



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**Monika Toleikytė**

**MATEMATIKOS MOKYMASIS NUOTOLINIŲ  
BŪDU AUKŠTOSIOSE MOKYKLOSE**

Baigiamasis magistro projektas

KAUNAS, 2016

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS**

**MATEMATIKOS MOKYMASIS NUOTOLINIŲ BŪDU  
AUKŠTOSIOSE MOKYKLOSE**

Baigiamasis magistro projektas  
Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos (kodas M4076L21)

**Vadovas**

(parašas) Prof. habil., dr. Aleksandras  
Targamadžė  
(data)

**Recenzentas**

(parašas) Doc. dr. Stasys Maciulevičius  
(data)

**Projektą atliko**

(parašas) Monika Toleikytė  
(data)

**KAUNAS, 2016**



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**INFORMATIKOS FAKULTETAS**

(Fakultetas)

**Monika Toleikytė**

(Studento vardas, pavardė)

**Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos, M4076L21**

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Matematikos mokymasis nuotoliniu būdu aukštosiose mokyklose“  
**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 16 m. Gegužės 18 d.  
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Monikos Toleikytės**, baigiamasis projektas tema „Matematikos mokymasis nuotoliniu būdu aukštosiose mokyklose“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesažiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

1.1.1. pav. Matematikos didaktikos struktūra.....	11
1.2.1. pav. Objektų klasifikavimas .....	15
1.2.2. pav. Objektų klasterizavimas.....	15
1.2.3. pav. Objektų regresija.....	16
1.3.3.1. pav. Pradinis Matlab langas.....	20
1.3.4.1. pav. Pagrindinis Mathcad langas .....	21
1.3.5.1. pav. Dragmath piktograma .....	22
1.3.5.2. pav. Dragmath pagrindinis langas .....	23
1.3.5.2. pav. Dragmath pagrindinis langas .....	23
1.3.6.1. pav. Wiris piktograma .....	24
1.3.6.2. pav. Wiris pagrindinis langas.....	24
1.3.7.1. pav. grafikas Rožė ( $a=5$ ) .....	25
1.3.7.2. pav. grafikas rožė ( $a=10$ ).....	26
1.3.8.1. pav. Tangento grafikas .....	28
1.4.1.1. pav. Mathcad ir Matlab palyginimas .....	28
1.4.2.1. pav. Wiri ir Dragmath palyginimas .....	28
2.1.1. pav. Apklauso rezultatai nr.1 .....	31
2.1.2. pav. Apklauso rezultatai nr.2.....	36
2.1.3. pav. Apklauso rezultatai nr.3.....	37
2.1.4. pav. Apklauso rezultatai nr.4.....	39
2.1.5. pav. Apklauso rezultatai nr.5.....	34
2.1.6. pav. Apklauso rezultatai nr.6.....	34
2.1.7. pav. Apklauso rezultatai nr.7.....	44
2.1.8. pav. Apklauso rezultatai nr.8.....	35
2.2.1.1. pav. Administratoriaus panaudos atvejo diagrama.....	38

2.2.1.2. pav. Dėstytojo panaudos atvejo diagrama .....	47
2.2.1.3. pav. Administratoriaus panaudos atvejo diagrama.....	39
2.3.1. pav. Suprojektuotos virtualios mokymosi sistemos struktūra .....	50
3.1.1. pav. „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso struktūra.....	49
3.2.1. pav. Programinės ir techninės įrangos schema.....	56
3.3.1. pav. „Wiris“ papildinio įdiegimo schema .....	56
3.3.2. pav. MVS kūrimo procesinė schema.....	56
3.3.3. pav. MVS įrankis patalpintas „Moodle“ aplinkoje .....	56
3.3.4. pav. MVS įrankis.....	56
3.3.5. pav. Vartotojo sąsajos kūrimo procesinė schema.....	56
3.3.6. pav. Matlab įrankis virtualioje mokymosi sistemoje.....	56

Toleikytė, Monika. Matematikos mokymasis nuotoliniu būdu aukštosiose mokyklose. *Magistro* baigiamasis projektas / vadovas prof. habil. dr. Aleksandras Targamadžė; Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Informatikos inžinerijos kryptis, Technologijų sritis.

Reikšminiai žodžiai: *virtualusis mokymasis, nuotolinis mokymasis, sistema, virtuali mokymosi aplinka, matematika, daugiamatė statistika, didaktika, informacinės technologijos.*

Kaunas, 2016. 65 p.

## **SANTRAUKA**

Informacinių technologijų kasdienis tobulėjimas išplėtė jų panaudojimo galimybes. Jų įvairovė ir pritaikymas mokymosi procese leidžia jas rinktis kaip papildomą mokymosi priemonę ar kaip pagrindinį įrankį, mokantis nuotoliniu būdu.

Mokantis matematikos, svarbu užtikrinti ne tik kokybišką teorinės medžiagos ir praktinių užduočių pateikimą. Pastebėta, kad šiuolaikiniam studentui aktualus mokymosi būdas, mokymosi medžiagos pasiekiamumas ir informacinių technologijų panaudojimas mokymosi procese. Visi išvardinti aspektai skatina studentų motyvaciją ir palengvina mokymąsi. Siekiant sukurti mokymosi sistemą, kuri atitiktų šiuolaikinio studento poreikius, į mokymosi procesą įtraukiami informacinių technologijų sprendimai, kurie mokymosi procesą perkelia į virtualią aplinką – mokymasis tampa efektyvesnis ir labiau prieinamas kiekvienam studentui.

Siekiant geresnės matematikos mokymosi kokybės virtualioje aplinkoje buvo keliami tikslai išanalizuoti matematikai skirtų informacinių technologijų pritaikymo virtualiam mokymuisi galimybes ir pagal atliktos analizės rezultatus suprojektuoti virtualią mokymosi sistemą realiam matematikos mokymuisi aukštosiose mokyklose.

Darbo metu atliktas virtualaus mokymosi poreikio ir galimybių aukštosiose mokyklose tyrimas. Remiantis tyrimo rezultatais buvo suprojektuota virtuali mokymosi sistema matematikos kurso „Daugiamatė statistinė analizė“ mokymuisi. Sistemos realizacijos metu buvo integruotos informacinių technologijų priemonės, palengvinančias matematikos mokymosi procesą ir praktinių užduočių atlikimą. Darbe apibendrinti suprojektuotos ir realizuotos sistemos funkciniai reikalavimai, pagrindiniai architektūros aspektai, bei sistemos panaudojimo rezultatai.

Toleikytė, Monika. *DISTANCE LEARNING OF MATHEMATICS IN HIGH SCHOOLS: Master's thesis in distance education / supervisor assoc. prof. Aleksandras Targamadžė. The Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.*

Research area and field: sciences of informatics engineering

Key words: *virtual learning, distance learning, system, virtual learning environment, mathematics, didactics, information technology.*

Kaunas, 2016. 65 p.

## **SUMMARY**

Constant advancement of Information technology expanded its application field. Interactiveness and versatility of IT enables it to become additional or even primary tool in remote studies.

When studying mathematics, it is essential to ensure not only the quality of theoretical study material but presentation of practical tasks as well. It is observed that for modern student, study material availability and IT application in studies is increasingly relevant. All these aspects motivates student and makes entire study process easier. In order to create a learning system that would meet the needs of a modern student, information technology solutions were added to the learning process that moves the learning course to virtual environment thus making learning more efficient and accessible to every student.

In order to improve study quality, goals were set to analyze tools for teaching mathematics in virtual environment, and based on results of this analysis a virtual learning system was designed to be applied in higher education.

In this thesis analysis for remote learning necessity and possibilities was carried out. Based on the results of analysis virtual learning system "Multivariate statistical analysis" was designed. In system realization various technologies for improving course interactiveness and accessibility were implemented. This thesis summarizes the designed and implemented system functional requirements, main architectural elements as well as system use cases.

## IŽANGA

Mokymosi įstaigos, norinčios prisitaikyti prie studentų poreikių ir matydamos interaktyvių sprendimų tendencijas, į studijų programą įtraukia virtualius mokymosi įrankius, padedančius vystyti virtualųjį mokymąsi. Priklausomai nuo pasirinkto įrankio, tai gali būti įprastinis mokymosi procesas arba papildoma įprastinio mokymosi priemonė.

Įrankiai, skirti virtualiajam mokymuisi, naudojami daugumoje mokymosi sričių, tačiau matematikoje susiduriama su daugiau problemų – formulių rašymu, grafikų braižymu ir jų pateikimu virtualioje mokymosi terpėje. Tikslingai parinktos informacinių technologijų priemonės užtikrinta kokybišką virtualųjį matematikos mokymąsi. Atsakingai parinkti mokymosi įrankiai studentui padeda mokytis, o dėstytojui – atlikti darbus.

Kiekviena matematikos sritis reikalauja skirtingų ar net individualių IT priemonių, todėl tikslinga nustatyti kriterijus, pagal kuriuos bus parenkamos informacinių technologijų priemonės. Konkretaus kriterijų parinkimo modelio nėra, todėl dažnai vadovaujamės priemonių naujumu, prieinamumu ir jų naudojimosi patogumu. Nustatyta, kad studentai prioritetą teikia jiems jau naudotoms ar kitaip pažįstamoms priemonėms.

Matematikai skirtų priemonių pasirinkimo spektras yra labai platus – pradedant įvairiomis aplikacijomis ir baigiant sprendimais patalpintais virtualioje erdvėje. Nėra vieningos nuomonės, kuris įrankis yra patogesnis. Problemos sprendimo pradedama ieškoti, kai įrankį reikia panaudoti konkrečiu atveju ir jį reikia pritaikyti virtualiajam mokymuisi.

Kita problema – teisingai pateikti matematinius simbolius atsiskaitymų nuotoliniu būdu metu. Su šia problema susiduriama, kai atsiskaitymo metu reikia pateikti tekstą, uždavinio sprendimą arba sprendimo galutinį variantą sudarytą iš matematinių simbolių, kurių tik kompiuterio klaviatūros pagalba pateikti neįmanoma.

Dažnai virtualiose mokymosi terpėse būna integruoti matematinių simbolių rašymo įrankiai, bet praktika rodo, kad jų galimybės dažniausiai yra nepakankamos – reikia ieškoti kito sprendimo. Vieningos nuomonės formulių rašymo įrankio pasirinkimui nėra. Parenkant formulių rašymo įrankį reikia atsižvelgti į jo patogumą, integracijos galimybes su pasirinkta virtualia mokymosi terpe.

Įvertinant anksčiau paminėtus aspektus, šiame darbe sprendžiamos matematikos mokymosi aukštosiose mokyklose, konkrečiai – kurso „Daugiamatė statistinė analizė“, kokybiško mokymosi nuotoliniu būdu problemos:



1. Dalyko projektavimo metu – kaip tikslingai parinkti IT priemones mokymosi procesui;
2. Dalyko teikimo metu – kaip padidinti virtualaus mokymosi kurso veiksmingumą, palengvinti studento savarankišką mokymąsi ir dėstytojo darbą.

Darbo objektas – matematikos mokymasis aukštojoje mokykloje.

Darbo tikslas – išanalizuoti galimybes ir suprojektuoti virtualaus mokymosi sistemą studijų modulyje „Daugiamatė statistinė analizė“ teikimui nuotoliniu būdu bei atlikti jos tinkamumo analizę.

Darbo uždaviniai:

1. Apžvelgti matematikos mokymosi nuotoliniu būdu galimybes ir ypatybes.
2. Išanalizuoti nuotolinio matematikos mokymosi galimybes panaudojant IT priemones.
3. Išanalizuoti IT priemones ir parinkti tinkamiausias arba sukurti naujus įrankius kurso „Daugiamatė statistinė analizė“ laboratorinių darbų atlikimui.
4. Suprojektuoti kurso „Daugiamatė statistinė analizė“ virtualią mokymosi sistemą integruojant pasirinktas IT priemones, palengvinančias konkretaus uždavinio sprendimą.
5. Atlikti sukurtos sistemos tinkamumo įvertinimą.

Praktinę darbo vertę sudaro tai, kad kursas „Daugiamatė statistinė analizė“ yra vedamas Kauno Technologijos Universitete, Matematikos ir gamtos mokslų fakultete ir bus teikiamas nuotoliniu būdu, panaudojant sukurtą sistemą.

Darbo struktūra: darbas susideda iš santraukų lietuvių ir anglų kalbomis, turinio, lentelių sąrašo, įžangos, trijų dalių, išvadų ir literatūros sąrašo. Pirmoje „Virtualiojo matematikos mokymosi galimybės ir ypatybės“ dalyje pateikiama struktūrizuota teorinė medžiaga apie matematikos mokymąsi ir informacinių technologijų panaudojimo galimybes mokymosi procese. Antroje – „Virtualiosios mokymosi sistemos projektavimas“ dalyje pateikti atliktos apklausos rezultatai ir aprašytas sistemos projektavimo procesas. Trečioje „Virtualiosios sistemos realizavimo tyrimas“ dalyje aprašomas sistemos realizavimas ir sukurtos sistemos tinkamumo įvertinimas.

## 1. VIRTUALAUS MATEMATIKOS MOKYMO SI GALIMYBĖS IR YPATYBĖS

Pasak Šiaučiukėnienės ir kitų [1], „Ugdymo turinys – integruota žinių, įgūdžių, gebėjimų ir vertybių nuostatų sistema, būtina LR švietimo įstatyme apibrėžtiems ugdymo tikslams įgyvendinti. Šiuolaikinės didaktikos šalininkai į mokymo turinį žvelgia iš kitų pozicijų – siekia jo lankstumo ir sisteminio atnaujinimo. Pasak nehumanistų, mokymo turinys – tai mokinį stimuliuojanti mokymo emocinė aplinka, suteikianti galimybę plėtoti mokinio pažintinės veiklos iniciatyvą, ugdyti jo savireguliaciją ir atsakomybės jausmą. Mokymo programos yra atviros, todėl mokinys ir mokytojas gali pasirinkti vieną ar kitą mokinio interesus atitinkantį dalyką. Humanistai teigia, kad mokymo turinį mokiniai suvokia remdamiesi savo tikslais, interesais bei poreikiais. Konstruktyvistų nuomone, programa, kuria perteikiamas mokymo turinys, nebelaikoma svarbią informaciją perduodančiu dokumentu, bet, priešingai, rinkiniu tam tikrų mokymosi įvykių ir veiklų, per kurias mokiniai ir mokytojai kartu svarsto turinį“.

Inovatyvus kiekvieno mokomojo dalyko tyrinys sudaromas siekiant įgyvendinti bendruosius ir specialiuosius to dalyko mokymosi tikslus ir uždavinius, vadinasi, mokymosi turinio formavimas priklauso nuo socialinių, politinių, kultūrinių visuomenės tikslų bei mokinių poreikių ir galimybių. Laikotarpio reikalavimus atspindintis mokymosi turinys turi atitikti keliamus ugdymo tikslus, būti mokslinis ir šiuolaikiškas, praktiškai pritaikomas. Sudarant dabartinį mokymosi turinį taip pat remiamasi mokymosi savarankiškumo, prieinamumo bei dalykinės integracijos principais. [4]

Šiuolaikinis mokymosi turinys yra sudarytas, taip, kad studentai mokydami matematikos įgytų tam tikrų žinių ir įgūdžių, kurie padėtų jiems ugdytis mąstymo, analizavimo gebėjimu sprendžiant įvairius uždavinius.

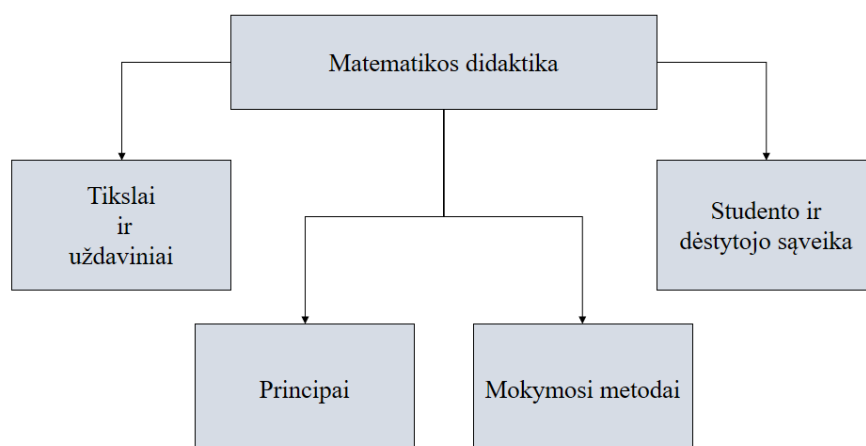
Matematikos veiklos sritys:

- matematikos metodai, jų programinė įranga;
- matematinių modelių sudarymo, tyrimo ir analizės rezultatų interpretavimo uždaviniai;
- matematinio metodo parinkimas ir jo taikymas realių duomenų analizei;
- stochastinės teorijos ir jos taikymo galimybės technologijos, ekonomikos, medicinos ir socialiniuose moksluose;
- tinkamų matematikos metodų taikymas ir pažinimas sprendžiant kitų mokslų problemas, šių metodų tobulinimas;

- įvairių sistemų matematinių modelių sudarymas ir programinės įrangos matematiniams modeliams tirti kūrimas;
- modeliavimo rezultatų palyginimas, optimalumo ir adekvatumo problemų sprendimas, teoriškas ir praktiškas savo sprendimų pagrindimas. [1]

## 1.1. Matematikos didaktika

Sėkmingą studijų procesą sudaro aiški proceso esmė ir struktūra. Išskelti uždaviniai ir tikslingas jų siekimas studentui ir dėstytojui teikia realią naudą mokymosi metu. Šiandieninė matematikos didaktikos struktūros („1.1.1.pav“) samprata gerokai praplėsta ir apima mokymosi tikslus, uždavinius ir principus, mokymosi turinį, metodus bei studento ir dėstytojo sąveikas. [4]



1.1.1. pav. Matematikos didaktikos struktūra

Mokymasis vyksta visą gyvenimą išsikeliant prasmingus tikslus, ieškant naujų žinių ir praktiškai jas panaudojant. Tai bandymų ir klydimų procesas, įtraukiantis studentus į mokymąsi. Sėkmingo mokymosi pagrindas yra sudominti, parodyti mokymosi vertę. Kai mokymasis pradeda teikti džiaugsmą, tik tada atsiranda paslaptina varomoji jėga, susidomėjimas dalyku, atsiranda entuziazmas mokytis. Veiklos sėkmė atsispindi studento jausmuose, kurie turi įtakos mokymuisi. [2]

Matematikos mokymusi siekiama ne tik įgyti teorinių žinių – duomenų susisteminimo, grafikų braižymo pagrindų. Studentas turi išsivystyti analitinį ir kritinį mąstymą, gebėti valdyti

didelius informacijos srautus, pritaikyti ir valdyti įvairius programinius įrankius, siūlyti duomenimis grįstus sprendimus viešajam ir privačiam sektoriui.[2]

### **1.1.1. Matematikos mokymosi principai**

Didaktikos principais vadinami svarbiausi reikalavimai, keliami mokymosi turiniui, metodams ir organizavimui. Vieni didaktikos specialistai nurodo daugiau, kiti mažiau principų. Taip yra dėl to, kad mokymo procesas – tai labiau sudėtinga mokytojo ir mokinių bendra veikla. Iš daugelio reikalavimų, keliamų tai veiklai, atrenkami svarbiausi ir bendriausi. Jie sudaro savotišką didaktikos aksiomų sistemą, kuri nuolat keičiasi, nes plėtojantis pedagogikos ir metodikos mokslams, atsiranda naujų reikalavimų, o kai kurie ankstesni principai netenka prasmės. Šiuo metu matematikoje siūloma taikyti šiuos didaktikos principus:

- Mokymo moksliskumo ir prieinamumo principas. Šio principo reikalavimas – mokymosi medžiaga turi būti nuolat atnaujinama ir pateikiama naujausia informacija.
- Mokymo sistemingumo, aktyvumo ir savarankiškumo principas. Jis reikalauja, kad mokymosi medžiaga būtų pateikiama susisteminta, pritaikyta nuosekliam mokymuisi, kuris užtikrintų, kad studentas, mokydamasis savarankiškai nepalikėtų spragų.
- Mokymo vaizdumo principas. Šio principo tikslas, užtikrinti abstraktaus ir realaus stebėjimo derinimą.
- Žinių, mokėjimo ir įgūdžių tvirtinimo principas. Šio principo reikalavimas – ilgalaikis žinių įsisavinimas ir mokėjimas jas pritaikymas atsiradus poreikiui.
- Mokymo individualizavimo principas. Šis principas reikalauja atsižvelgti į besimokančiųjų asmenybes, kurios yra skirtingos – skirtingas lavinimosi tempas.
- Teorijos ir praktikos bendrumo arba kontekstualumo principas. Šiuo principu siekiama turimas teorines žinias panaudoti praktikoje – buityje, profesinėje veikloje.
- Ugdomojo mokymosi principas. Šio principo tikslas lavinti besimokančiuosius mąstyti ir plėtoti dorovinį bendravimą su aplinka.
- Refleksyvaus mokymosi principas. Šis principas reikalauja planuojant ir organizuojant ugdymo procesą gebėti kaupti įvairią informaciją apie mokinius ir jų mokymąsi: poreikius, pasiekimus, turimus išteklius ir kt., ir ja remtis siekiant geresnių mokymosi rezultatų.

- Kūrybiškumo ugdymo principas. Šio principo pagrindinis tikslas – užtikrinti prigimtinių žmogaus poreikių patenkinimą – kūrybinę savirealizaciją.

Apibendrinant galima teigti, kad matematikos didaktiniai principai teoriškai yra pagrindiniai mokymosi proceso reikalavimai. [3]

### **1.1.2. Matematikos mokymosi būdai**

Mokymosi metodai – tai mokymosi stiliai, nusakantys mokytojo ir mokinių bendro darbo pobūdį ir jų sąveikos savitumą. Visi mokymosi metodai ir bendrieji mokymosi tikslai turi būti suderinti tarpusavyje. Bendrųjų mokymosi tikslų siekimas dėstytojui suteikia visišką laisvę tinkamų metodų pasirinkimui, kelių metodų kombinacijų sudarymui ar autentiško darbo stiliaus kūrimui. Tai daroma atsižvelgiant į realius faktorius: studentų poreikius, galimybes ir turimą patirtį, paties dėstytojo gebėjimus ir savybes, kintančias mokymosi tendencijas.

Matematikos mokymosi procese dažniausiai taikomi klasikiniai, dalyko specifiką atitinkantys mokymosi metodai:

- žodinis – aiškinimai, pasakojimai, pokalbiai, paskaitos, dialogai (klausimai – atsakymai);
- praktinis – uždavinių sprendimai, savarankiški ir laboratoriniai darbai;
- kūrybinis – euristiniai pokalbiai, probleminių dėstymų ir pokalbių, uždavinių sprendimai, eksperimentai, darbas su literatūra;
- šiuolaikinis aktyvus mokymasis – bendradarbiavimas, projektų rengimas, matematinis modeliavimas, darbas su kompiuteriu. [3]

Daugiamatės statistinės analizės mokymosi procesą sudaro visi klasikiniai matematikos mokymosi metodai. Šio darbo rezultatas papildys paskutinįjį – šiuolaikinio aktyvaus mokymosi metodą, įtraukdamas mokymąsi nuotoliniu būdu. Taip studentas bus išlaisvintas iš nusistovėjusių vietos ir laiko standartų.

Galima teigti, kad kokią mokomąją medžiagą ir kokius metodus renkasi dėstytojas, lemia dėstytojo vertybės, jos turi įtakos mokymo stiliui susiformuoti, santykių su studentais kryptingumui – visa tai veikia studento vertybių sistemos susidarymą. Matematikos dėstytojo ir jo studentų asmenybės, jų tarpusavio santykiai bei mokymosi turinys ir metodai – mokymosi proceso veiksniai, lemiantys matematikos mokymosi proceso humanizavimo galimybes.

### **1.1.3. Dėstytojo ir studento sąveika**

Dėstytojo ir studento sąveika – tai abipusis jų bendradarbiavimas, kuriuo veikiama į vienas kito sąmonę ar elgesį. Sąveika yra glaudus bendradarbiavimo padarinys, formuojantis tam tikrus tarpusavio santykius.

Tarp dviejų asmenybių esančią sąveiką sudaro tarpusavio priklausomybė, skatinanti sąveika, individuali atsakomybė, socialiniai gebėjimai ir grupiniai procesai. Remiantis šiandieniniu dėstytojo ir studento bendradarbiavimu, galima išskirti kai kurias socialines problemas, kurios trukdo teigiamai tarpusavio sąveikai – užimtumas, nuovargis, nesusikalbėjimas, nemokėjimas vienas kito vertinti kaip asmenybę. Atsižvelgę į šias problemas ir kiekvienas pažvelgęs į save kritiškai padidins mokymosi efektyvumą. Tik teigiamos abiejų pusių žmogiškosios savybės skatins siekti geresnių mokymosi rezultatų.

Paskaitos pradėjimas paprasčiausiu dėstytojo pasisveikinimu – jau pirmas žingsnis į geresnę sąveiką su studentais. Tinkamas mokymosi medžiagos ir užduočių pateikimas norą mokytis paverčia perspektyviu tikslu. Sudarytos galimybės studento saviraiškai – viena iš būtiniausių mokymosi priemonių, tai padeda studentui susidėlioti ir siekti savo tikslų, pasitelkiant savo kūrybinius sugebėjimus. [4]

### **1.2. Daugiamatės statistinės analizės paskirtis, terminologija, tipai**

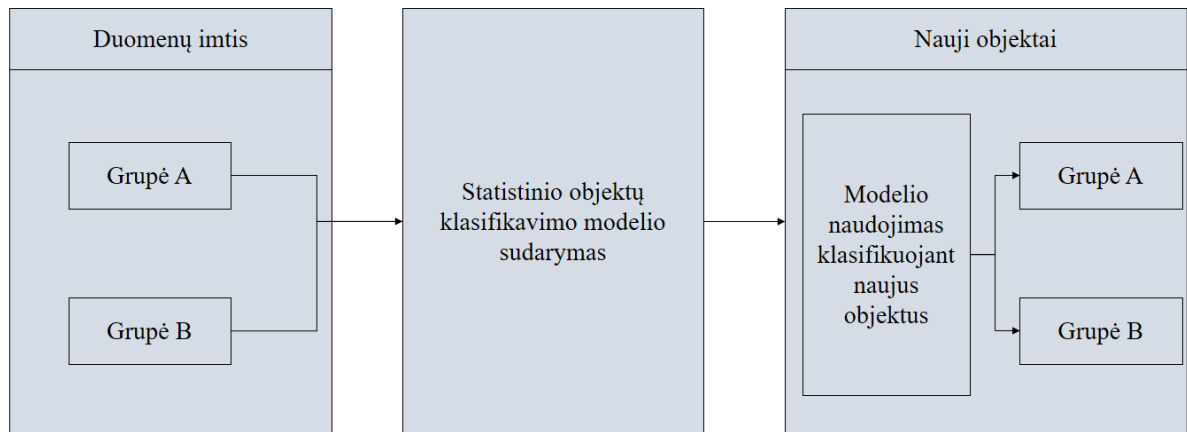
Bendru atveju statistika – tikslusis mokslas, kuriame efektyviai analizuojami duomenys iš gautų bandymų ir eksperimentų. Tai sudaro ne tik duomenų rinkimas, jų analizė ir interpretavimas, bet ir rezultatų prognozavimas iš apklausų ir eksperimentų rezultatų. [5]

Statistikos plotmė gali būti vienmatė ir daugiamatė:

- vienmatė statistika – statistinių metodų vienmačiams reiškiniams nagrinėti visuma, t.y. vienintelę savybę apibūdinančių reiškinių nagrinėjimas;
- daugiamatė statistika – statistinių metodų daugiamačiams reiškiniams nagrinėti visuma, t.y. daugybę įvairių savybių apibūdinami reiškiniai. Daugiafaktorė analizė (analysis multifactorial) – tyrimo metodas, kuriuo nagrinėjama daugiau negu du faktoriai tuo pačiu metu. [6]

Daugiamatės statistinės analizės metodai dažniausiai pasitelkiami analizuojant ekonominius reiškinius ar sprendžiant įmonių veikloje iškylančias problemas. Tipai pagal panaudojimą:

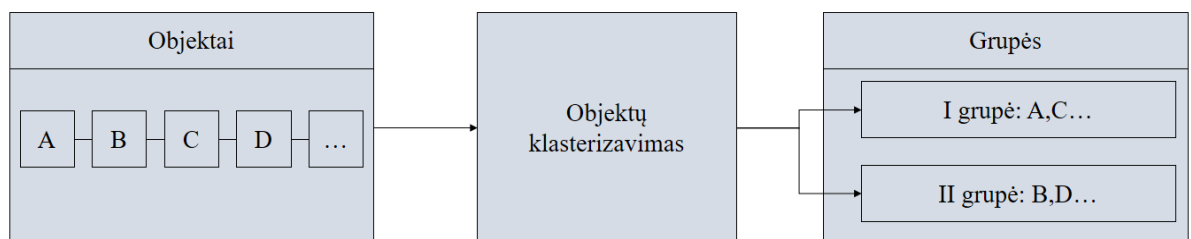
1. Klasifikavimas. Klasifikavimo uždaviniai – vieni svarbiausių ir dažniausiai naudojami daugiamatės statistikos taikymo srityse. Sukūrus statistinį objektų klasifikavimo modelį pavaizduotą „1.3.1.pav“ pagal pateiktą duomenų imtį, modelis gali būti naudojamas nuolat nustatant naujų objektų priklausomybę atitinkamoms objektų grupėms.



1.2.1. pav. Objektų klasifikavimas

Klasifikavimo modelis taikomas norint įvertinti įmonių turtą ar finansinius įsipareigojimus, įmonių klasifikavimui pagal mokumą, įmonių ar fizinių asmenų įsipareigojimų nevykdymo ar bankroto prognozavimui. Bankuose ir vertybinių popierių biržose šis modelis taikomas rizikos vertinimui.

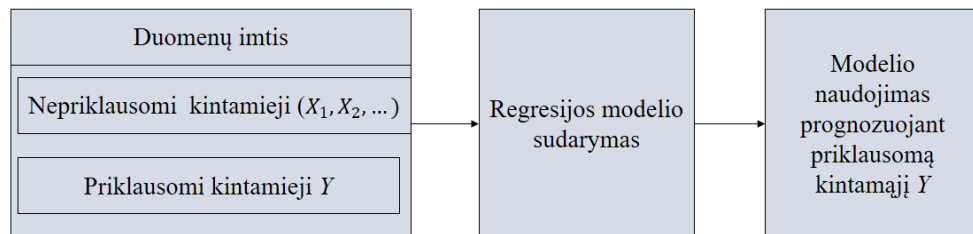
2. Klasterizavimas. Klasterinės analizės metu objektai grupuojami iš anksto nežinant grupių skaičiaus ir jų pobūdžio. Klasterizavimo tipinis modelis pateiktas „1.3.2.pav“. [4]



1.2.2. pav. Objektų klasterizavimas

Sprendžiant klasterizavimo uždavinius dažniausiai nėra pateikta duomenų imtis ir objektų grupių ribos. Klasterizavimo uždavinių sprendimo algoritmas: tarpusavyje panašūs objektai sugrupuojami į klasterius pagal palygintus objektus. Šis duomenų analizavimo tipas plačiai taikomas valstybių, vartotojų grupavimui pagal ekonominius ar kitus rodiklius.

3. Regresija. Regresinė statistinė analizė skirta rodiklių svyravimų modeliavimui ir pokyčių prognozavimui. Pavyzdžiui, turimos požymio  $Y$  vertės  $y_1, y_2, \dots, y_n$  laiko momentais  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Reikia nustatyti požymio  $Y$  vertę  $y_{n+1}$  laiko momentu  $t_{n+1}$  atsižvelgiant į nepriklausomų kintamųjų rinkinį  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Sprendimų rezultatai dažniausiai naudojami verslo srityje – produkto paklausos pokyčių atitinkamu laikotarpiu ir finansinių rodiklių prognozavimui, investicijų valdymui. Tipiškas regresinės analizės modelis („1.3.3.pav“) – vertybinių popierių kainos prognozavimas. [4][22]



1.2.3. pav. Objektų regresija

### 1.3. Virtualaus mokymosi priemonės ir jų taikymo galimybės matematikos mokymesi

Seniausios ugdymo technologijos yra kreida ir lenta. Tačiau dar senesnių laikų istorijoje galima rasti šiuolaikinių technologijų užuomazgų, kurios būtų galimai naudojamos mokymosi tikslais – telefonas, radijas, televizija. Gaila, bet mokymosi įstaigos nesugebėjo į mokymosi procesą integruoti šių technologinių priemonių, nesugebėjo prisitaikyti ir pasikeisti. Šios technologijos sparčiai tobulėja ir yra naudojamos kiekvieno žmogaus gyvenime, gauna daug naujų žinių, bet ne tų, kurios numatytos studijų programose. [8]

Pastaraisiais metais švietimo įstaigos pradėjo suprasti technologijų naudą ir sparčiai pradėjo jas integruoti į mokymosi procesus. Aktyvius veiksmus rodo Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro parengtas planas 2014 – 2016 metų laikotarpiui, informacinių ir



komunikacinių technologijų diegimo į bendrąjį ugdymą ir profesinį mokymą (Žin., 2014, Nr. V-436). [9]

Minėtas dokumentas nustato technologijų integraciją mokymosi srityse, kam skirta priemonė, koks jos tikslas. Dokumente esančios gairės skirtos visai švietimo bendruomenei, pradedant programų autoriais ir baigiant švietimo politikais. Šiandieninės švietimo sistemos tikslas pereina nuo bendrinių technologijų panaudojimo mokymesi prie individualizuotų technologinių sprendimų atskiroms mokslo sritims, išskiriant ir didelį dėmesį skiriant individualizuotam informacinių technologijų mokymuisi.

Informacinių technologijų integravimas į mokslo procesą remiasi keliais tikslais: orientuojantis į mokinį veiksmingiau įgyvendinti mokymosi uždavinius ir pagal visuomenės bei nuolatinio mokymosi poreikius plėsti mokinio informacinę komunikacinę kompetenciją. [10]

### **1.3.1. Informacinių technologijų panaudojimo galimybės matematikoje**

Informacinės technologijos – terminas paprastai naudojamas kaip kompiuterių ar kompiuterinių tinklų sinonimas, tačiau jis apima ir kitas informacijos platinimo technologijas, tokias kaip telefonas ir televizija. Šiuolaikinės informacinės technologijos leidžia efektyviai apdoroti, saugoti ir perduoti informaciją. Tai užtikrina labai spartų jų plitimą į visas mokslo, gamybos ir privataus gyvenimo sritis. [11]

Renkantis informacines technologijas svarbu atkreipti dėmesį kokioje mokslo srityje ir kam bus naudojamos priemonės. Bendrinėje matematikoje reikalingos priemonės formulių rašymui, jų išvedimui įvairių grafikų braižymui. Pavyzdžiui pats statistinės analizės pavadinimas „daugiamatė“ pasako, kad jai neužtenka paprastų grafikų braižymui pritaikytų technologinių priemonių. Daugiamatės grafiko braižymui, analizavimui ar sąlygos pateikimui naudojamos didelio sudėtingumo formulės, kuriose naudojami išskirtiniai matematiniai simboliai. Šiai matematikos sričiai reikalingos tokios priemonės, kurios galėtų nubrėžti daugiamatį grafiką įvedant jo parametrus ir automatiškai keisti grafiko vietą, keičiant parametrus. [24]

Darbo metu buvo tiriamos technologinės priemonės atitinkančios anksčiau minėtus reikalavimus ir jų integravimo galimybes į virtualią mokymosi aplinką Moodle. Tyrimui pasirinktos priemonės:

- grafikų analizavimo įrankiai: Matlab, MathCad;
- matematinių formulių redaktoriai: DragMath, Wiris;

- formulių išvedimo ir analizavimo įrankiai: Desmos; Terra IT produktas.

### **1.3.2. Virtuali mokymosi aplinka**

Virtuali mokymosi aplinka (VMA) – tai informacinėmis ir komunikacinėmis technologijomis pagrįsta informacinė mokymosi sistema, naudojama studijų procese. Sistema realizuota kompiuterinėmis priemonėmis, kurioje pateikiama mokymosi medžiaga, organizuojamas mokymosi procesas bei atliekamas jo valdymas. Tokiai aplinkai realizuoti naudojamos sistemos, apimančios įvairias elektroninio mokymosi paslaugas (prisijungimo valdymą, mokymosi medžiagos teikimą, bendravimo ir studentų grupių valdymą, žinių vertinimą ir kt.) ir vadinamos mokymosi valdymo sistemomis. Virtualią mokymosi aplinką taip pat galima realizuoti kursų valdymo sistemomis, apimančiomis panašias elektroninio mokymosi paslaugas. Tiek vienas, tiek kitas sistemas įprasta vadinti tiesiog virtualiomis mokymosi aplinkomis, jei jose yra įrankių, atitinkančių šias, dažniausiai naudojamas, įrankių grupes:

- administravimo įrankiai;
- mokymosi medžiagos pateikimo priemonės;
- bendravimo įrankiai;
- kurso organizavimo įrankiai;
- studentų įtraukimo į veiklas įrankiai.[12] [13]

Moodle – viena populiariausių virtualių mokymosi aplinkų Lietuvoje. Ją naudoja didžioji šalies mokymosi įstaigų dalis. Sistema yra žiniatinklinė, atviro kodo, sukurta bendradarbiavimo, aktyvumo ir kritinio vertinimo sampratos pagrindu. Kadangi Moodle yra atviro kodo sistema, ji platinama nemokamai, taip sistemą galima pritaikyti savo poreikiams, nepažeidžiant naudojimo nuostatų, išsiversti į norimą kalbą ir naudoti be apribojimų. Sistema yra daugiakalbė – išversta į 50 kalbų. Vertimas į lietuvių kalbą dar nėra užbaigtas, darbas tęsiamas papildant naujų modulių vertimais. Sistema naudojama ne tik aukštosiose mokyklose, bet ir profesinio bei bendrojo lavinimo mokyklose. Lietuvos mokymosi įstaigose Moodle sistema naudojama jau keletą metų.

Pagrindinės Moodle sistemos ypatybės:

- tinka ir nuotoliniam mokymuisi, ir mokymuisi kompiuterių klasėje (nebūtinai informatikos dalykui);
- paprasta ir patogi vartotojo sąsaja;
- kursus galima rūšiuoti pagal skirtingas kategorijas, vykdyti jų paiešką;
- mokymosi kursų sąrašė pateikiami kursų aprašai;
- dauguma teksto rašymo sričių gali būti redaguojamos naudojant HTML redaktorių;
- vartotojų aktyvumo stebėjimas;
- kursų atsarginių kopijų kūrimas;
- nesudėtingas įdiegimas;
- gali būti papildoma naujais moduliais bet kuriuo metu;
- integruotos duomenų saugumą užtikrinančios priemonės.

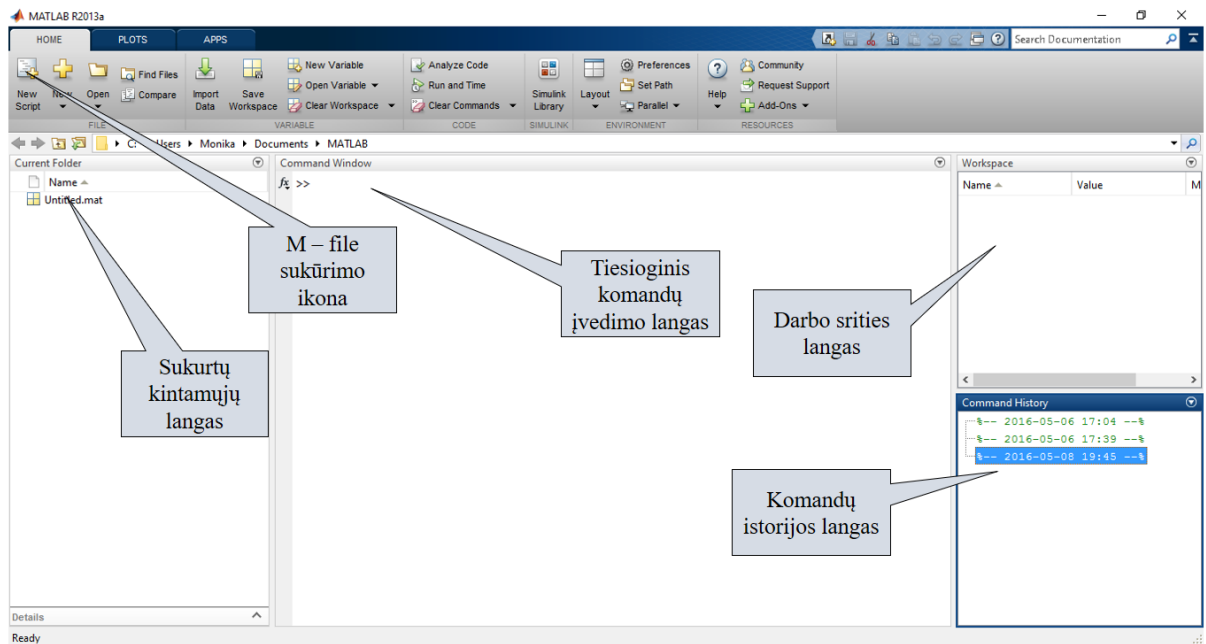
Moodle sistema suderinama su SCORM standartu, todėl galimos įvairios mokymosi medžiagos variacijos tarp įvairių mokymosi aplinkų, kurios taip pat palaiko šį standartą. [12]

### **1.3.3. Matlab**

Matlab (iš žodžių MATrix LABoratory) yra daugiaplatformė MathWorks programinė įranga, skirta įvairių mokslo šakų problemoms spręsti, ypač matematinėms. Kaip galima spręsti iš pavadinimo, turi puikias galimybes manipuliacijoms su matricomis – būtent toks buvo pirminis šios programos tikslas. Dabar tai didžiulis galingas paketas, turintis savitą lengvai perprantamą programavimo kalbą. [14]

Matlab terpėje galima dirbti dviem režimais:

- Tiesiogiai darbiname lange arba dar vadinamame kalkuliatoriuje. Komandos įvedamos atskirai. Padarius komandų įvedimo klaidą viską reikia kartoti nuo pradžių. Komandos vykdomos iš karto, o galutinis skaičiavimo rezultatas nepateikiamas iki tol, kol neaptinkama komanda be kabliataškio.
- M-files kūrimo režimu. M-files saugomos vartotojo sukurtos ir vidinės Matlab funkcijos. Skirtingai nuo darbinio lango M-files turi galimybę programą redaguoti, komentuoti, taisyti klaidas, daryti pakeitimus ir išsaugoti kietame diske. M-files vykdomi tik jį sukompilavus. Kadangi M-files nevykdoma iš karto, klaidos juose aptinkamos tik po kompiliavimo. [14]



1.3.3.1. pav. Pradinis Matlab langas

Kadangi dirbant tiesioginiame komandų įvedimo režime nėra galimybės programos teksto išsaugojimui ir redagavimui, dažniausiai naudojamas M-files redagavimo langas. Tiesioginis komandų įvedimo langas („1.4.3.1.pav.“) panaudojamas gauti informacijai apie funkcijas arba tiesioginiam ir greitam funkcijos išbandymui.

Matlab savybės:

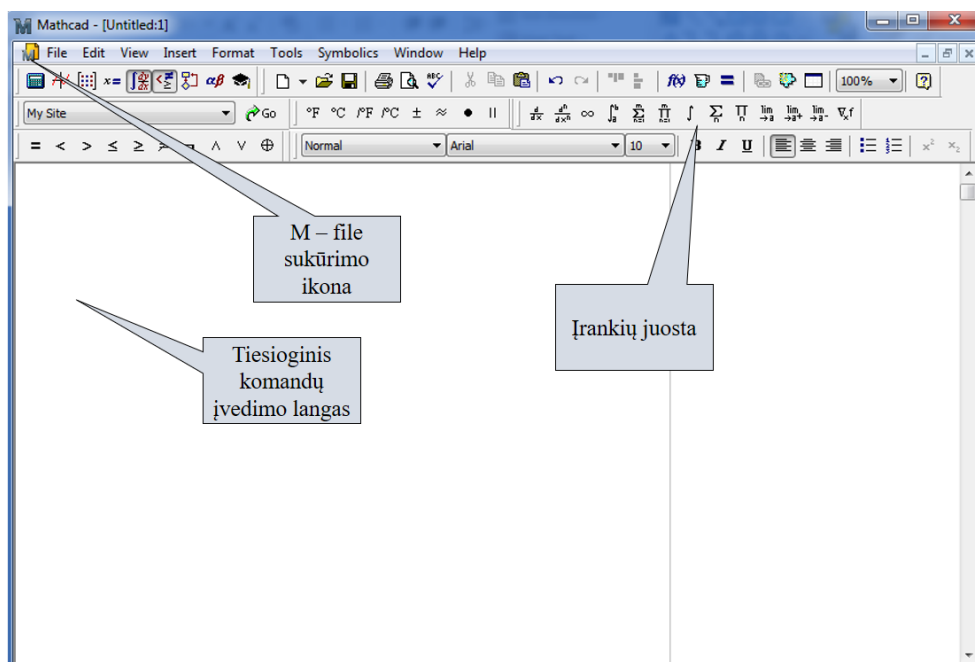
- standartinė programinė įranga inžinerijos skaičiavimuose;
- gausybė vidinių (built in) funkcijų ir bibliotekų;
- Toolboxes -pridedami programinės įrangos moduliai, skirti vaizdo ir signalo apdorojimui, modeliavimui, simboliniams skaičiavimams ir t. t.;
- turi savą programavimo kalbą;
- lengvai pritaikomas ir testuojamas (be sudėtingo programavimo);
- nepriklausomas nuo platformos;

Matlab programinis paketas pasižymi įrankių ir funkcijų gausa, įgudusiam vartotojui tai puiki priemonė tiek nuolatiniam, tiek pagalbiniam vartojimui. Šis programinis paketas yra sukurtas aplikacijos pagrindu, todėl norint naudotis sistema būtinas jos įdiegimas į serverį. Alternatyvus įrankio vartojimo būdas – prisijungimas per virtualią mašiną (angl. Remote). Matlab programinio paketo naudojimas yra mokamas. [14]

### 1.3.4. Mathcad

Mathcad – MathSoft programinis paketas, skirtas matematiniais skaičiavimams atlikti. Programinis paketas turi intuityvią vartotojui draugišką sąsają. Jo galimybės apima įvairias matematikos sritis: kombinatoriką, tikimybių teoriją, algebrą, geometriją, multifaktorinę statistiką ir t.t.

Mathcad veikia pagal principą WYSIWYG (angl. What You See Is What You Get – ką jūs matote, tą ir gaunate). Pakanka maksimaliai įprastu pavidalu, formulių redaktoriaus pagalba, įvesti matematinės formules ir iškart gaunami rezultatai pagrindiniame lange, pavaizduotame „1.4.4.1.pav“. Mathcad kūrėjai siekė programinį paketą padaryti paprastą naudojimui, kuriam nereikia programavimo įgūdžių, bet praktika rodo, kad sprendžiant sunkesnius uždavinius paprastam vartotojui tai gali būti neįveikiama užduotis.



1.3.4.1. pav. Pagrindinis Mathcad langas

Mathcad savybės:

- trigonometrinis, logaritminis, eksponentinis ir specialus finansinis programavimas;
- statistinės funkcijos, tikimybių skaičiavimas;
- teksto redaktorius;

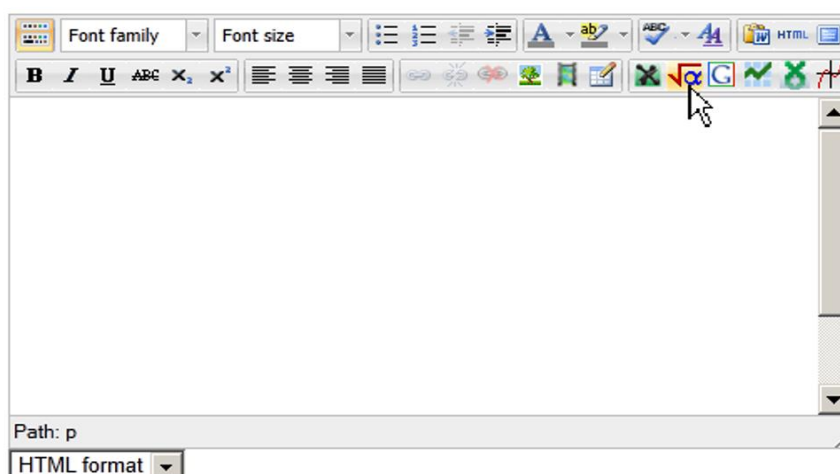
- talpina daug matematinių funkcijų;
- dvimačiai, trimačiai grafikai;
- programavimo galimybės įkeliant C++ modulius dll formate;
- OLE technologija, leidžia keisti objektus su kitomis programomis (pvz. Excel).[15]

Mathcad patogus vartotojui jei uždaviniai nėra didelio sudėtingumo. Programinis paketas sukurtas aplikacijos pavidalu, todėl nėra patogus vartotojui, paketas turi būti įrašomas į serverį. Programinis paketas nėra atviro kodo, todėl vartojimas yra mokamas.

### 1.3.5. DragMath

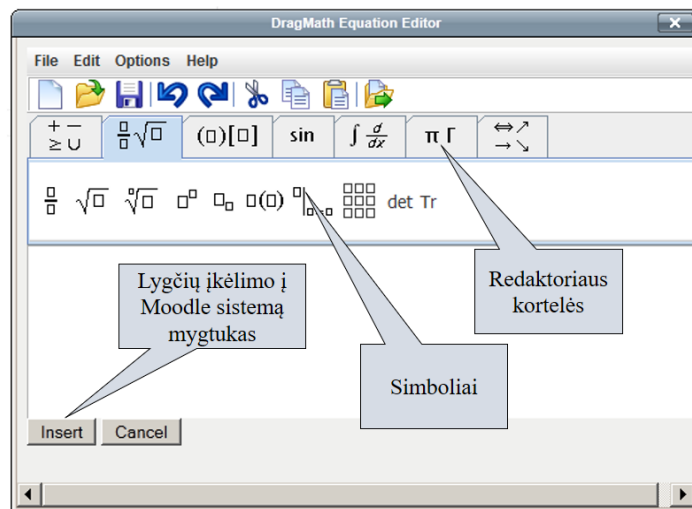
Dragmath – patogi formulų įvedimo ir tvarkymo aplinka. Šio įrankio pagalba formules galima eksportuoti į Latex, Maple, MathML, Maxima. Dragmath redaktorius integruojamas į virtualią mokymosi aplinką Moodle. [17]

Lange, kuris pavaizduotas „1.4.5.1.pav“, pasirenkama formulų rašymui skirta piktograma. Atsidariusiame pagrindiniame Dragmath redaktoriaus lange („1.4.5.2.pav.“) rašomos formulės. Šio redaktoriaus įrankių juosta suteikia galimybių pasirinkti atitinkamus teksto parametrus, žymėjimus.



1.3.5.1. pav. Dragmath piktograma

Senesnėje virtualioje mokymosi aplinkoje Moodle Dragmath redaktorius nebuvo integruotas. Jis buvo kaip papildoma priemonė, esant poreikiui lengvai integruojama į pasirinktą Moodle mokymosi kurso aplinką. Kaip ir visos informacinės sistemos, taip ir Moodle sistema tobulėja. Šiuo metu naudojant Moodle 2.x šis redaktorius jau yra pilnai integruotas visoje virtualioje mokymosi aplinkoje, norint naudoti įvairias matematinės išraiškas ar jas redaguoti, jokių papildomų veiksmų atlikti nebereikia. Pilnaverčiam Dragmath redaktoriaus vartojimui Moodle aplinkoje, vartotojas savo kompiuteryje turi būti įsidiegęs naujausią Java Runtime Environment versiją. [17]



1.3.5.2. pav. Dragmath pagrindinis langas

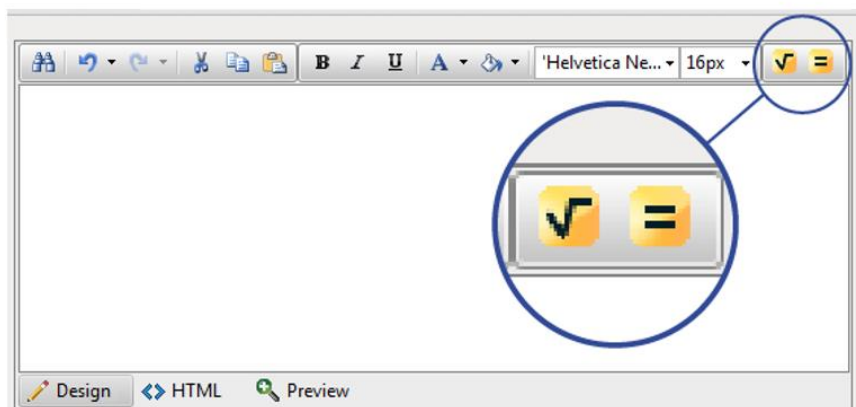
Dragmath redaktoriaus sukurtas failas (a.drgm failas) gali būti išsaugotas jūsų pasirinktoje vietoje. Norint redaguoti išsaugotą failą tai nesunkiai padarysite atsidarydami Dragmath redaktoriuje, tačiau kitų redaktorių ar sistemų aplinkoje jis yra bevertis.

Dragmath funkcionalumas:

- formulių, naudojant matematinius simbolius kūrimas ir redagavimas;
- autentiškas duomenų saugojimas a.frgm faile;
- lengvai integruojamas arba jau integruotas Moodle (priklausomai nuo Moodle versijos). [17]

### 1.3.6. Wiris

Wiris – formulių rašymo ir redagavimo įrankis, kurio sėkmę lėmė puikus balansas tarp įrankio galimybių ir jo lankstumo. Redaktorius sukurtas WYSIWYG principu, kuris leidžia rašyti ir redaguoti matematinės išraiškas virtualioje aplinkoje. Jis veikia su bet kokia naršykle, bet kuriame kompiuteryje – įskaitant planšetinius kompiuterius, kurie palaiko HTML4 ir JavaScript technologijas. [16]

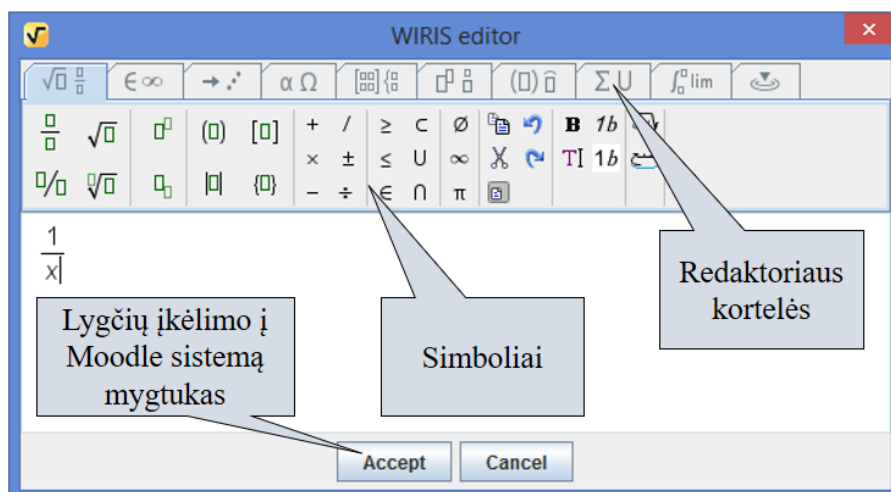


1.3.6.1. pav. Wiris piktograma

Kaip pavaizduota „1.4.6.1.pav“ paspaudus matematiniais simboliais pažymėtą piktogramą, atsidaro pagrindinis Wiris redaktoriaus langas „1.4.6.2.pav“.

Naujausios Wiris versijos galimybės prasiplėtė iki dvimačių ir trimačių grafikų braižymo (JavaSwing). Redaktorius lengvai integruojamas internetinės svetainės pavidalu sukurtame produkte.





1.3.6.2. pav. Wiris pagrindinis langas

Wiris funkcionalumas:

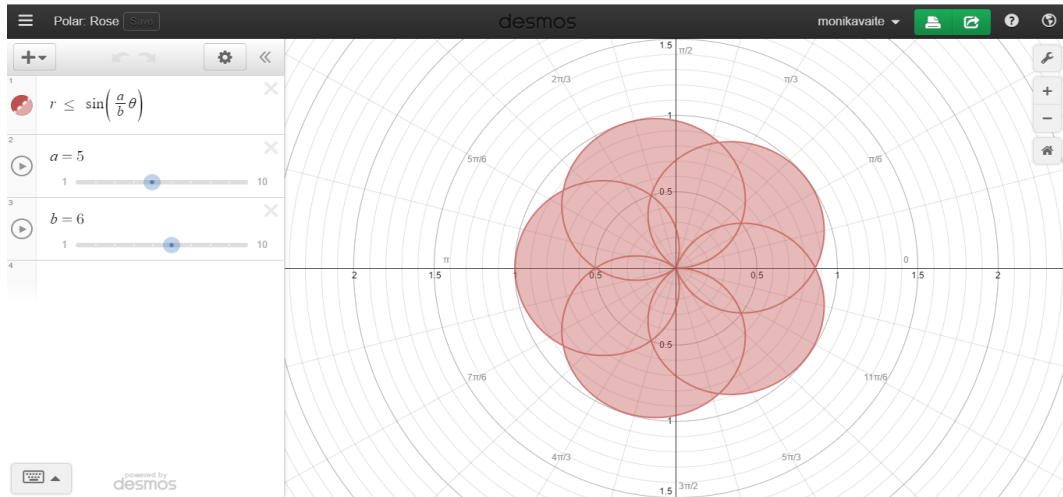
- įvairių mokslo sričių formulių rašymas ir redagavimas;
- dvimačių ir daugiamačių grafikų braižymo galimybė;
- duomenys saugojami tiesiai į sistemą, kurioje integruotas Wiris redaktorius;
- lengva integracija į virtualias mokymosi aplinkas. [17]

Wiris redaktorius paremtas JavaScript ir suderinamas su HTML5, todėl atnaujinant Moodle sistemą, nereikia atlikti jokių papildomų veiksmų redaktoriaus atžvilgiu.

### 1.3.7. Desmos

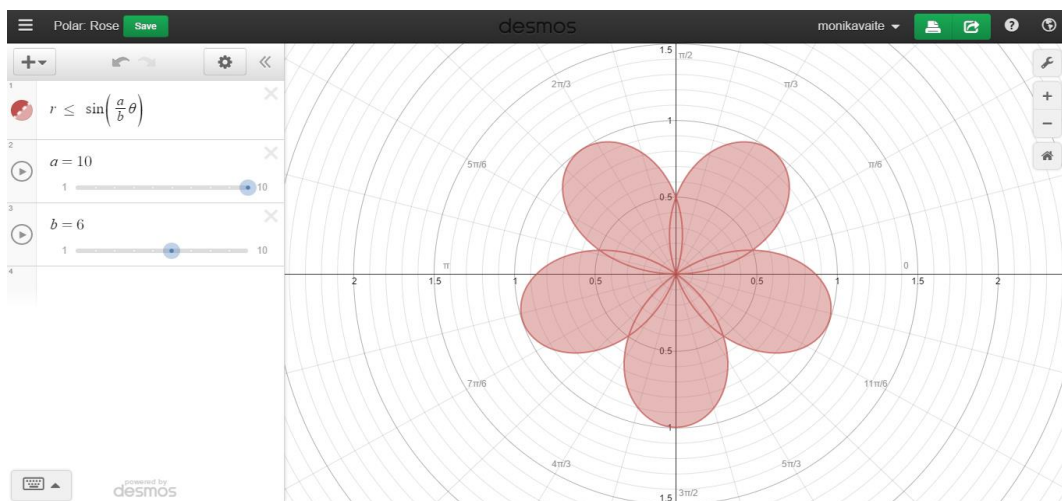
Desmos – internetinis matematikos mokymosi įrankis. Ši matematinė aplinka buvo sukurta studentams, norintiems praktiškai panaudoti ir tobulinti žinias. Skaitmeninis matematikos įrankis yra prieinamas visiems studentams, tam reikalingas tik internetas. Įvedus neribotą skaičių matematinių išraiškų, iš karto matomi rezultatai grafikos puslapyje. Spalvų ir funkcijų įvairovė, leidžia įjungti matematinius grafikus į sudėtingus ir realius brėžinius.

Apačioje pateikti paveikslėliai „1.4.7.1.pav“ ir „1.4.7.1.pav“ parodo kaip Desmos pagalba galima analizuoti formules ir jų atvaizduotus grafikus, keičiant parametrus.



1.3.7.1. pav. grafikas Rožė (a=5)

Desmos yra gerai suprojektuota ir lengvai naudojama. Šis internetinis matematikos įrankis yra patogus atliekant grafikų analizę – paslinkus grafiką gaunami nauji parametrai. Nubrėžtus grafikus, įvestas matematinės išraiškas galima išsaugoti pakartotinei peržiūrai.



1.3.7.2. pav. grafikas Rožė (a=10)

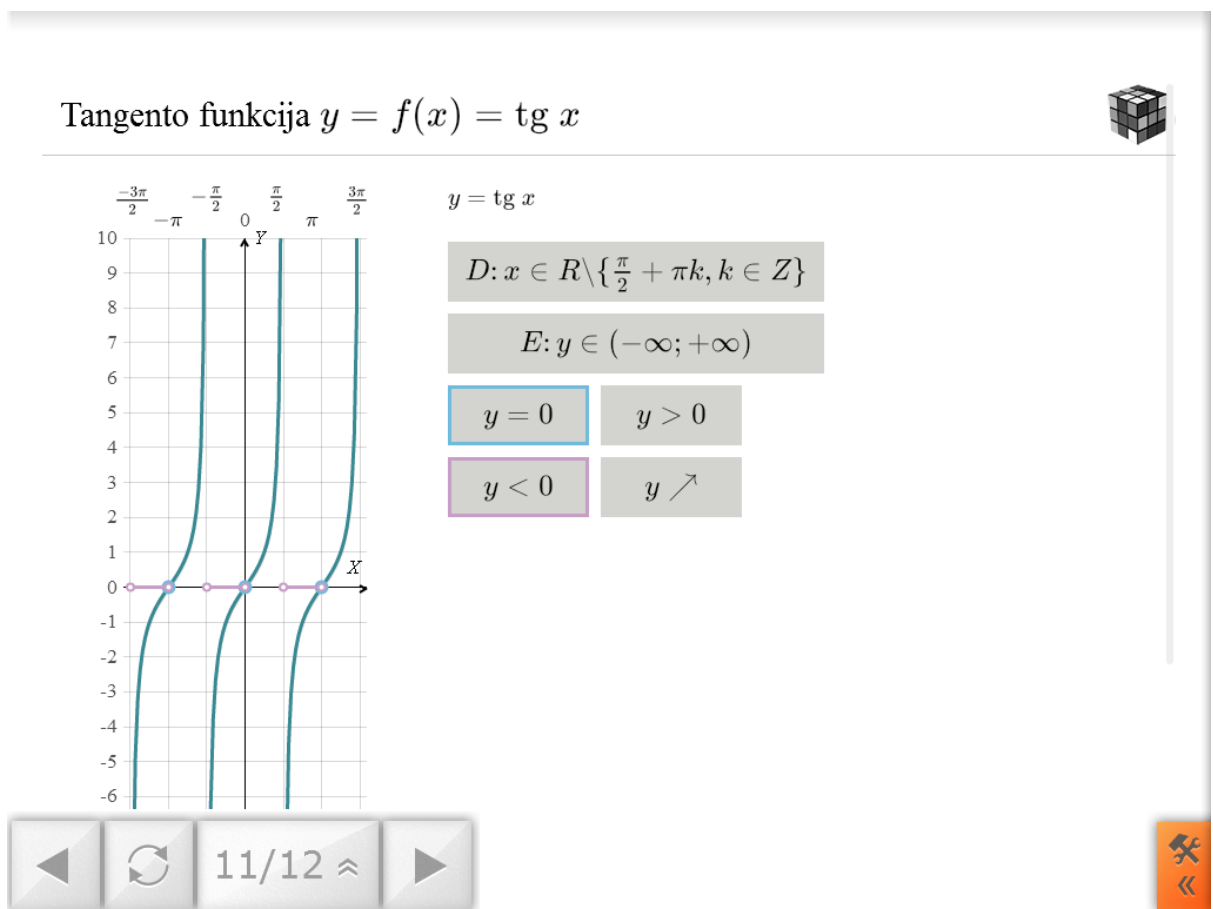
Matematinis įrankis Desmos turi daug reikalingų funkcijų įvairioms matematinėms užduotims atlikti, tačiau neturi atsitiktinių dydžių generavimo funkcijos Sukurta HTML5 yra visiškai nemokama vartotojui. [18]

### 1.3.8. UAB „Terra IT“ įrankis

UAB „Terra IT“ sukūrė bandomąjį matematikos dalykui pritaikytą įrankį. Jo pagalba apdorojami statistiniai duomenys, nagrinėjamos funkcijos, grafikai ir formulės.

Statistinių duomenų apdorojimo įrankyje įvedus skaitinius duomenis parodomas visos šioje temoje nagrinėjamos jų skaitinės charakteristikos. Tai leidžia naudotojui susikurti savo uždavinius ir praktiškai įvertinti kaip kinta skaitinės charakteristikos keičiant duomenų reikšmes.

Standartinių funkcijų ir jų grafikų įrankyje pateikiamos standartinės, bendrojo lavinimo mokyklos matematikos kurse nagrinėjamos funkcijos. Naudotojas turi galimybę keisti funkcijų parametrus ir stebėti funkcijos grafiko kitimą kaip pavaizduota „1.3.8.1.pav“. Vaizdžiai parodoma nagrinėjamų funkcijų: apibrėžimo ir reikšmių sritys, reikšmių didėjimo ir mažėjimo intervalai. [19]



1.3.8.1.pav. Tangento grafikas

Formulių įrankyje pateikiamos formulės, naudojamos matematikos egzaminų metu. Naudotojas turi galimybę įvesti žinomų į formulę įeinančių dydžių reikšmes, tada parodoma nežinomo dydžio reikšmė. Tai leidžia sprendžiant kai kuriuos uždavinius, pateiktus šioje SMP, apsieiti be popieriaus ar skaičiuotuvo.

## 1.4. Informacinių technologijų analizė

### 1.4.1. Mathcad ir Matlab palyginimas

Mathcad ir Matlab palyginimas pagal funkcinės galimybes pavaizduotas 1.4.1.1. pav.

	Mathcad	Matlab
Duomenų biblioteka	Yra	Yra
Vartotojo sąsaja	Sunki	Sunki
Kurti savo matematinis skaičiavimus	Sunkiai pritaikoma	Lengvai pritaikoma
Formulių rašymas	Matematinėmis išraiškomis	Programavimo kalba

1.4.1.1.pav. Mathcad ir Matlab palyginimas

Iš pateiktos lentelės matome, kad įrankį naudojant paprastiems niekuo neišsiskiriantiems matematiniam skaičiavimams patogiau būtų rinktis Mathcad įrankį. Jame nereikalingi dideli programavimo įgūdžiai, užtenka suprasti matematinės išraiškas ir simbolius. Matlab panaudojimo galimybės yra platesnės – jis pritaikytas individualių uždavinių sprendimui, tačiau renkantis šią priemonę reikėtų atkreipti dėmesį, kad reikalingos programavimo žinios.

### 1.4.2. Wiri ir Dragmath palyginimas

Wiris ir Dragmath redaktorių funkcionalumo palyginimas pateiktas 1.4.2.1. pav.

	Wiris	Dragmath
Integravimas į Moodle	Yra	Yra
Pilnas formulių rinkinys	Yra	Nėra

Vartotojo sąsaja	Patogi	Patogi
Grafikų braižymas	Yra	Yra

1.4.2.1.pav. Wiris ir Dragmath palyginimas

Įrankio pasirinkimui nebuvo keliama didelių reikalavimų. Pagrindiniai reikalavimai – galimybė integruoti į Moodle sistemą, pilnas matematinių išraiškų funkcionalumas. Pagal atliktą analizę bendram matematikos mokymuisi tinkami abu įrankiai, tačiau išskirtinių matematinių išraiškų rašymui tinkamesnis yra Wiris redaktorius.

#### 1.4.3. Formuliu tyrimo įrankių analizė

Buvo analizuoti Desmos ir UAB “Terra IT” produktas. Įrankių funkcionalumas pateiktas 1.4.3.1. pav.

	Desmos	UAB Terra IT produktas
Vartotojo sąsaja	Patogi	Patogi
Formulių įvedimas	Yra	Nėra
Pilnas formulių sąrašas	Yra	Nėra
Grafikų braižymas	Yra	Yra

1.4.3.1.pav. Desmos ir UAB Terra IT produkto palyginimas

Iš pateiktos analizės galima teigti, kad Desmos yra labiau išvystytas produktas. Jame yra galimybė įvesti reikiamą matematinę išraišką ir atlikti pilną jos tyrimą. UAB Terra IT produktas yra labiau pritaikytas matematikos mokymuisi vidurinėse mokyklose – jame pateiktas pilnas formulių paketas naudojamas vidurinės mokyklos matematikos kursui.

## 1.5. Išvados

1. Matematikos mokymasis turi savo specifiką, kurią nagrinėja speciali matematikos šaka – matematikos didaktika.

2. Matematikos didaktika ypatinga tuo, kad siekiama įgyti ne tik teorinių žinių, bet ir išmokti analitiškai ir kritiškai valdyti didelius informacijos srautus, panaudojant informacines technologijas.

3. Daugiamatė statistinė analizė išsiskiria iš kitų statistinės analizės tipų tuo, kad visais jos atvejais nagrinėjama daugiau nei du faktoriai.

4. Išnagrinėtos informacinės technologijos, kurios galėtų būti panaudotos šio kurso realizacijai, parodo, kad pasirinkimo spektras nėra labai platus. Naudojantis įrankiu turi būti leidžiama įvesti sudėtingas matematinės formules ir braižyti trimačius grafikus, juos analizuoti.

## 2. VIRTUALIOSIOS MOKYMOŠI SISTEMOS PROJEKTAVIMAS

AtsiŖvelgiant į atliktų tyrimų rezultatus reikia suprojektuoti „Daugiamatė statistinė analizė“, kodas P160M101 nuotolinio mokymosi kursą KTU naudojamoje Informatikos fakulteto virtualioje mokymosi aplinkoje Moodle.

Mokymosi kursas virtualioje mokymosi aplinkoje turi apimti teorinę medŖiagą, laboratorinius darbus, testus panaudojant informacinių technologijų sistemas. Atlikus tyrimus ir išsiaiškinius studentų bei dėstytojo poreikius, kurso projektavime panaudotos informacinių technologijų sistemos: Moodle, Wiris, Matlab, MVS, Desmos.

### 2.1. Virtualaus mokymosi poreikio ir galimybių tyrimas

Tyrimas atliktas Kauno Technologijos Universitete. Apklausą buvo skirta Matematikos ir gamtos mokslų fakulteto Taikomosios matematikos studijų programos antrosios pakopos studentams, pasirinkusiems studijų modulį „P160M101. Daugiamatė statistinė analizė“.

Apklausa vykdyta internetu, nuotoliniu būdu. Apklausoje dalyvavo 9 respondentai, nes tiek studentų pasirinko šį studijų modulį. Buvo sudaryta 10 klausimų anketa internete (prieiga internete: <http://apklausaitf/nuotolinio-mokymosi-poreikio-tyrimas-ktu-z6m95fy/answers/new.fullpage>).

Studentų apklausai parengtos anketos (1 priedas) tikslas:

- išsiaiškinti nuotolinio mokymosi poreikį „Daugiamatė statistinė analizė“ moduliui;
- išsiaiškinti kokia turėtų būti nuotolinės mokymosi aplinkos struktūra;
- pagal pateiktus atsakymus apsibrėŖti IT sistemų panaudojimą virtualioje mokymosi aplinkoje.

Į anketos klausimus atsakė visi studentai. Apklausoje rezultatai rodo, kad anketą pildė 4 moterys ir 5 vyrai, kurių amŖius svyravo tarp 22 ir 25 metų.

Buvo siekiama išsiaiškinti kokią studentai turi patirtį programavime, kurio moduliai buvo dėstomi ankstesnių studijų metu ir įvertinti jų galimybes patiems susiprojektuoti ir susikurti matematinę įrankį. Studentai atsakymą galėjo rinktis vieną iš trijų galimų variantų: daugiau už 6, mažiau už 6, „Neatsimenu“, atsakymai pateikti „2.1.1.pav.“.

### Bakalauro studijų metu „Objektinis programavimas“ modulio pažymių vidurkis

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
>6	2	22.2%
<6	7	77.8%
Neatsimenu	0	0.0%

2.1.1.pav. Apklauso rezultatai nr.1

Informacinių technologinių sistemų parinkimui buvo siekiama išsiaiškinti ar studentai yra pasiruošę išbandyti naujas ar rinkęsi jau jiems žinomas ir išbandytas sistemas. Galimi atsakymo variantai buvo trys: „Jums žinomas, anksčiau naudotas“, „Jums nežinomas, naujas“, „Įvairiai“. Atsakymų rezultatai pateikti „2.1.2.pav.“.

### Kokias IT sistemas dažniau renkatės?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
Jums žinomas, anksčiau naudotas	7	77.8%
Jums nežinomas, naujas	0	0.0%
Įvairiai	2	22.2%

2.1.2.pav. Apklauso rezultatai nr.2

Buvo bandoma išsiaiškinti, ar reikalingos papildomos informacinės technologinės priemonės pagrindiniam ar papildomam mokymuisi, kokiai mokymosi sričiai. Atsakymo galimi variantai buvo trys: „TAIP“ (parašyti kokios priemonės yra reikalingos), „NE“, atsakymų rezultatai pateikti „2.1.3.pav.“.



**Ar reikalingos papildomos IT priemonės nagrinėjant teorinę medžiagą, ruošiantis atsiskaitymams, atliekant laboratorinius darbus? Kokios ir kokiam tikslui?**

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
TAIP	2	22.2%
NE	1	11.1%
Neatsakė į klausimą	6	66.7%

Teorinėje medžiagoje pateiktų pavyzdžių patikrinimui

Laboratoriniams darbams

2.1.3.pav. Apklauso rezultatai nr.3

Viena aktualiausių apklauso temų nuotolinio mokymosi kurso struktūros sudaryme buvo paskaitų vaizdo medžiaga. Apklausoje siekta išsiaiškinti studentų poreikį paskaitų vaizdo įrašams. Studentai galėjo rinktis vieną iš trijų galimų atsakymų variantų: „TAIP“, „NE“, „Nežinau“. Atsakymų galimi ir rezultatai pateikti „2.1.4.pav.“.

**Ar reikalingi paskaitų vaizdo įrašai virtualioje mokymosi aplinkoje?**

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
TAIP	1	11.1%
NE	5	55.6%
Nežinau	3	33.3%

2.1.4.pav. Apklauso rezultatai nr.4

Apklauso metu buvo siekta išsiaiškinti studentų poreikį savikontrolei, ar jiems reikalingi testai, kurių metu jie galėtų pasitikrinti savo įgytas žinias, bet pažymys nebūtų fiksuojamas modulio vertinimo sistemoje. Studentui buvo pateikti trys atsakymo variantai: „TAIP“, „NE“, „Nežinau“. Rezultatai pateikti „2.1.5.pav“.

### Ar reikalingi savikontrolės testai virtualioje mokymosi aplinkoje?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
TAIP	3	33.3%
NE	4	44.4%
Nežinau	2	22.2%

2.1.5.pav. Apklauso rezultatai nr.5

Apklausoje dalyvavusių studentų poreikio aiškinimasis informacijos, susijusios su mokymosi dalyku, gavimas elektroniniu paštu. Studentai turėjo pasirinkti vieną iš dviejų pateiktų atsakymo variantų: „TAIP“ (įrašyti kokia informacija turėtų būti pateikiama) arba „NE“. Atsakiusių rezultatai pateikti „2.1.6.pav“.

### Ar norėtumėte gauti visą informaciją (paskaitų, atsiskaitymų laikus, įvertinimus, forumo naujienas...) susijusią su studijomis elektroniniu paštu? Kokią informaciją?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
TAIP	2	22.2%
NE	1	11.1%
Neatsakė į klausimą	6	66.7%

Paskaitų medžiaga

Visą išvardintą

2.1.6.pav. Apklauso rezultatai nr.6

Lentelėje atsispindi galimybė naudotis nuotolinio mokymosi priemonėmis, kai nedalyvaujama paskaitose ar atsiskaitymuose, dėl ligos, kurios metu studentas gali mokytis. Studentai galėjo rinktis vieną iš trijų galimų atsakymo variantų: „TAIP“, „NE“, „Neatsimenu“. Atsakymų rezultatai pateikti „2.1.7.pav“.

### Ar teko praleisti paskaitas, atsiskaitymus dėl ligos, kuri netrukdė mokytis namuose?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
TAIP	8	88.9%
NE	0	0.0%
Neatsimenu	1	11.1%

2.1.7.pav. Apklauso rezultatai nr.7

Apklauso metu buvo siekta išsiaiškinti studentų poreikį ir požiūrį į atsiskaitymus nuotoliniu būdu. Studentai turėjo galimybę rinktis vieną iš trijų atsakymo variantų: „Teigiamai“, „Neigiamai“, „Neturiu nuomonės“. Atsakymų rezultatai pateikti „2.1.8.pav“.

### Kaip vertinate atsiskaitymus nuotoliniu būdu?

Atsakymo variantai	Kiekis	Santykis
Teigiamai	8	88.9%
Neigiamai	0	0.0%
Neturiu nuomonės	1	11.1%

2.1.8.pav. Apklauso rezultatai nr.8

Remiantis anketinės apklauso rezultatais galima teigti, kad nuotolinis mokymasis yra aktualus, nes daugiau nei pusė atsakiusiųjų nedalyvavo paskaitose ar atsiskaitymuose sirgdami, bet galėjo mokytis namuose. Paskaitų vaizdo įrašų tema tarp studentų nėra aktuali – net 5 studentai teigia, kad vaizdo įrašų nereikėtų talpinti virtualioje mokymosi aplinkoje. Apklauso rezultatai rodo ir tai, kad studentai nėra užtikrinti, kad reikalingi savikontrolės testai. Matomas informacinių technologinių sistemų poreikis atliekant laboratorinius darbus ir gilintis į teorinę dalyko medžiagą. Apklausoje dalyvavę studentai nėra labai stiprūs objekcinio programavimo srityje dėl nepakankamų žinių ir praktinės patirties. Studentų atsakymai rodo, kad jie nėra linkę naudoti laiko naujų technologinių sprendimų įsisavinimui, o esant poreikiui naudoja jiems žinomas ir anksčiau naudotas priemones. Iš pateiktų atsakymų, galima teigti, kad studentai mato naudą į informaciją, siunčiamą elektroniniu paštu. Už atsiskaitymus nuotoliniu būdu balsavo daugiau nei pusė respondentų, todėl galima teigti, kad atsiskaitymai nuotoliniu būdu gali būti įtraukti į mokymosi metodą.

Remiantis apklauso rezultatais, nuotolinio mokymosi „Daugiamatė statistinė analizė“ modulio projektavimas turėtų atitikti šiuos kriterijus:

- informaciniai technologiniai sprendimai padedantys atlikti laboratorinius darbus ir įsigilinti į teorinę dalyko medžiagą;
- informaciniai technologiniai sprendimai turėtų būti parinkti iš studentams jau žinomų ir naudotų priemonių;
- informacijos apie atsiskaitymus ir teorinę medžiagą siuntimas elektroniniu paštu;
- galimybė atsiskaitymus atlikti nuotoliniu būdu.

Projektuojant „Daugiamatė statistinė analizė“ kursą virtualioje mokymosi aplinkoje buvo atsižvelgta į šios apklausos rezultatus.

## **2.2. Virtualios mokymosi sistemos projektavimas**

Virtuali mokymosi sistema suprojektuota Kauno Technologijos Universiteto, Matematikos ir gamtos mokslų fakulteto taikomosios matematikos studijų programos „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso teikimui.

Projektuojant virtualią mokymosi sistemą buvo siekiama užtikrinti kokybišką dalyko mokymąsi nuotoliniu būdu, įtraukiant pagalbines informacinių technologijų priemones.

Bendrojoje Kauno Technologijos Universiteto programoje, „Taikomosios matematikos“ magistro studijų „Daugiamatė statistinė analizė“ nurodomas toks tikslas: įgyti daugiamačių sistemų stochastinės analizės pagrindų bei žinių, įgalinančių kokybiškai taikyti metodus inžinerijoje, socialiniuose ir biomedicinos moksluose, finansuose. Šiam tikslui pasiekti, studentai turi mokėti atlikti tokias užduotis:

Žinios ir jų taikymas:

- įsisavinti rizikos ir sprendimų priėmimo teoriją ir jos taikymo galimybes;
- įsisavinti statistinius daugiamačių duomenų analizės metodus ir gebėti juos taikyti įvairiuose statistiniuose tyrimuose.

Gebėjimai atlikti tyrimus:

- gebėti parinkti ir taikyti tinkamus tyrimo metodus pagal turimus duomenis ar sąlygas;
- gebėti kritiškai analizuoti ir vertinti rezultatus, lyginti parametrų reikšmes, išrinkti optimaliausius sprendimus, daryti pagrįstas išvadas.
- Specialieji gebėjimai:
- gebėti teoriškai ir praktiškai pagrįsti savo sprendimus.

Socialiniai gebėjimai:

- gebėti aiškiai, argumentuotai pateikti apibendrintą informaciją specialistams ir kitiems asmenims, ją kritiškai vertinant.
- Asmeniniai gebėjimai:
- turi sisteminio ir kritinio mąstymo, kūrybiškumo ir problemų sprendimo, savikontrolės gebėjimus.

### **2.2.1. Virtualios sistemos „aktoriai“**

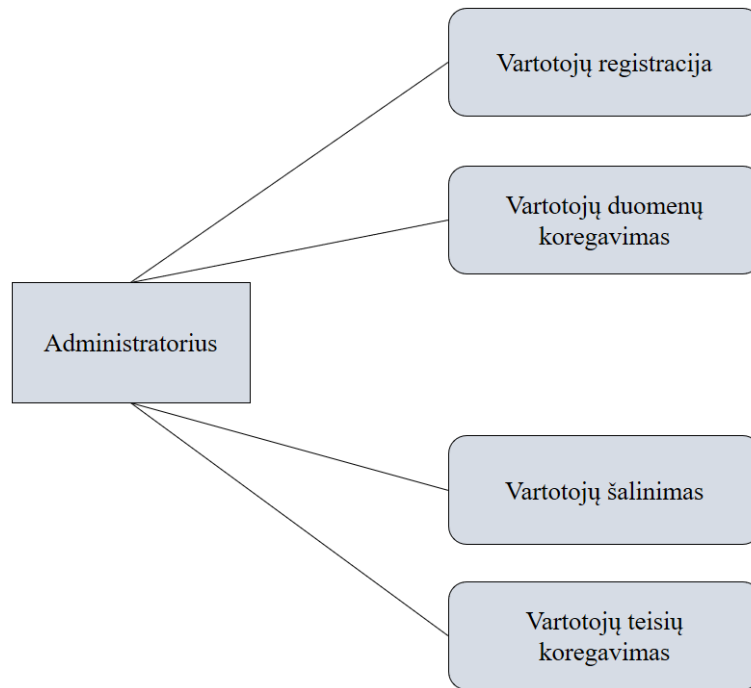
Virtualioje mokymosi sistemoje numatyti aktoriai:

- administratorius;
- dėstytojas;
- studentas;

Dėstytojus ir studentus apibendrintai vadinsime sistemos vartotojais arba tiesiog vartotojais.

Administratorius virtualioje mokymosi aplinkoje turi atlikti funkcijas susijusias su sistemos vartotojų valdymu – vartotojų registracija ir jų šalinimu iš sistemos, duomenų bei teisių koregavimu.

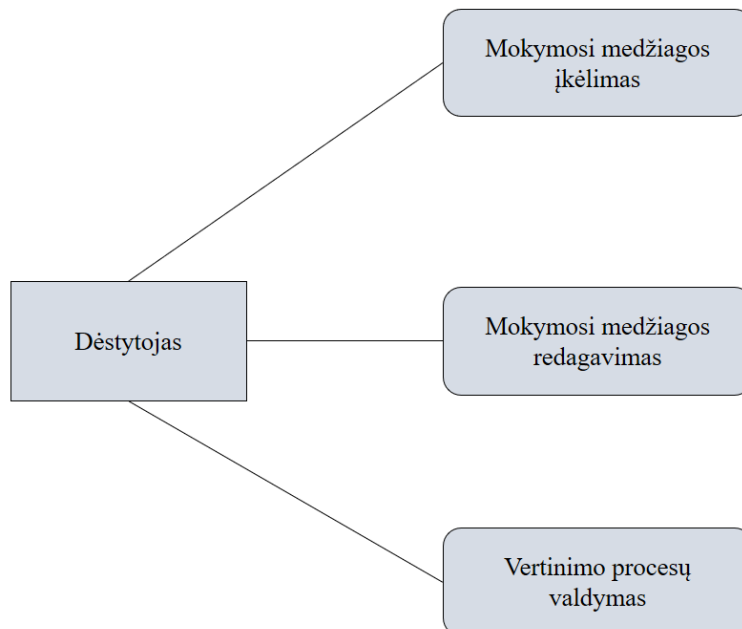
Administratoriaus veiklos funkcijų įgyvendinimas siejasi su sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta „2.2.1.1.pav“.



2.2.1.1. pav. Administratoriaus panaudos atvejo diagrama

Dėstytojo vaidmuo virtualioje mokymosi sistemoje siejasi su mokymosi procesu – korektišku mokymosi medžiagos pateikimu bei redagavimu, vartotojų atliktų užduočių vertinimu.

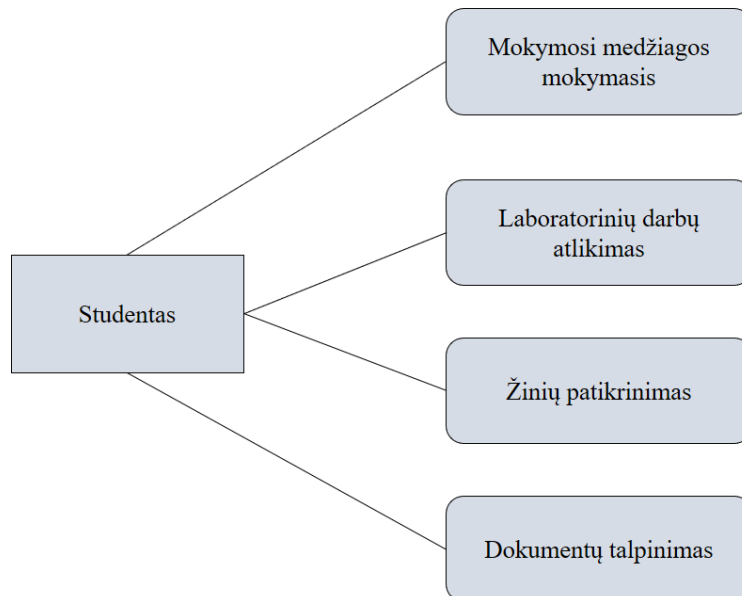
Dėstytojo veiklos funkcijų įgyvendinimas siejasi su sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta „2.2.1.2. pav“.



2.2.1.2 pav. Dėstytojo panaudos atvejo diagrama

Studentas virtualioje mokymosi sistemoje atlieka besimokančiojo vaidmenį, kuris apima mokymosi medžiagos naudojimą, žinių patikrinimą, užduočių atlikimą ir atliktų užduočių talpinimą.

Studento veiklos funkcijų įgyvendinimas siejasi su sistemos panaudojimo atvejų diagrama pateikta „2.2.1.3.pav“.



2.2.1.3.pav. Studento panaudos atvejo diagrama

Visų aktorių veiklos turi būti tarpusavyje suderintos. Virtualioje mokymosi sistemoje esantis tekstas privalo būti rašomas dalykišku stiliumi. Kiekvienas sistemos vartotojas privalo galėti saugoti asmeninius nustatymus.

### **2.2.2. Panaudojimo atvejų specifikacijos**

1. Specifikacija: vartotojų registracija.

Tikslas: užtikrinti korektišką virtualios mokymosi sistemos vartotojų registraciją.

Aktoriai: administratorius.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: iš akademinės informacinės sistemos gautas studijų moduliui priskirtų studentų sąrašas.

Sužadinimas: pasirinktas meniu punktas „naujo vartotojo registracija“.

Po sąlyga: suformuotas studentų sąrašas šiam kursui.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas Moodle sistemos priemonėmis. Registracijai įvedamas pavardės fragmentas, iš gauto studentų sąrašo pasirenkamas registruojamas studentas. Veiksmai kartojami, kol nebus suregistruoti visi studentai.

2. Specifikacija: vartotojų duomenų koregavimas.

Tikslas: užtikrinti korektiškus sistemoje esančius vartotojų duomenis.

Aktoriai: administratorius.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: iš akademinės informacinės sistemos gauta vartotojų informacija, kuri turi būti pakeista.

Sužadinimas: pasirinktas meniu punktas „redaguoti profilį“.

Po sąlyga: atnaujinta vartotojų informacija.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Informacijos redagavimui paeiliui kiekvienam sistemos vartotojui ištrinama sena informacija ir įvedama nauja. Kartojama kol bus užpildyti privalomi laukai ir baigsis vartotojų sąrašas.

3. Specifikacija: Vartotojų šalinimas.

Tikslas: užtikrinti korektišką vartotojų šalinimą.

Aktoriai: administratorius.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: iš akademinės informacinės sistemos gaunamas vartotojų sąrašas, kuriuos reikia pašalinti.

Sužadinimas: pasirinktas meniu punktas „pašalinti vartotoją“.

Po sąlyga: sutrumpėjęs vartotojų sąrašas.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas Moodle sistemos priemonėmis. Vartotojo šalinimui įvedamas pavardės fragmentas, iš gauto studentų sąrašo pasirenkamas šalinamas studentas. Veiksmai kartojama kol bus pašalinti visi reikiami studentai.

4. Specifikacija: vartotojų teisių koregavimas.

Tikslas: korektiškai priskirti teises vartotojams.

Aktoriai: administratorius.



Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: iš akademinės informacinės sistemos gaunamas vartotojų sąrašas su būtinomis teisėmis.

Sužadinimas: pasirenkamas meniu punktas „koreguoti teises“.

Po sąlyga: sistemos vartotojai gali naudotis suteiktomis teisėmis.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Teisių priskyrimui įvedamas pavardės fragmentas, iš gauto sistemos vartotojų sąrašo pasirenkamas vartotojas, kuriam priskiriamos teisės. Iš teisių sąrašo parenkamos teisės kurios turi būti suteiktos pasirinktam vartotojui. Kartojama, kol bus suteiktos visos reikiamos teisės pasirinktiems sistemos vartotojams.

5. Specifikacija: mokymosi medžiagos įkėlimas.

Tikslas: korektiškai pateikti mokymosi medžiagą.

Aktoriai: dėstytojas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: dėstytojas parengia mokymosi medžiagą, kurią reikia įkelti į sistemą.

Sužadinimas: pasirenkamas meniu punktas „Įtraukti išteklių“ ir „Įtraukti veiklą“.

Po sąlyga: suteikiama galimybė studentams naudotis nauja mokymosi medžiaga.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Pasirenkamas funkcija „Įtraukti išteklių“ arba „Įtraukti veiklą“, pasirinkus vieną ar kitą variantą gaunamas sąrašas iš kurio pasirenkamas reikalingas išteklius ar veikla. Kartojama kol bus patalpinta visa mokymosi medžiaga.

6. Specifikacija: mokymosi medžiagos redagavimas.

Tikslas: korektiškas mokymosi medžiagos redagavimas.

Aktoriai: dėstytojas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: parengiama atnaujinta mokymosi medžiaga.

Sužadinimas: pasirenkamas meniu punktas „redaguoti parametrus“.

Po sąlyga: atnaujinta mokymosi medžiaga.

Pagrindinis scenarijus: panaudos atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Pasirenkama norima redaguoti mokymosi medžiaga. Įkeliama nauja mokymosi medžiaga. Kartojama kol reikiama informacija bus pakeista.

7. Specifikacija: vertinimo procesų valdymas.

Tikslas: korektiškai atliktas žinių patikrinimas.

Aktoriai: dėstytojas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: parengiami vertinimo kriterijai.

Sužadinimas: pasirenkamas meniu punktas „įtraukti veiklą“.

Po sąlyga: suteikiama galimybė studentui atlikti žinių patikrinimą.

Pagrindinis scenarijus: panaudos atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Pasirenkama veikla „Testas“, įtraukiami klausimai, nustatomas laikas, kuriuo metu galima atlikti testą, parenkamas maketas, peržiūros parinktys, papildomų bandymų skaičius. Kartojama kol testas bus parengtas.

8. Specifikacija: mokymosi medžiagos mokymasis.

Tikslas: efektyvus žinių įsisavinimas.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: mokymosi medžiagos suradimas.

Sužadinimas: iš meniu pasirenkama norima mokytis mokymosi tema.

Po sąlyga: sistemoje pažymima jog tai panaudota dalis.

Pagrindinis scenarijus: panaudos atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Pasirenkama norima mokytis mokymosi medžiaga. Priklausomai nuo mokymosi medžiagos tipo, pvz. Interaktyvi knyga – vartomi puslapiai spaudžiant mygtuką „Kitas“ arba „Ankstesnis“, taip pat yra galimybė vaikščioti pagal turinį. Naudojantis „Medžiaga spausdinimui“ – puslapių vartymas atliekamas naudojant slinkties juostą. Kartojama kol bus pasiektas norimas rezultatas.

9. Specifikacija: atliktų darbų pateikimas.

Tikslas: korektiškas dokumentų pateikimas.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlyga: užduotis atlikta.

Sužadinimas: pasirenkamas meniu punktas „įkelti darbus“.

Po sąlyga: atliktas darbas patalpintas į sistemą.

Pagrindinis scenarijus: panaudos atvejis realizuojamas „Moodle“ sistemos priemonėmis. Priklausomai nuo norimo įkelti failų kiekio kuriamas aplankas arba įtraukiamas failas. Spaudžiamas mygtukas „Išsaugoti pakeitimus“. Kartojama kol dokumentas bus įkeltas.

### **2.2.3. Panaudos atvejis su MVS sistema**

1. Specifikacija: imties sklaidos analizė pagal Gauso skirstinių mišinio modelį.

Tikslas: palengvinti „Laboratorinis nr.1“ užduoties atlikimą.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: „MVS“ sistemoje suvedami reikalingi parametrai.

Sužadinimas: spaudžiamas mygtukas „Submit“.

Po sąlyga: atvaizduota taškų aibė pasiskirsčiusi pagal Gauso skirstinių mišinio modelį.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas „MVS“ sistemos priemonėmis. Imties sklaidos analizei atlikti įvedami reikalingi parametrai, gaunama taškų aibė. Procesas kartojamas kol bus atlikta pilna Gauso skirstinių mišinio analizė.

### **2.2.3. Panaudos atvejis su Matlab sistema**

1. Specifikacija: imties sklaidos analizė pagal Gauso skirstinių mišinio modelį.

Tikslas: palengvinti „Laboratorinis nr.1“ užduoties atlikimą.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: vartotojo sąsajoje su „Matlab“ sistema suvedami reikalingi parametrai.

Sužadinimas: spaudžiamas mygtukas „Generate“.

Po sąlyga: atvaizduota taškų aibė pasiskirsčiusi pagal Gauso skirstinių mišinio modelį.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas vartotojo sąsajos su „Matlab“ sistema priemonėmis. Imties sklaidos analizei atlikti įvedami reikalingi parametrai, atsisiunčiamas „file.m“ failas, atsidaromas „Matlab“ sistemos aplinkoje. Procesas kartojamas kol bus atlikta pilna Gauso skirstinių mišinio analizė.

2. Specifikacija: dvimačio pasiskirstymo tankio branduolio įvertinimo grafiko pokyčio analizė.

Tikslas: palengvinti „Laboratorinis nr.2“ užduoties atlikimą.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: vartotojo sąsajoje su „Matlab“ sistema suvedami reikalingi parametrai.

Sužadinimas: spaudžiamas mygtukas „Generate“.

Po sąlyga: nubraižyti du pasiskirstymo tankio branduolio įvertinimo grafikai.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas vartotojo sąsajos su „Matlab“ sistema priemonėmis. Dvimačio pasiskirstymo tankio branduolio įvertinimo grafiko pokyčio analizei atlikti įvedami reikalingi parametrai, atsisiunčiamas „file.m“ failas, atsidaromas „Matlab“ sistemos aplinkoje. Procesas kartojamas kol bus atlikta pilna dvimačio pasiskirstymo tankio branduolio įvertinimo grafiko pokyčio analizė.

#### **2.2.4. Panaudojimo atvejis su Desmos sistema**

1. Specifikacija: formulių tyrimas remiantis grafiniu atvaizdavimu.

Tikslas: efektyvesnis mokymosi medžiagos įsisavinimas.

Aktoriai: studentas.

Nefunkciniai reikalavimai: nėra.

Prieš – sąlygos: .

Sužadinimas: meniu juostoje pasirenkama „New Blank Graph“ funkcija.

Po sąlyga: nubraižytas grafikas.

Pagrindinis scenarijus: panaudojimo atvejis realizuojamas „Desmos“ sistemos priemonėmis. Formulių tyrimui pasirenkama formulės išraiška iš sąrašo arba įvedama norima matematinė išraiška, pasirenkami atitinkami parametrai, nubraižomas grafikas. Parametrų keitimo procesas kartojamas kol bus atlikta pilna matematinės išraiškos analizė.

### **2.3. Virtualios mokymosi sistemos struktūra**

Virtualios mokymosi sistemos struktūrą sudaro tikslingai parinkta mokymosi medžiaga ir informacinių technologijų priemonės, padedančios efektyviai mokytis ir atlikti laboratorinius darbus.

Mokymosi medžiagos talpinimui ir formulių rašymui „Moodle“ sistemoje buvo reikalingas redaktorius. Šiuo atveju buvo pasirinktas ir integruotas „Wiris“ redaktorius. Jo pagalba, „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso medžiaga pateikta korektiškai – formulės mokymosi medžiagoje pateikiamos pagal matematinius reikalavimus.

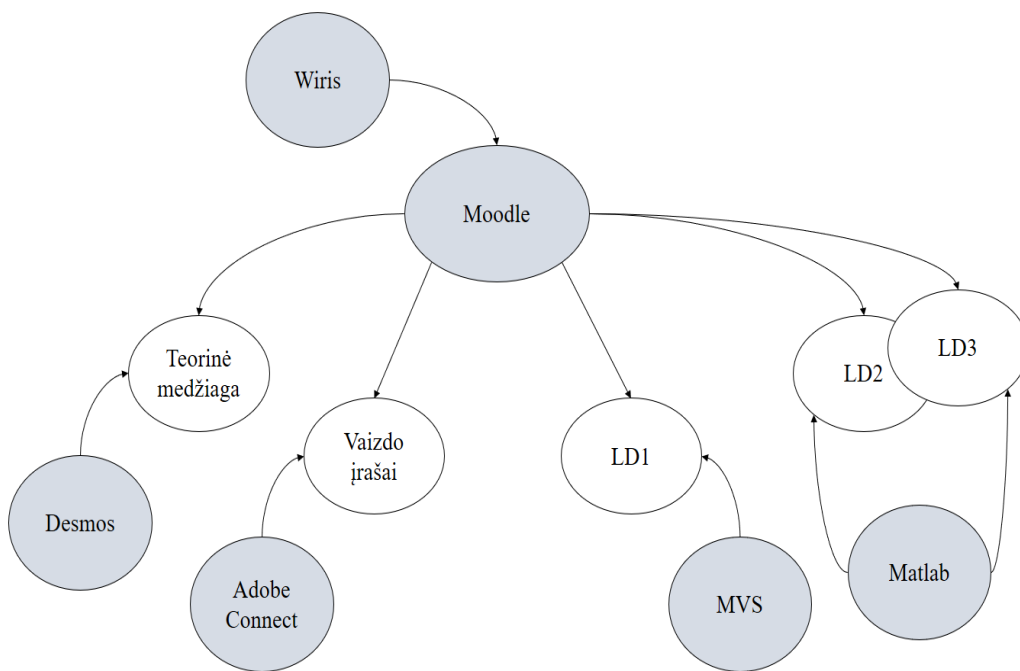
Mokymosi medžiagoje pateiktų formulių analizei parinktas „Desmos“ matematinis įrankis. Jo pagalba studentai gali lengvai atlikti įvairius formulių analitinius veiksmus, remiantis grafiniu jų atvaizdavimu.

Vaizdo medžiagos pateikimui virtualiojoje mokymosi sistemoje naudojamas „Adobe Connect“ įrankis. Jis pasirinktas dėl to, kad Kauno Technologijos Universitetas turi galimybę ir patirtį jį naudojant.

Atliekant matematinių įrankių analizę paaiškėjo, kad pirmajam laboratoriniui darbui galima suprogramuoti internetinį sprendimą. Jame studentui reikės tik įrašyti nurodytus parametrus ir laboratoriniame darbe nurodytos užduoties grafikas bus atvaizduotas. Šio sprendimo ypatybė yra ta, kad studentui nereikalingos kitos matematikai skirtos informacinės technologijos ir visa reikiama informacija matoma viename lange.

Remiantis atliktos matematinių priemonių panaudojimo galimybių analize konkreitiems uždaviniams spręsti buvo pasirinktas „Matlab“ matematinis įrankis, kuris buvo pritaikytas antram laboratoriniui darbui. Buvo priimtas sprendimas virtualioje mokymosi aplinkoje pateikti nuorodą kurioje studentas suveda reikiamus parametrus ir atsisiunčia failą (file.m), kuris atidaromas „Matlab“ aplinkoje. Šis procesas palengvina ir sutrumpina laboratorinio darbo atlikimo laiką ir pateikia reikiamus grafinius atvaizdavimus pagal pasirinktus parametrus.

Panaudotų įrankių virtualios mokymosi sistemos projektavimo metu struktūra pateikta „2.3.1.pav“.



2.3.1. pav. Suprojektuotos virtualios mokymosi sistemos struktūra

## 2.4. Išvados

1. Atliktos apklausos rezultatai parodė, kad virtualaus mokymosi procese ypač aktualus informacinių technologijų panaudojimas atliekant laboratorinius darbus ir mokymosi medžiagos pateikimas virtualioje mokymosi sistemoje.

2. Laboratorinių darbų atlikimui nėra vienos priemonės, todėl buvo suprojektuotas naujas įrankis „MVS“.

3. Kurso projektavimo metu paaiškėjo, kad formulių tyrimui tinkamiausias įrankis yra „Desmos“.

4. Apibendrinant vartotojų išsakytus poreikius, sukurtas sistemos panaudojimo atvejo modelis, apimantis tris aktorius ir devynis panaudos atvejus, paruošta PA specifikacija.

5. Korektiškam kurso projektavimui buvo panaudoti penki išoriniai įrankiai – „Wiris“, „Desmos“, „Adobe Connect“, „MVS“, „Matlab“.

### 3. VIRTUALIOSIOS MOKYMOŠI SISTEMOS REALIZACIJA

#### 3.1. „Daugiamatė statistinė analizė“ kursas

„Daugiamatė statistinė analizė“ dalyko kursas virtualiajam mokymuisi buvo patalpintas Kauno Technologijos Universiteto, Informatikos fakulteto virtualaus mokymosi „Moodle“ aplinkoje, adresu: <http://moodle.if.ktu.lt/course/view.php?id=281>.

Virtualioje „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso mokymosi aplinkoje mokymosi medžiagos ir priemonių struktūrą sudaro:

##### 1. Mokymosi medžiaga:

- „Daugiamatė statistinė analizė“ – interaktyvi knyga. Jos sudarymui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos išteklius „Knyga“ su atitinkamai parinktais išvaizdos, įprastais modulio ir prieigos parametrais. Interaktyvi knyga išskaidyta į 12 skyrių, pagal sistemingai išdėstytas temas;
- „Paskaitų vaizdo įrašai“ – suteikia galimybę nedalyvavus paskaitoje matyti dėstomą medžiagą. Vaizdo įrašų pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos išteklius „URL“, kurio turinį sudaro išorinis URL. Etiškos informacijos pateikimui buvo parinkti išvaizdos, įprasti modulio ir prieigos parametrai.
- „Medžiaga spausdinimui“ - suteikiama galimybė studentams, kurie mokosi iš spausdintos medžiagos (pateiktos PDF formatu), atsispausdinti norimą temą. Šio įrankio pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos išteklius „Failas“ su parinktu išvaizdos tipu ir nustatytais prieigos ir įprastais modulio parametrais.

##### 2. Laboratoriniai darbai:

- „Laboratorinis darbas nr.1“ – pateikiama laboratorinio darbo užduotis ir priemonės jo atlikimo palengvinimui. Laboratorinio darbo užduoties pateikimui panaudotas „Moodle“ sistemos veikla „Užduotis“ su papildomai įtrauktomis nuorodomis į pagalbinius „MVS“ ir „Matlab“ įrankius laboratorinio darbo atlikimui. Šiam ištekliui nustatyta prieinamumo data, pateikimo ir grįžtamojo ryšio tipai, grupinio pateikimo nustatymai, parinkti pranešimų, įverčių, prieigos ir įprasti modulio parametrai.
- „Laboratorinis darbas nr.2“. Šio laboratorinio darbo užduoties pateikimui panaudotas ta pati „Moodle“ sistemos veikla kaip ir „Laboratorinis darbas nr.1“, atitinkamai parinkti jau minėti parametrai ir nustatymai. Laboratorinio darbo

užduotyje papildomai pridėta nuoroda į pagalbinį „Matlab“ įrankį laboratorinio darbo atlikimui.

### 3. Mokymosi medžiagos analizė:

- „Įrankis formulių tyrimui“. Šio įrankio pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos išteklius „URL“, kurio turinį sudaro išorinis formulių tyrimui pritaikyto „Desmos“ įrankio URL. Etiškos informacijos pateikimui buvo parinkti išvaizdos, įprasti moduly ir prieigos parametrai.

### 4. Komunikacija:

- „Nujienų forumas“ – jame suteikta galimybė dalintis naujienomis tarp studentų ir dėstytojo. Šio įrankio pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos veikla „Diskusijos“ su atitinkamu forumo tipu. Nustatytas priedų ir žodžių skaičius, prenumeratos ir sekimo tipai. Parinkti įverčio, pažymių, prieigos ir įprasti moduly parametrai. Naudojantis šios veiklos parametrais yra galimybė nustatyti skelbimo blokavimo slenkstį.
- „Jūsų klausimai“ – galimybė užduoti studentams aktualius klausimus dėstytojui. Šios „Moodle“ sistemos veiklos specifikacija yra analogiška „Naujienų forumas“ ištekliui.

### 5. Atsiskaitymai:

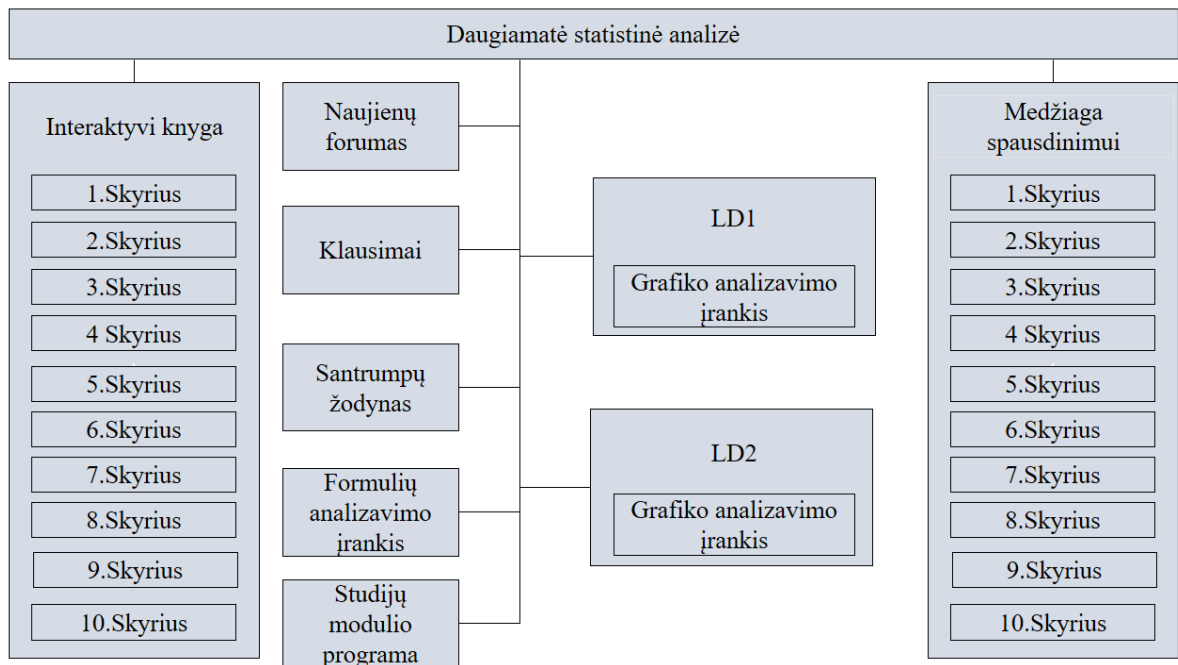
- „Atsiskaitymas nr.1“ – skirtas studentų žinių patikrinimui. Šio įrankio pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos veikla „Testas“ su pasirinktu testo maketu ir išvaizda. Tiksliai viso kurso atsiskaitymui buvo iš anksto nustatyti laiko, įverčio, klausimo veikimo ir peržiūros parinktys, papildomų bandymų apribojimai. Korektiškam studentų testavimui parinkti atitinkami prieigos ir įprasti moduly parametrai. Ši veikla turi galimybę prie kiekvieno įverčio pateikti automatinį atsiliepimą.

### 6. Papildoma informacija:

- „Pažymėjimai“ – tai yra santrumpų žodynas, kuriame pateikiami mokymosi medžiagoje naudotų santrumpų paaiškinimai. Šio įrankio pateikimui buvo panaudota veikla „Žodynas“. Struktūriškam duomenų pateikimui buvo parinkti išvaizdos, įverčio tipai bei prieigos ir įprasti moduly parametrai.
- „SMP“ – dokumentas, kuriame pateikiama studijų moduly struktūra. Šio įrankio pateikimui buvo panaudotas „Moodle“ sistemos išteklius „Failas“ su pasirinktu išvaizdos tipu ir nustatytais prieigos ir įprastais moduly parametrais.



Viso kurso struktūra parodyta „3.1.1. pav“, kuriame išskirta interaktyvi knyga, komunikacijos priemonės, formulių analizavimo įrankis, laboratoriniai darbai bei medžiaga spausdinimui.



3.1.1. pav. „Daugiamatė statistinė analizė“kurso struktūra

### 3.2. Virtualios mokymosi sistemos infrastruktūros aprašymas

Moodle sistema yra atvirojo kodo, tai gerokai sumažina sistemos diegimui keliamus reikalavimus:

- operacinė sistema: Linux, Windows Server, MacOS Server;
- žiniatinklio serveris: serveris turi palaikyti PHP;
- PHP scenarijų kalba (4.1.0 ar naujesnė versija), Moodle 1.4 ar naujesnėms versijoms galima naudoti tik PHP 5;
- duomenų bazių serveris: rekomenduojamas MySQL.

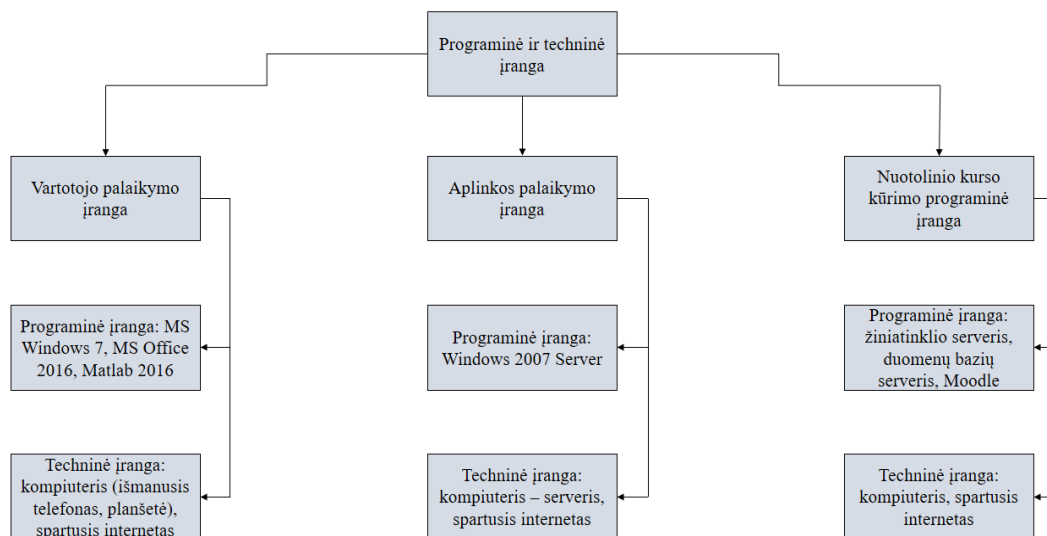
Kompiuterinės įrangos reikalavimai:

- kadangi sistemoje bus talpinama kursų medžiaga, kietajame diske siūloma paruošti ne mažiau kaip 5GB vietos;
- operatyvios atminties (RAM) rekomenduojamas dydis nuo 256 MB iki 1GB.

Į „Moodle“ virtualiąją mokymosi aplinką jungiamasi per internetinę naršyklę.

Moodle sistemos diegimo variantai: serveryje (web), asmeniniame kompiuteryje (aplikacija).

Schemoje („3.2.1.pav.“) pateikiama programinė ir techninė įranga, kurios reikia virtualiosios mokymosi sistemos palaikymui. Mokymosi kursas patalpintas Kauno Technologijos Universiteto virtualioje mokymosi aplinkoje „Moodle“, kurios prieigai reikalingas tik spartusis internetas, todėl mokymosi medžiagą studentai galės pasiekti iš bet kurios vietos, kurioje yra interneto ryšys. Norint atlikti 2 – ajį ir 3 – ajį laboratorinius darbus, reikalinga „Matlab“ programinė įranga.



3.2.1.pav. Programinės ir techninės įrangos schema

„Daugiamatė statistinė analizė“ kurso kūrimui reikalingi matematiniai teksto redaktoriai, matematinės informacinių technologijų priemonės grafikų analizei ir formulių tyrimui.

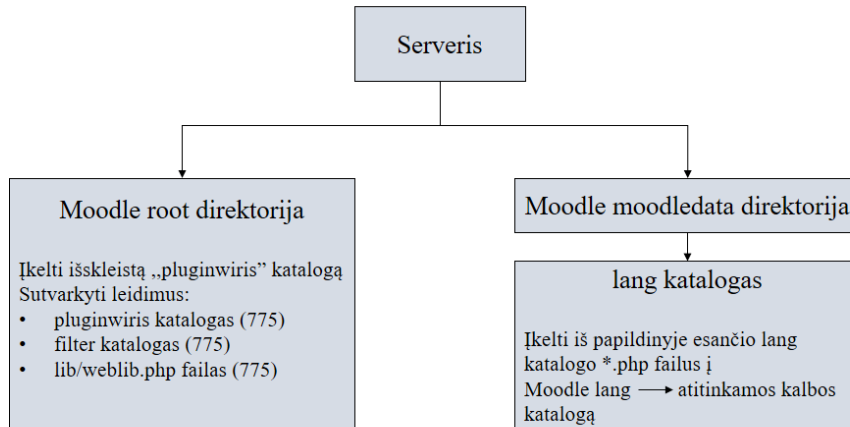
### 3.3. Informacinių technologijų sprendimai virtualiojoje mokymosi sistemoje

„Wiris“ - dėstytojo ir studentų patogumui buvo realizuotas redaktoriaus integravimo sprendimas virtualioje mokymosi aplinkoje. Ši priemonė padeda užtikrinti korektišką klausimų, užduočių ar kitų veiksmų atlikimą, kuriems reikalingos sudėtingos matematinės išraiškos. „Wiris“ redaktorius yra skirtas tik formulių įvedimui, todėl integruojasi į „Moodle“ HTML redaktorių.

„Wiris“ redaktoriaus integravimo procesas pateiktas „3.3.1.pav“:

Į serverį parsisiunčiamas papildinys:

<http://multivariatestats.azurewebsites.net/> .



3.3.1. pav. „Wiris“ papildinio įdiegimo schema

<http://moodle.if.ktu.lt/pluginwiris/install.php> —→ įdiegiamas papildinys.

„MVS“ - buvo priimtas sprendimas palengvinti pirmojo laboratorinio darbo atlikimą sukurti įrankį, kurio pagalba būtų galima braižyti įrankius. Naujo įrankio kūrimo sprendimas priimtas nes jis yra visiškai nemokamas vartotojui, nereikia kompiuteryje diegti papildomų programų, kurių diegimas užima nemažai laiko ir yra mokamos.

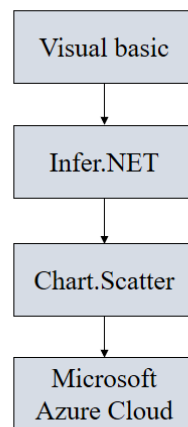
Sukurtas matematinis įrankis pavadintas „multivariatestats“ (MVS), kuris visus skaičiavimus atlieka debesyse. Įrankio kūrimo metu programos kodas buvo rašomas C# programavimo kalba, „Visual basic“ aplinkoje. Pirmojo laboratorinio darbo atlikimui reikalingi įrankiai daugiamatės statistinės analizės uždavinių sprendimui, todėl buvo pasirinkta „Infer.NET“ biblioteka. Interaktyvios, dinamiškos ir studentui patrauklios vartotojo sąsajos sukūrimui buvo pasirinkta „JacaScript“ kalba. Grafikų braižymui buvo pasirinktas ir integruotas „Chart.Scatter“ įrankis, kuris pateiktus duomenis atvaizduoja grafiškai dviašėje erdvėje. Sukurta aplikacija pirmojo laboratorinio darbo atlikimui turi būti realizuota taip, kad būtų nesunkiai pasiekiamas studentams. Buvo priimtas sprendimas aplikaciją talpinti „Microsoft Azure Cloud“, nes aplikacijų talpinimas šiame serveryje yra nemokamas ir lengvai prieinamas.

Techninės įrangos reikalavimai buvo keliami tik „Visual basic“ programavimo aplinkos atžvilgiu. Reikalavimai:

1. Operacinė sistema: Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7 Service Pack 1, Windows Server 2012 R2, Windows Server 2012 arba Windows Server 2008 R2 SP1;

2. Techninės įrangos reikalavimai:

- 16 GHz arba greitesnis procesorius;
- 1 GB operatyvios atminties (1.5 GB, jei naudojama virtualioje mašinoje);
- 4 GB laisvos vietos kietajame diske;
- DirectX 9 – vaizdo plokštė, kuri palaiko 1024 × 768 ar aukštesnę rezoliuciją.



3.3.2. pav. MVS kūrimo procesinė schema

MVS naudojimosi instrukcija:

1. Studentas, virtualiojoje „Moodle“ sistemoje „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso meniu pasirenka punktą „Laboratorinis darbas nr.1“.

2. Užduoties apačioje spaudžiama ant nuorodos :

<http://multivariatestats.azurewebsites.net/>.

3. Suvedami reikiami parametrai.

4. Spaudžiamas mygtukas „Submit“.

5. Atvaizduojami taškai koordinačių plokštumoje.

Užduotis x moodle.if.ktu.lt/mod/assign/view.php?id=12507

Jūs prisijungė kaip Monika Tokalytė (Atsijungti) Lithuanian (University) (2 uni)

## P120M101 Daugiamatė statistinė analizė

Pagrindinis ► Kiti kursai ► DSA ► Bendra ► Laboratorinis darbas nr.1

**Naršymas**

- Pagrindinis
  - Mano pagrindinis puslapis
  - Svetainės puslapiai
  - Dabartinis kursas
    - DSA
      - Dalyviai
      - Pasiekimai
      - Bendra
        - Daugiamatė statistinė analizė
          - Naujųjų forumai
          - Jūsų klausimai
          - Pažymėjimai
          - Laboratorinis darbas nr.1
          - Laboratorinis dar nr.2
          - Laboratorinis dar nr.3
          - Grafikai
          - SMP
          - Paskaitų vaizdo įrašai
          - Atsiskaitymas nr.1
          - Laboratorinis nr.1
            - 1. Daugiamatė atsitiktiniai dydžiai ir jų charakt...
            - 2. Daugiamatė skirstiniai
            - 3. Skirstinio tankio vertinimas
            - 4. Koreliacijos koeficientai, dalinė kovariacija

### Laboratorinis darbas nr.1

**1. Gauso mišinio generavimas.** Jei imtis gaunama stebint objektus, kurie nėra vienalyčiai, o priklauso kelioms atskiroms klasėms, ir skirtingoms klasėms priklausančių objektų požymių skirstiniai turi skirtingus parametrus, tuomet stebima imtis bus pasiskirsčiusi, pagal skirstinį mišinio modelį

$$f(x) = \sum f(x; \theta_j) \cdot p_j, \quad p_j > 0, \quad (1)$$

čia  $f(x)$  — mišinio pasiskirstymo tankio funkcija,  $q$  — klasių kiekis,  $p_j$  — klasių tikimybės,  $f(x; \theta_j)$  — klasių pasiskirstymo tankio funkcijos,  $\theta_j$  — klasių skirstinio parametras.

Darbo tikslas — sugeneruoti atsitiktinę dvimatę imtį sudarytą iš  $n = 500$  taškų, kuri pasiskirsčiusi pagal Gauso skirstinį mišinio modelį. Mišinio parametrai: klasių kiekis  $q = 2$ , pirmos klasės skirstinys standartinis normalusis (nulinis vidurkis, vienetinė kovariacinė matrica) su tikimybe  $p_1 = 0.7$ . Antros klasės tikimybė  $p_2 = 0.3$ , o jos parametrai  $\theta_2$  sudaro vidurkis ir kovariacinė matrica

Atsitiktinių dydžių generavimui galima naudoti tik viena mažo standartinio (vidurkis=0, dispersija=1) normaliojo atsitiktinio dydžio generavimo funkciją. Dvimatės dydis su tam tikra kovariacinė matrica ir vidurkiu turi būti gautas transformuojant viena mažus standartinus normaluosius atsitiktinius dydžius. Šios transformavimo procedūros teoriją jums reiktų susirasti interneto platybėse.

Parametrai  $n, p_1, p_2, M_2, R_2$  turi būti lengvai keičiami, o juos pakeičius programa turi generuoti dydžius atitinkančius naujus mišinio parametrus. Klasių kiekis  $q = 2$ , duomenų dimensija  $d = 2$ , bet parametrai  $M_1, R_1$  gali būti fiksuoti.

Gynimas: Suprasti Gauso ir Gauso mišinio parametrų prasmę. Žinoti, kokias reikšmes gali įgyti parametrai. Mokėti pakeisti mišinio parametrus. Suprasti, kaip parametrai įtakoja imties sklaidos diagramoje esančių "debeselių" formą ir vietą. Mokėti pakoreguoti parametrus taip, kad "debesėliai" įgytų norimą formą.

Pagalbinės priemonės grafikų braižymui:  
<http://multivariatestats.azurewebsites.net/>  
<http://www.terralit.net/mnlb/lab1.htm>

**Vertinimo santrauka**

Dalyviai	0
Pateikta	0

3.3.3. pav. MVS įrankis patalpintas „Moodle“ aplinkoje

Bivariate Gaussian distri x + multivariatestats.azurewebsites.net

Home

**Parameters:**

Number of points in fit:

Weight of the 1st model:

X mean of the 2nd model:

Y mean of the 2nd model:

Variance of the 2nd model:

**Fit:**

© 2016 - Multivariate distributions

3.3.4. pav. MVS įrankis

Įrankis yra patogus tuo, kad nereikia papildomų programavimo įgūdžių norint pakeisti parametrus, kiekvieno atvaizduoto taško koordinatės yra matomos pele užėjus ant pasirinkto taško. Šio įrankio naudojimui būtinas greitaeigis internetas (rekomenduojama naršyklė „Internet Explorer 9+)“ ir kompiuteris.

„Matlab“ - matematinis įrankis, pritaikytas antrajam laboratoriniui darbui, kurio pagalba keičiami parametrai ir taip analizuojami grafinių atvaizdavimų pokyčiai. Šis įrankis yra mokamas ir turi būti įdiegtas naudotojo kompiuteryje, bet visa tai atperka didelės „Matlab“ galimybės.

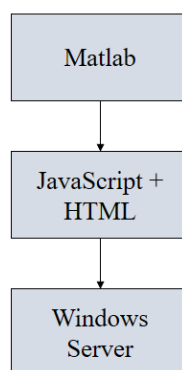
„Matlab“ aplinkoje buvo parašytas kodas antrojo laboratorinio užduočiai atlikti. Redaguotas kodas buvo analogiškai taikomas ir antrajam laboratoriniui darbui. Užduoties palengvinimui ir laiko taupymui buvo priimtas sprendimas sukurti analogišką vartotojo prieigą kaip MVS. Vartotojo sąsajos kūrimui buvo pasirinkta „JavaScript“ kalba. Korektiškam parametrų įvedimui, „Matlab“ darbinis failas buvo sugeneruotas ir patalpintas „Windows Server“ serveryje, visa proceso schema pateikta „3.3.5. pav“.

Šiuo atveju techniniai reikalavimai buvo keliami tik „Matlab“ programinei įrangai. Reikalavimai:

1. Operacinė sistema: Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7 Service Pack 1, Windows Server 2012 R2, Windows Server 2012 arba Windows Server 2008 R2 SP1;

2. Techninė įranga:

- Intel arba AMD x86-64 procesorius;
- 2 GB vietos kietajame diske tik „Matlab“;
- 2GB operatyvios atminties.

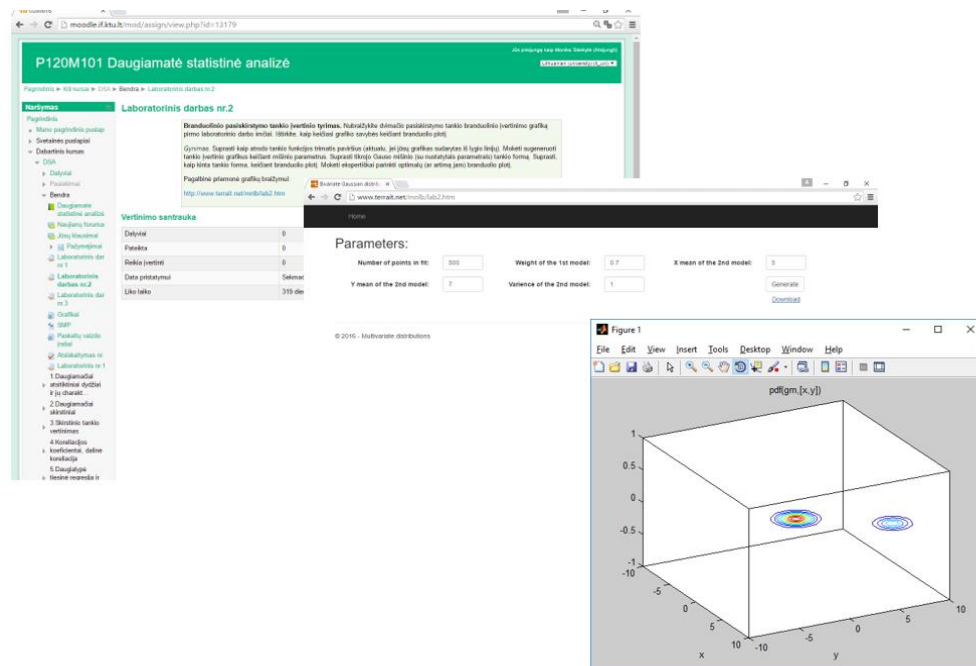


3.3.5. pav. Vartotojo sąsajos kūrimo procesinė schema

„Matlab“ naudojimosi virtualioje aplinkoje instrukcija:

1. Studentas, virtualiojoje „Moodle“ sistemoje „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso meniu pasirenka punktą „Laboratorinis darbas nr.2“ arba „Laboratorinis darbas nr.1“ ;
2. Užduoties apačioje spaudžiama ant nuorodos: <http://www.terrait.net/mnlb/lab1.htm> .
3. Suvedami arba pasirenkami reikiami parametrai;
4. Spaudžiamas mygtukas „Generate“;
5. Spaudžiamas mygtukas „Download“;
6. „Matlab“ aplinkoje atidaromas atsisiųstas „Lab\_2.m“ failas;
7. „Matlab“ aplinkoje spaudžiamas mygtukas „Run and Time“;
8. Atvaizduojamas grafikas.

Galutinis rezultatas panaudojant „Matlab“ įrankį virtualioje mokymosi sistemoje pateiktas „3.3.6. pav“.



3.3.6. pav. Matlab įrankis virtualioje mokymosi sistemoje

Atlikto darbo metu vartotojo atžvilgiu žingsnių kiekis gali atrodyti, kad padidėjo, bet išvengiama parametų keitimo pačioje „Matlab“ aplinkoje, kas užima daugiau laiko ir reikalingos papildomos programavimo žinios.

### **3.4. Virtualios mokymosi sistemos tyrimas**

„Daugiamatė statistinė analizė“ kursas buvo kuriamas pagal šį studijų modulį vedančio dėstytojo pageidavimus. Todėl su sukurta sistema pirmiausia buvo supažindintas užsakovas, įvertintos jo išsakytos pastabos dėl papildomų informacinių technologijų panaudojimo laboratorinių darbų atlikimui ir mokymosi medžiagos spausdinimui. Taip pat buvo prašoma atkreipti dėmesį į studentų ir dėstytojo komunikaciją, galimybes padaryti ją efektyvesnę.

Vertinimo rezultatai buvo gana teigiami, ypač dėl informacinių technologijų pritaikymo pirmajam laboratoriniam darbui. Jų panaudojimo galimybės atitiko visus užsakovo keliamus reikalavimus, palengvinančius laboratorinio darbo atlikimą. Taip pat tiko mokymosi medžiagos spausdinimui pateikimas virtualioje sistemoje.

Kartu buvo išsakytos pastabos ir pateikti pasiūlymai patobulinti šios mokymosi medžiagos vizualų pateikimą – medžiaga galėtų būti patalpinta atskirame skyriuje arba pateikta glausčiau. Kita pastaba susijusi su antrojo laboratorinio darbo pagalbinių priemonių naudojimu – sukurti analogišką įrankį, kuris buvo sukurtas pirmajam laboratoriniam darbui atlikti. Užsakovas pateikė pasiūlymą atsižvelgti į mokymosi medžiagoje naudojamus santrumpas ir jas pateikti. Taip pat buvo rekomenduojama patalpinti studijų modulio programos aprašymą.

Pastabos dėl santrumpų ir modulio programos aprašymo įvertintos. „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso virtuali mokymosi sistema patvarkyta – sudarytas ir pateiktas santrumpų sąrašas – „Pažymėjimai“, įkeltas oficiali studijų modulio programa – „SMP“.

Pastabos dėl įrankio sukūrimo antrojo laboratorinio darbo atlikimui ir mokymosi medžiagos spausdinimui bus įvertintos toliau tobulinant sistemą ir pateikiant ją bandomajai eksploatacijai.

### **3.5. Išvados**

1. Virtualiosios „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso mokymosi aplinkos struktūrą sudaro mokymosi medžiaga, laboratoriniai darbai, mokymosi medžiagos analizė, komunikacija, atsiskaitymai ir papildoma informacija.

2. Visų technologijų palaikymui rekomenduojama naudoti „Windows“ operacinę sistemą, ir turėti apie 4 GB laisvos vietos kompiuterio kietajame diske.



3. „Daugiamatė statistinė analizė“ virtualus kursas buvo suderintas su užsakovu. Buvo priimtas sprendimas tobulinti virtualią mokymosi sistemą pateikiant mokymosi medžiagą spausdinimui patogesniu būdu ir įkelti paskaitų vaizdo įrašus.

## IŠVADOS

1. Aukštosiose mokyklose virtualusis mokymasis yra aktualus visose mokslo srityse, ypač šiuolaikiniams studentams, kurie neturi galimybės dalyvauti nuolatinėse paskaitose. Galimybė mokytis iš bet kurios vietos ir bet kuriuo metu, kur tik yra kompiuteris ir greitaeigis internetas yra pakankamai geros, tačiau ne visos studijų programos turi mokymosi kursus pilnai pritaikytus virtualiajam mokymuisi. Labiausiai trūksta pagalbinių informacinių technologijų priemonių ir konsultacijų praktinėms užduotims atlikti.

2. Matematikos dalyko mokomosios medžiagos pateikimas virtualioje mokymosi aplinkoje reikalauja papildomų priemonių dėl savo turinio specifikos – matematinių išraiškų. Anksčiau formulės virtualioje mokymosi medžiagoje buvo pateikiamos kaip paveikslėliai, bet nuolat tobulėjančios technologijos šiuo metu siūlo taikyti įvairius matematikai skirtus redaktorių. Siekiant optimaliausio redaktoriaus pasirinkimo varianto, buvo atliktas tyrimas ir pasirinktas tinkamiausias – „Wiris“ redaktorius, atsižvelgiant į matematikos dalyko sritį.

3. Projekto metu buvo analizuojami Moodle sistemos matematiniai redaktoriai, pritaikant mokymosi medžiagoje pateiktas formules. Tyrimo metu paaiškėjo, kad konkrečiai „Daugiamatė statistinė analizė“ kursui ne visi redaktoriai yra tinkami, nes neturi pakankamai funkcijų ir išraiškų visoms pateiktoms formulėms užrašyti. Remiantis atliktos analizės rezultatais, „Wiris“ redaktorius buvo tinkamiausias rengiant mokymosi medžiagą „Daugiamatė statistinė analizė“ kursui.

4. Atlikus virtualaus mokymosi poreikių ir galimybių tyrimą Kauno Technologijos Universitete, Matematikos ir Gamtos mokslų fakultete, nustatyta, kad virtualus mokymosi būdas yra aktualus studentams, ypač tiems kurie negali dalyvauti dėl tam tikrų priežasčių nuolatinėse paskaitose.

5. Buvo išanalizuoti ir išbandyti matematiniai įrankiai, kurie galėtų palengvinti laboratorinių darbų atlikimą ir teorinės medžiagos analizę. Pasirinktų analizuoti įrankių sąrašas nebuvo labai platus, dėl dalyko mokymosi medžiagoje naudojamų formulių sudėtingumo. Buvo pasirinkti „Desmos“ ir „Matlab“ įrankiai formulių tyrimui ir laboratorinių darbų atlikimui. Papildomai buvo sukurtas „MVS“ įrankis, sutaupantis daug laiko ir finansinių resursų, laboratoriniam darbui atlikti. Realizuojant kursą virtualioje mokymosi aplinkoje buvo priimti sprendimai įtraukti pagalbinius mokymosi įrankius prie laboratorinių darbų užduočių.

6. Remiantis atlikto virtualaus mokymosi poreikių ir galimybių tyrimo rezultatais, buvo sudarytas virtualaus mokymosi panaudos atvejo modelis ir sukurta sistema „Daugiamatė

statistinė analizė“ dalykui. Projektavimo metu buvo panaudotos informacinių technologijų priemonės formulių rašymui, tyrimui ir grafikų braižymui.

7. Atlikus sukurto „Daugiamatė statistinė analizė“ kurso ekspertinį tyrimą, nustatyta, kad virtualioje mokymosi aplinkoje pateikta mokymosi medžiaga su pagalbinais įrankiais skatina analizuoti mokymosi medžiagą, ją labiau įsisavinti ir užduotis atlikti laiku. Visi šie išvardinti aspektai įtakoja studentų mokymosi rezultatus.

## LITERATŪRA

1. Bernotas Vytautas ir Cibulskaitė Nijolė, *Pagrindinės mokyklos matematikos mokytojų taikomos ugdymo metodikos ypatybės*. Pedagogika. 2006, 82. p. 110-115. ISSN 13920340
2. Cibulskaitė, N. *Matematikos mokymo humanizavimas pagrindinės mokyklos klasėje*: daktaro disertacija. 2000
3. JOVAIŠA, Leonas, *Pedagogikos terminai*, Kaunas: Šviesa, 1992. ISBN 5430018716
4. BUTKUTĖ, Lina, *Nuotolinio mokymosi metodų taikymo matematikos dalykui mokytis galimybių tyrimas*: magistro darbas, Kaunas, 2014
5. WIKIPEDIA: Statistics [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2015-02-14]. Prieiga per: <https://en.wikipedia.org/wiki/Statistic>
6. ANALIZĖ: Duomenų analizės metodai: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015 – 02 -18]. Prieiga per: <http://analize.lt/analize/61-duomenu-analizes-metodai.html>
7. Janilionis Vytautas, Morkevičius Vaidas, Rauleckas Rimantas, Statistinė kiekybinių duomenų analizė su SPSS ir STATA, Pavyzdinis metodologinis mokomasis studijų paketas
8. NEKRAŠAITĖ, Kristina, *Informacinių technologijų naudojimas mokyme*: magistro darbas, Vilnius, 2009
9. Lietuvos Respublikos Švietimo ir mokslo ministras, ĮSAKYMAS DĖL INFORMACINIŲ IR KOMUNIKACINIŲ TECHNOLOGIJŲ DIEGIMO Į BENDRAJĮ UGDYMĄ IR PROFESINĮ MOKYMĄ 2014–2016 METŲ VEIKSMŲ PLANO PATVIRTINIMO, Vilnius, 2014
10. Kauno pedagogų kvalifikacijos centras, Sėkminga pamoka [interaktyvus]. Kaunas, 2013, [žiūrėta 2015-09-10]
11. WIKIPEDIA: Information technology [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-04-14]. Prieiga per: [https://en.wikipedia.org/wiki/Information\\_technology](https://en.wikipedia.org/wiki/Information_technology)
12. KOMPETENCIJOS: Moodle: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015-09-18]. Prieiga per: [http://kompetencijos.vkk.lt/file.php/1/MOODLE/Moodle\\_vadovas.pdf](http://kompetencijos.vkk.lt/file.php/1/MOODLE/Moodle_vadovas.pdf)
13. *Informacinių komunikacinių technologijų taikymo ugdymo procese galimybės. Rekomendacijos mokytojui*. ŠAC, 2005.
14. MATHWORKS: Matlab: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015-09-28]. Prieiga per: <http://se.mathworks.com/products/matlab/>
15. Kabašinskas, Andrius, *Matematinės programinės įrangos mathcad taikymas dėstant aprašomąją statistiką* [interaktyvus]. Kaunas.
16. WIRIS: Wiris plugins [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2016-02-14]. Prieiga per: <http://www.wiris.com/plugins/docs/moodle>
17. ČEPLEVIČIUS, Aidas, *Formulių panaudojimo matematikos dalyko nuotolinio mokymosi kurse galimybių tyrimas*: magistro darbas, Kaunas, 2014
18. DESMOS: Classroom activities [interaktyvus]. [Žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: <https://www.desmos.com/about>
19. TERRAIT: Matematiniai įrankiai [interaktyvus]. [Žiūrėta 2016-03-15]. Prieiga per: <https://smp2014ma.ugdome.lt/irankiai.aspx>
20. KTU: Kauno Technologijos Universitetas: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015-02-18]. Prieiga per: <http://ktu.edu/lt/universitetas>
21. KTU: Studijų programos: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015-02-18]. Prieiga per: <http://ktu.edu/lt/matematikos-ir-gamtos-mokslu-fakultetas>
22. MILERIS, Ričardas, *Ekonominių reiškinių daugiamačių statistinė analizė*, Kaunas: Technologija, 2013. ISBN 9786090209868

23. Ažubalis, A Matematikos didaktika Lietuvos pedagoginėje periodikoje (1945-1990 m.) [interaktyvus]. Vilnius, 2005, [žiūrėta 2015-05-05]
24. Drėgūnas, Rumša „Bendroji matematikos mokymo metodika“, Vilnius, 1984
25. Jovaiša, L.; Vaitkevičius, J. Pedagogikos pagrindai. Kaunas. 1989
26. Gedvilienė Genutė ir Vaiva Zuzevičiūtė, Edukologija. KAUNAS: Vytauto Didžiojo Universitetas, 2007. ISBN 9789955122692
27. Dagienė V., Grigas G., Jevsikova T., *Enciklopedinis kompiuterijos žodynas*. TEV, 2005.
28. MAČIONIENĖ, Laura, Nuotolinio matematikos mokymosi kursų išplėtimo naujomis mokymo metodikomis galimybių tyrimas: magistro darbas. Kaunas: 2007
29. PORTALAS: Informacinių technologijų integruojamoji programa: [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015-02-18]. Prieiga per:  
[http://portalas.emokykla.lt/bup/Documents/Pradinis%20ir%20pagrindinis%20ugdymas/IT\\_integru\\_2008-09-01.pdf](http://portalas.emokykla.lt/bup/Documents/Pradinis%20ir%20pagrindinis%20ugdymas/IT_integru_2008-09-01.pdf)

## **PRIEDAI**

Prieduose pateikiama apklausa „Virtualaus mokymosi poreikio ir galimybių tyrimas (KTU)“.