM03709</u>	Algoritmų analizės specialieji skyriai	211	4,0	6,00	E
<u>FMTMM03704</u>	Baigtinių elementų metodas technikoje	301	4,0	6,00	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMMM03710</u>	Atvirkštinių uždavinių teorija	211	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMMMM03711</u>	Globaliosios optimizacijos metodai	211	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMMMM03905</u>	Elektromagnetizmo reiškinių matematinis modeliavimas	211	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMMMM03906</u>	Netiesinių bangų sklaidimo teorija	211	4,0(1,0)	6,00	E
<u>FMTMM03706</u>	Matematinio modeliavimo paketų kūrimo pagrindai	202	4,0(1,0)	6,00	E
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAM03704</u>	Mokslo tiriamasis darbas3	000	3,0	4,50	TD
<u>FMMMM03712</u>	Mokslo tiriamasis darbas3	000	3,0	4,50	TD
<u>FMTMM03901</u>	Mokslo tiriamasis darbas3	000	3,0	4,50	TD
<b>4 semestras</b>		20 sav. (teorinis kursas) + 0 sav. (sesija) = 20 sav.			
Mod. kods ir aprašs	Pavadinimas	val./sav.	Kreditai	ECTS kreditai	Vertinimas
Pasirinkimas ( <i>Pasirinkti vieną</i> )					
<u>FMMAM04702</u>	Baigiamasis darbas	000	20,0	30,00	BD
<u>FMMMM04714</u>	Baigiamasis darbas	000	20,0	30,00	BD
<u>FMTMM04901</u>	Baigiamasis darbas	000	20,0	30,00	BD

## Latvijas universiteto magistrantūros studiju programma

### 1-sem. A (0)

DatZ5039 Mathematical Fundaments of Theoretical Computer Science (3)

### 1-sem. B (30)

Mate5021 Selecting Chapter of Applied Programs (3)

Mate5027 Analysis of Risk (6)
<b>C50034,C50036 A</b>
Mate5333 Elements of Set Theory (3)
Mate6008 The evolution of the concept of proof in mathematics (3)
<b>C50034,C50036 B</b>
Mate5019 Practice in contest mathematics (6)
Mate5005 Fractal geometry (3)
Mate5027 Analysis of Risk (6)
Mate5028 Life insurance mathematics (6)
Mate5040 Asymptotic statistics (6)
Mate5234 Combinatorial Algorithms (6)
Mate5236 Linear System Theory and Regression Analysis (6)
Mate5247 Modern Elementary Geometry (6)
Mate5254 Applied Analysis (Non-linear) (4,5)
Mate6009 Practical studies of mathematical modelling III (7,5)
<b>2-sem. A (30)</b>
DatZ5039 Mathematical Fundamentals of Theoretical Computer Science (3)
Mate5333 Elements of Set Theory (3)
Mate5008 Supplementary Chapters of Probability and Statistics (3)
Mate5009 Selected Chapters of Discrete Mathematics and Algebra (6)
Mate5037 Introductory seminar on master thesis (6)
Mate5215 Selected Chapters of Function Theory and Functional Analysis (3)
Mate5216 Chosen chapters of ordinary and partial differential equations (3)
Mate6008 The evolution of the concept of proof in mathematics (3)
<b>2-sem. B (0)</b>
Mate5029 L-sets and L-valued structures (6)
Mate5001 Elementary Methods for Solving Extremum Problems (6)
Mate5020 Development Technologies of Electronic Teaching Aids (3)
Mate5024 Visual Basic as the Universal Tool in Creating Teaching-Controlling Programms (3)
Mate5031 Practical studies of mathematical modelling II (6)
Mate5244 Supplementary Chapters of Mathematical Statistics (6)
Mate5248 Nonlinear boundary value problems (3)
Mate5115 Probability theory and methods of mathematical statistics in application (3)
<b>C50034,C50036 B</b>
Mate5010 Measure and Integral (6)
Mate5015 Applied Regression Analysis (6)
Mate5017 Classical problems of elementary mathematics and their evolution (6)
Mate5020 Development Technologies of Electronic Teaching Aids (3)
Mate5030 Practical studies of mathematical modelling I (7,5)
Mate5038 Ordinary differential equations and modelling (6)
Mate5039 Nonparametric statistics (6)
Mate5220 Affine, Projective and Combinatorial Geometry (6)
Mate5240 Mathematical Modelling (3)
Mate5249 Solvability of Nonlinear Equations (3)
Mate5255 Applied Analysis (Optimisation) (4,5)
Mate5318 Stochastic Processes (6)
Mate5369 Elementary linear mathematical models (3)
Mate6003 Mathematical modeling and natural sciences (3)
Mate6007 Dynamical systems (6)
Mate6335 Science principles of the school course of mathematics (6)
<b>3-sem. B (30)</b>
Mate5016 Special seminar I: in algebra, the theory of algorithms and cryptography (3)
Mate5024 Visual Basic as the Universal Tool in Creating Teaching-Controlling Programms (3)

**C50034,C50036 A**

Mate5333 Elements of Set Theory (3)

Mate6008 The evolution of the concept of proof in mathematics (3)

**C50034,C50036 B**

Mate5019 Practice in contest mathematics (6)

Mate5005 Fractal geometry (3)

Mate5027 Analysis of Risk (6)

Mate5028 Life insurance mathematics (6)

Mate5040 Asymptotic statistics (6)

Mate5234 Combinatorial Algorithms (6)

Mate5236 Linear System Theory and Regression Analysis (6)

Mate5247 Modern Elementary Geometry (6)

Mate5254 Applied Analysis (Non-linear) (4,5)

Mate6009 Practical studies of mathematical modelling III (7,5)

**4-sem. A (30)**

Mate6038 Master's Thesis in Mathematics (30)

## Tartu universiteto magistrantūros studijų programos

### Matematikos magistro studijų programos struktūra:

#### Pirmieji metai (60 ECTC kreditų).

##### *Pirmasis semestras*

Diferencialinės lygtys (privaloma) 6 ECTC kreditai.  
Optimalaus valdymo teorija (privaloma) 6 ECTC kreditai.  
Operacijų tyrimas (privaloma) 3 ECTC kreditai.  
Monte-Carlo metodai (privaloma) 6 ECTC kreditai.  
Matematinės fizikos lygtys 6 ECTC kreditai.  
Įvadas į finansų matematiką 4,5 ECTC kreditai.  
Įvadas į kompiuteriją 3 ECTC kreditai.  
Sistemų ir signalų pagringai I, 3 ECTC kreditai.  
Šiuolaikinė marketingo teorija 3 ECTC kreditai.

##### *Antrasis semestras*

Industrinės matematikos modeliai (privaloma) 7,5 ECTC kreditai.  
Skaitiniai metodai 4,5 ECTC kreditai.  
Skaitiniai diferencialinių lygčių sprendimo metodai 6 ECTC kreditai.  
Matematinė statistika I, 6 ECTC kreditai.  
Vaizdų apdorojimas 4,5 ECTC kreditai.  
Aplinkosaugos technologijos 3 ECTC kreditai.

#### Antrieji metai (60 ECTC kreditų).

##### *Pirmasis semestras.*

Taikomoji tiesinė algebra 6 ECTC kreditai.  
Lygiagretieji skaičiavimai 7,5 ECTC kreditai.  
Diferencialinė geometrija 6 ECTC kreditai.  
Grafų teorija 6 ECTC kreditai.  
Sistemų ir signalų pagringai II 3 ECTC kreditai.  
Elektrinių laukų skaitinis modeliavimas 3 ECTC kreditai.  
Atmosferos procesų skaitinis modeliavimas 3 ECTC kreditai.  
Šiuolaikinė kvantinė chemija 3 ECTC kreditai.

Nanotechnologijos 3 ECTC kreditai.

*Antrasis semestras.*

Navigacinių sistemų modeliavimas 4,5 ECTC kreditai.

Matematinė kartografija 3 ECTC kreditai.

Magistro baigiamasis darbas 30 ECTC kreditų.

### **Finansų ir draudimo matematika**

<b>Modulis I (18 ECTS)</b>	<b>ECTS</b>
Optimization Methods	6
Probability II	6
Time Series Analysis	6

<b>Modulis II (30 ECTS)</b>	<b>ECTS</b>
Computational Finance	6
Life Insurance Mathematics	5
Martingales	3
Models of Financial Mathematics	6
Non-Life Insurance Mathematics	4
Risk Theory	3
Simulation Methods in Financial Mathematics	3

<b>Modulis III (24 ECTS) baigusiems tikslųjų mokslų bakalauro studijas</b>	<b>ECTS</b>
<b>Būtinieji dalykai (15 ECTS)</b>	
Distributions in Financial Mathematics	3
Master Seminar	3
Mathematical Statistics II	6
Survival Models	3
<b>Pasirenkamieji ekonominiai dalykai (9 ECTS)</b>	
Corporate Finance I	3
Financial Accounting and Statement Analysis	3
Financial Management	5
Investments and Securities Analysis I	3
Macroeconomics I	3
Microeconomics	5

<b>Modulis III (24 ECTS) baigusiems ekonomikos bakalauro studijas</b>	<b>ECTS</b>
<b>Būtinieji dalykai (24 ECTS)</b>	
Data Analysis II	6
Mathematical Statistics I	6
Probability I	6
Stochastic Processes	6

<b>Pasirenkamieji dalykai (12 ECTS)</b>	
Application Software: R	2
Differential Equations	6
Equations of Mathematical Physics	6



Levy processes in finance	1
Linear Models	6
Multivariate Analysis	6
Numerical Methods for Differential and Integral Equations	6
Professional Practice I	6
Professional Practice II	6
Statistical Learning I	5
Structural Equation Models	3

### Matematinēs statistikas magistrantūros studiju programma

<b>Modulis 1.1 (24 ECTS)</b>	<b>ECTS</b>
Mathematical Statistics II	6
Optimization Methods	6
Probability II	6
Time Series Analysis	6

<b>Modulis 1.2 (24 ECTS)</b>	
Generalized Linear Models	6
Linear Models	6
Multivariate Analysis	6
Multivariate Statistics	6

<b>Pasirenkamieji dalykai (36 ECTS) (iškaitant specialybės praktiķā 6 ECTS)</b>	
Analysis of Longitudinal Data	3
Application Software: R	2
Bayesian Statistics with Markov Chains	6
Data Analysis Methods	3
Levy processes in finance	1
Martingales	3
Mixed Models	3
Professional Practice	6
Risk Theory	3
Statistical Consulting	3
Statistical Learning I	5
Statistical Models in Gene Technology	3
Structural Equation Models	3
Survey Sampling Theory II	3
Survival Analysis	3
Survival Models	3

### Talino tehnikos universiteto magistrantūros studiju programma

<b>Kurso pavadinimas (Bendrieji dalykai)</b>	<b>ECTS</b>
Philosophy	3
Foreign Language for Science and Research	3
Micro- and macroeconomics	4
Business Administration	4
Iš viso:	14

<b>Kurso pavadinimas (Baziniai dalykai)</b>	<b>ECTS</b>
Mathematical Modelling	4
Nonlinear Dynamics	3
Solid State Physics	6
Equations of Mathematical Physics	5
Elements of Functional Analysis	6
Iš viso:	24

<b>Kurso pavadinimas (Privalomieji specialieji dalykai)</b>	<b>ECTS</b>
Applied Methods of Linear Algebra	5
A Course in General Algebra	5
Special Seminar in Mathematics II	3
Special Seminar in Mathematics I	3
Nonlinear Differential Equations	3
Numerical Modelling	5
Practical Work	2
Iš viso:	26

<b>Kurso pavadinimas (Pasirenkamieji specialieji dalykai)</b>	<b>ECTS</b>
Mathematical Texts in TEX	3
Differential Geometry	5
Harmonic Analysis	3
Operations Research	6
Applied Statistics	5
Stochastic Modelling	4
Iš viso (ne mažiau 21):	26