



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

**Matematikos diagnostinių testų pradinių klasių mokiniams
diegimas virtualiojoje aplinkoje**

Baigiamasis magistro projektas

Rokas Mankevičius

Projekto autorius

Prof. dr. Irina Klizienė

Vadovė

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Matematikos diagnostinių testų pradinių klasių mokiniams diegimas virtualiojoje aplinkoje

Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos (6211BX010)

Rokas Mankevičius

Projekto autorius

Prof. dr. Irina Klizienė

Vadovė

Doc. dr. Dovilė Verenė

Recenzentė

Kaunas, 2026



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Rokas Mankevičius

Matematikos diagnostinių testų pradinė klasių mokiniams diegimas virtualiojoje aplinkoje

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama(s) kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi(s) Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;
2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąrašė;
3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjęs (-usi);
4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta(s) iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Rokas Mankevičius

Patvirtinta elektroniniu būdu

Mankevičius, Rokas. Matematikos diagnostinių testų pradinių klasių mokiniams diegimas virtualiojoje aplinkoje. Baigiamasis magistro projektas / vadovė prof. dr. Irina Klizienė; Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas.

Reikšminiai žodžiai: diagnostinis testavimas, matematikos vertinimas, pradinis ugdymas, virtuali testavimo sistema, automatizuotas vertinimas.

Kaunas, 2026. 60 p.

Santrauka

Matematikos diagnostinių testų pradinių klasių mokiniams diegimas virtualiojoje aplinkoje.

Baigiamajame magistro projekte nagrinėjamas pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinio testavimo perkėlimas į virtualiąją aplinką. Problema – tradicinis popierinis testavimas reikalauja daug rankinio darbo, o rezultatų taisymas, suvedimas ir paruošimas analizei užima daug laiko.

Darbo tikslas – pagerinti pradinių klasių mokinių matematikos žinių testavimą, panaudojant virtualiąją diagnostinio testavimo platformą. Darbe išanalizuoti diagnostinio vertinimo teoriniai aspektai, atliktas virtualaus testavimo poreikio tyrimas, suprojektuota ir realizuota virtuali matematikos testavimo sistema.

Sukurta sistema leidžia administratoriui kurti mokinius, testus ir testavimo sesijas, automatiškai vertinti atsakymus bei eksportuoti rezultatus tolimesnei analizei. Mokiniai sistemoje prisijungia identifikaciniu kodu ir atlieka jiems priskirtą testą.

Efektyvumo tyrimas parodė, kad sistema sumažina rankinio vertinimo poreikį, pagreitina rezultatų gavimą ir palengvina duomenų paruošimą analizei. Silpnėse sistemos dalimi išliko testų kūrimo ir administravimo patogumas, todėl ateityje rekomenduojama tobulinti administratoriaus sąsają.

Darbo rezultatas – sukurta virtuali diagnostinio matematikos testavimo sistema, kuri paefektyvina diagnostinio matematinio testavimo procesą.

Mankevičius, Rokas. Implementation of Diagnostic Mathematics Tests for Primary School Students in a Virtual Environment. Master's Final Degree Project / supervisor prof. dr. Irina Klizienė; Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.

Keywords: diagnostic testing, mathematics assessment, primary education, virtual testing system, automated assessment.

Kaunas, 2026. 60

Summary

Implementation of Mathematics Diagnostic Tests for Primary School Students in a Virtual Environment.

The master's final project examines the transfer of diagnostic mathematics testing for primary school students to a virtual environment. The problem addressed in the project is that traditional paper-based testing requires a significant amount of manual work, while correcting results, entering data and preparing it for analysis takes a considerable amount of time.

The aim of the project is to improve the assessment of primary school students' mathematical knowledge by using a virtual diagnostic testing platform. The project analyses theoretical aspects of diagnostic assessment, investigates the need for virtual testing, and presents the design and implementation of a virtual mathematics testing system.

The developed system allows the administrator to create students, tests and testing sessions, automatically evaluate answers and export results for further analysis. Students log in to the system using an identification code and complete the test assigned to them.

The effectiveness study showed that the system reduces the need for manual assessment, speeds up the process of obtaining results and facilitates data preparation for analysis. The less developed part of the system remains the convenience of test creation and administration; therefore, further improvement of the administrator interface is recommended.

The result of the project is an improved diagnostic mathematics testing process, supported by the developed virtual diagnostic mathematics testing system.

Turinys

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Santrumpų ir terminų sąrašas	10
Įvadas.....	11
1. Matematikos diagnostinio testavimo taikymo analizė ir virtualios sistemos poreikis	13
1.1. Diagnostinio testavimo analizė.....	13
1.1.1. Vertinimo samprata pradiniam ugdyme	13
1.1.2. Diagnostinių testų kokybės reikalavimai.....	14
1.1.3. Virtualaus testavimo švietime galimybės ir iššūkiai	15
1.2. Poreikio tyrimas.....	16
1.3. Problemų ir tikslų medžiai.....	18
1.4. Išvados	20
2. Virtualių matematikos testavimo sistemų projektavimas	21
2.1. Virtualios testavimo sistemos naudotojai ir jų poreikiai	21
2.2. Virtualios testavimo sistemos posistemiai.....	22
2.3. Funkciniai bei nefunkciniai reikalavimai	22
2.3.1. Virtualios testavimo sistemos panaudojimo atvejai	25
2.4. Panaudojimo atvejų specifikacijos	27
2.5. Išvados	30
3. Egzistuojanti programinė įranga bei siūlomas sprendimas	31
3.1. Programinės įrangos palyginimas.....	31
3.2. Programinės įrangos pasirinkimas.....	32
3.3. Siūlomas sprendimas	32
3.4. Išvados	33
4. Virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos realizacija ir dokumentacija	34
4.1. Sukurtos sistemos aprašas	34
4.2. Sistemos diegimo dokumentacija	35
4.3. Sistemos taikymo dokumentacija	35
4.4. Naudotojo dokumentacija.....	36
4.4.1. Administratoriaus naudotojo dokumentacija.....	36
4.4.2. Mokinio naudotojo dokumentacija.....	37
4.4.3. Naudotojų sąveikos ypatumai.....	37
4.4.4. Administratoriaus naudojimo pavyzdys	37
4.4.5. Mokinio naudojimo pavyzdys	45
4.5. Išvados	47
5. Efektyvumo tyrimas	48
5.1. Tyrimo paskirtis ir organizavimas.....	48
5.2. Tyrimo instrumentas.....	49
5.3. Tyrimo eiga	49
5.4. Respondentų charakteristika.....	49
5.5. Apklauso rezultatų apžvalga	50
5.6. Sistemos naudojimo patogumo vertinimas.....	50

5.7. Testavimo proceso efektyvumo, darbo krūvio vertinimas	52
5.8. Bendras sistemos efektyvumo įvertinimas ir tyrimo išvados	55
Išvados	58
Literatūros sąrašas	59
Priedai.....	61
1 Priedas. Poreikio tyrimo apklausa	61
2 Priedas. Dirbtinio intelekto įrankių naudojimas rengiant baigiamąjį darbą	62

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Bendri funkciniai reikalavimai	23
2 lentelė. Bendri nefunkciniai reikalavimai	23
3 lentelė. Funkciniai reikalavimai sistemai	24
4 lentelė. Reikalavimų klasifikavimas pagal posistemius	24
5 lentelė. Prisijungti panaudojimo atvejo specifikacija	27
6 lentelė. Atsijungti panaudojimo atvejo specifikacija	27
7 lentelė. Valdyti naudotojus panaudojimo atvejo specifikacija.....	27
8 lentelė. Valdyti testus panaudojimo atvejo specifikacija	28
9 lentelė. Atlikti testą panaudojimo atvejo specifikacija	28
10 lentelė. Įvertinti testą panaudojimo atvejo specifikacija	29
11 lentelė. Valdyti testo sesijos prieigą panaudojimo atvejo specifikacija.....	29
12 lentelė. Eksportuoti duomenis panaudojimo atvejo specifikacija	29
13 lentelė. Naudotojų valdymo posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų.....	31
14 lentelė. Testų valdymo posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų	31
15 lentelė. Testų sesijos posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų.....	31
16 lentelė. Poreikio tyrimo apklausa	61
17 lentelė. DI. panaudojimo atvejai	62

Paveikslų sąrašas

1 pav. Diagnostinių testų naudojimas	16
2 pav. Virtualaus diagnostinio testavimo poreikis	17
3 pav. Virtualių diagnostinių testų teikiama nauda	17
4 pav. Virtualaus diagnostinio testavimo iššūkiai	18
5 pav. Pageidavimas dalyvauti mokymuose	18
6 pav. Problemų medis	19
7 pav. Tikslų medis	20
8 pav. Naudotojų valdymo posistemio panaudojimo atvejai	25
9 pav. Testų valdymo posistemio panaudojimo atvejis	26
10 pav. Testų sesijos posistemio panaudojimo atvejai	26
11 pav. Prisijungimo langas	38
12 pav. Pagrindinis langas	39
13 pav. Mokinių valdymo langas	40
14 pav. Testo kūrimo pradžios langas	40
15 pav. Testo klausimo kūrimo langas	41
16 pav. Klausimų bankas	41
17 pav. Klausimo tipas	42
18 pav. Turinio tipas	42
19 pav. Pasiekimų sritis	42
20 pav. Pridėti klausimai	43
21 pav. Testo peržiūra	43
22 pav. Testo sesijos kūrimo langas	44
23 pav. Sesijos aktyvavimas	44
24 pav. Sesijos valdymas	45
25 pav. Rezultatai	45
26 pav. Mokinio pagrindinis langas	46
27 pav. Testo klausimo langas	46
28 pav. Tuščias pagrindinis mokinio langas	47
29 pav. Sistema yra lengvai suprantama	51
30 pav. Testų kūrimas ir administravimas yra patogus	51
31 pav. Testų vertinimas naudojant sistemą yra greitesnis nei tradiciniu būdu	52
32 pav. Sistema leidžia efektyviau organizuoti testavimo procesą	53
33 pav. Sistema sumažina vertinimo darbo krūvį	53
34 pav. Sumažėja rankinio darbo poreikis vertinant testus	54
35 pav. Sistema leidžia patogiai eksportuoti testavimo duomenis	55
36 pav. Sistema padeda efektyviau įvertinti mokinių žinias	56
37 pav. Mokiniam sistema lengva naudotis	57

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

CSV – kableliais atskirtų reikšmių failo formatas, naudojamas duomenims eksportuoti ir importuoti.

RDP – nuotolinio prisijungimo prie serverio protokolas (angl. *Remote Desktop Protocol*).

VTS – virtualioji testavimo sistema.

IIS – žiniatinklio serveris palaikantis Windows operacinę sistemą (angl. *Internet Information Services*).

SQL – Struktūrizuotų užklausų kalba, naudojama darbui su reliacinėmis duomenų bazėmis, (angl. *Structured Query Language*).

VPN – Virtualus privatus tinklas, leidžiantis saugiai prisijungti prie vidinių tinklo išteklių, (angl. *Virtual Private Network*).

Terminai:

Virtuali mašina – programiškai sukurta kompiuterinė aplinka, kurioje veikia operacinė sistema ir programinė įranga, (angl. *Virtual Machine*).

Žiniatinklio aplikacija – Interneto naršyklėje veikianti programa, pasiekiami per tinklo adresą (angl. *Web Application*).

Įvadas

Šiuolaikinėje švietimo sistemoje diagnostinis mokinių pasiekimų vertinimas tampa vis svarbesnis, ypač pradinėse klasėse, kur formuojami pagrindiniai matematiniai įgūdžiai. Matematika vaikams padeda ugdyti loginį mąstymą, problemų sprendimo įgūdžius bei pasirengti tolimesniam akademiniam mokymuisi. Norint užtikrinti, kad mokiniai pasiektų gerų rezultatų ir įgytų reikalingas žinias, itin svarbus vaidmuo tenka jų mokymosi progreso gerinimui.

Diagnostinis testavimas yra galingas įrankis mokymosi procese, tačiau jį perkėlus į skaitmeninę erdvę jis tampa dar naudingesnis ir efektyvesnis. Automatizuotas vertinimas yra žymiai greitesnis, labiau atsparus klaidoms. Taip pat tokį testavimą galima atlikti žymiai dažniau, kadangi mokytojams krūvis nebebūna toks didelis. Tai leidžia geriau stebėti mokymosi procesą. Taip pat perėjimas į skaitmeninę erdvę reiškia mokymosi proceso tobulėjimą, judėjimu kartu su pasauliu, kadangi visos sistemos, visi procesai yra skaitmenizuojami.

Atsižvelgiant į šiuos privalumus, skaitmeninių sprendimų diegimas tampa vis aktualesnis. Diagnostinių testų perkėlimas į internetinę aplinką leidžia automatizuoti vertinimo procesą, užtikrinti tikslumą ir efektyvumą, taip sumažinant mokytojų ar tyrėjų darbo krūvį.

Kuriama virtuali testavimo sistema sieks perkelti šiuo metu naudojamus diagnostinius pradinių klasių mokinių matematikos testus į virtualią erdvę.

Darbo problema – neefektyvus pradinių klasių mokinių matematikos žinių testavimas.

Darbo objektas – diagnostinis pradinių klasių mokinių matematikos žinių testavimas.

Darbo tikslas – sukurti ir pritaikyti virtualiąją platformą efektyvesniam pradinių klasių mokinių matematikos žinių diagnostiniam vertinimui.

Tikslui pasiekti išskelti uždaviniai:

1. išanalizuoti pradinių klasių mokinių matematikos žinių diagnostinio vertinimo teorinius aspektus;
2. iširti virtualios diagnostinės matematikos testavimo platformos poreikį, atliekant kiekybinį tyrimą;
3. parengti virtualios testavimo sistemos reikalavimų specifikaciją bei projektą;
4. sukurti virtualią pradinių klasių mokinių matematikos žinių testavimo sistemą pagal parengtą projektą;
5. įvertinti sukurtos sistemos veiksmingumą diagnozuojant pradinių klasių mokinių matematikos žinias.

Darbo produktas – virtuali diagnostinio matematinio testavimo sistema.

Darbo rezultatas – parengta ir įvertinta virtuali diagnostinio matematikos testavimo sistema, kuri padeda efektyviau vykdyti pradinių klasių mokinių matematikos žinių diagnostinį testavimą.

Baigiamąjį magistro projektą sudaro penki skyriai. Pirmajame skyriuje analizuojami pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinio vertinimo teoriniai aspektai, virtualaus testavimo galimybės ir poreikis. Antrajame skyriuje pateikiama virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos reikalavimų specifikacija, apibrėžiami sistemos naudotojai, jų poreikiai, posistemiai ir panaudojimo atvejai. Trečiajame skyriuje analizuojami esami programiniai sprendimai ir pagrindžiamas

specializuotos sistemos kūrimo poreikis. Ketvirtajame skyriuje aprašoma sukurtos virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos realizacija, diegimas, taikymas ir naudotojo dokumentacija. Penktajame skyriuje pateikiamas sukurtos sistemos veiksmingumo vertinimas. Darbo pabaigoje pateikti du priedai, pirmasis yra poreikio tyrimo apklausa, antrasis priedas yra apie tai, kaip buvo panaudoti dirbtinio intelekto įrankiai rengiant baigiamąjį projektą (žr. **17 lentelė**).

1. Matematikos diagnostinio testavimo taikymo analizė ir virtualios sistemos poreikis

Šiame skyriuje analizuojami pradinė klasių mokinių matematikos diagnostinio testavimo teoriniai ir praktiniai aspektai. Aptariama diagnostinio vertinimo samprata, jo reikšmė pradiniam ugdyme, diagnostinių testų kokybės reikalavimai bei virtualaus testavimo galimybės ir iššūkiai. Taip pat pristatomas atliktas poreikio tyrimas, kurio rezultatai leidžia įvertinti virtualaus diagnostinio matematikos testavimo aktualumą, ir pateikiama problemų bei tikslų analizė.

1.1. Diagnostinio testavimo analizė

Matematikos žinių testavimas pradinė klasių mokiniams yra svarbus procesas, siekiant įvertinti mokinių pasiekimus ir atskleisti jų stipriąsias bei silpnąsias puses. Testavimo metodų pasirinkimas priklauso nuo daugelio veiksnių, tokių kaip amžiaus grupė, mokinių gebėjimai ir testavimo tikslai. Šiuolaikinėje švietimo sistemoje didelis dėmesys skiriamas ne tik galutiniams rezultatais, bet ir nuolatinei pažangai, kurią galima įvertinti naudojant įvairius vertinimo metodus. Pastebima, kad mokymosi sėkmė yra stipriai susijusi su mokinių motyvacija ir asmeniniu santykiu su mokomuoju dalyku. Kai mokymosi turinys neatitinka mokinio lygio ar poreikių, gali kilti grėsmė, jog mokiny praras motyvaciją ir susidarys nuomonę, jog jis „nemėgsta matematikos“ [1]. R. Moses teigia, kad matematinis raštingumas yra būtinas norint užtikrinti lygias galimybes vaikams šiuolaikinėje technologijų eroje, kur kiekybinis mąstymas tampa neatsiejama socialinės gerovės dalimi [2].

Diagnostinis testavimas yra vienas iš būdų kaip galima gerinti mokinių rezultatus ir patį mokymosi procesą. Diagnostiniai klausimai leidžia mokytojams identifikuoti ir suprasti mokinių daromas klaidas bei klaidingus supratimus [3]. Šis vertinimo metodas yra itin svarbus nustatant, kurios sritys mokiniams kelia daugiausia sunkumų, o tai padeda koreguoti mokymo programą ir pritaikyti ją pagal poreikius. Mokytojai gali geriau planuoti pamokas, žinodami, kas vaikams yra sunkiau ir negaišti laiko ten, kur tema yra aiški.

Vis dėl to, kad šis testavimas būtų naudingas jis turi būti reguliarus. Rezultatai turi būti analizuojami, daromos išvados ką reikia keisti. Šie dalykai užima laiko, žmonėms kurie jį atlieka, ar tai būtų klasės mokytojas, ar tyrėjas, atliekantis testavimą didesniu mastu. Darbų taisymas dideliais kiekiais yra varginantis – pasikartojantis procesas, kurio metu galimos žmogiškosios klaidos.

Daugelyje švietimo įstaigų pastebima, kad e. testavimo sistema leidžia įvertinti didelį skaičių mokinių, o tai labai praverčia, kai mokytojų ir mokinių santykis yra didelis [4]. Tačiau elektroninių vertinimo įrankių diegimas dažnai reikalauja didelių finansinių ir laiko sąnaudų, ypač jei programos yra sukurtos naudojant nepakankamai išbandytą technologiją ir nėra pilnai integruotos į esamą mokymo programą [5], [6].

1.1.1. Vertinimo samprata pradiniam ugdyme

Vertinimas yra viena svarbiausių ugdymo proceso dalių, leidžianti nustatyti mokinių pasiekimus, stebėti jų pažangą ir priimti pagrįstus sprendimus dėl tolimesnio mokymo proceso. Šiuolaikiniame ugdyme vertinimas suprantamas ne tik kaip galutinis mokinio žinių patikrinimas, bet ir kaip informacijos rinkimo bei interpretavimo procesas, padedantis geriau suprasti mokinių mokymosi situaciją [16].

Pradiniam ugdyme vertinimas yra ypač reikšmingas, nes šiame etape formuojasi pagrindiniai mokymosi įgūdžiai, mokinių santykis su mokomaisiais dalykais ir pasitikėjimas savo gebėjimais. Dėl

šios priežasties pradinių klasių mokinių vertinimas turi būti ne tik tikslus, bet ir pritaikytas jų amžiui, pažinimo raidai bei gebėjimui suprasti pateikiamas užduotis [17].

Mokslinėje literatūroje dažniausiai išskiriami trys pagrindiniai vertinimo tipai: formuojamasis, apibendrinamasis ir diagnostinis vertinimas [18]. Formuojamasis vertinimas taikomas mokymosi proceso metu ir padeda koreguoti mokymą bei mokymąsi. Apibendrinamasis vertinimas dažniausiai atliekamas mokymosi etapo pabaigoje ir parodo, kokį žinių ar gebėjimų lygį mokinys pasiekė. Diagnostinis vertinimas yra orientuotas į mokinio turimų žinių, gebėjimų ir mokymosi spragų nustatymą [19].

Diagnostinis vertinimas yra svarbus tuo, kad jis leidžia ne tik įvertinti mokinio rezultatą, bet ir suprasti, kuriose srityse mokiniui kyla sunkumų. Tokia informacija gali būti naudojama planuojant tolimesnį mokymą, parenkant užduotis arba vertinant, ar mokiniai pasirenkę pereiti prie naujos temos [20]. Skirtingai nei apibendrinamasis vertinimas, diagnostinis vertinimas nėra orientuotas į pažymio skyrimą. Jo paskirtis – suteikti informaciją apie mokinių žinių būklę ir mokymosi spragas [21].

Vertinant pradinių klasių mokinių matematikos pasiekimus, būtina atsižvelgti į matematinio mąstymo raidą. Šiame amžiaus tarpsnyje mokiniai dar tik formuoja pagrindinius skaičiavimo, loginio mąstymo, problemų sprendimo ir matematikos taikymo gebėjimus [22]. Todėl diagnostinės užduotys turi būti aiškios, suprantamos ir susijusios su ugdymo turiniu. Užduotys neturėtų būti nei per sudėtingos, nei per lengvos, nes abiem atvejais gaunami rezultatai gali netiksliai atspindėti mokinių gebėjimus [23].

Matematikos diagnostinio testavimo kontekste svarbu, kad užduotys ne tik tikrintų atsakymo teisingumą, bet ir padėtų nustatyti, kokio pobūdžio klaidas mokiniai daro. Tai leidžia tiksliau įvertinti mokinių žinių lygį ir spragas. Dėl šios priežasties diagnostinis vertinimas yra reikšminga priemonė ne tik mokinių pasiekimams fiksuoti, bet ir tolimesniam ugdymo procesui planuoti [24].

1.1.2. Diagnostinių testų kokybės reikalavimai

Diagnostinių testų kokybė yra vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių vertinimo rezultatų patikimumą. Net ir tinkamai organizuotas testavimo procesas negali būti laikomas objektyviu, jeigu pats testas nėra kokybiškas. Todėl rengiant diagnostinius testus būtina atsižvelgti į pagrindinius testų kokybės kriterijus: validumą, patikimumą ir standartizavimą [25].

Validumas parodo, ar testas iš tikrųjų matuoja tai, ką juo siekiama įvertinti. Diagnostinio matematikos testavimo atveju tai reiškia, kad testo užduotys turi atitikti vertinamą matematikos turinį ir mokinių gebėjimų lygį. Jei testas sudarytas netinkamai, jo rezultatai gali neatspindėti tikrųjų mokinių žinių ar gebėjimų, todėl tokie duomenys tampa mažiau naudingi tolimesnei analizei [25].

Patikimumas nusako, ar testas leidžia gauti nuoseklius ir stabilius rezultatus. Patikimas testas turėtų panašiomis sąlygomis pateikti panašius rezultatus, o atskiri jo klausimai turėtų būti suderinti su bendru testo tikslu. Testų patikimumas gali būti vertinamas statistiniais metodais, pavyzdžiui, naudojant Cronbach alfa koeficientą, kuris padeda nustatyti užduočių vidinį suderinamumą [26].

Standartizavimas reiškia, kad testas turi būti atliekamas vienodomis sąlygomis visiems testuojamiems mokiniams. Tai apima vienodas instrukcijas, vienodą testo atlikimo laiką, vienodą užduočių pateikimą ir vienodus vertinimo kriterijus. Diagnostiniuose tyrimuose standartizavimas yra ypač svarbus, nes tik esant vienodomis sąlygoms galima pagrįstai lyginti skirtingų mokinių ar mokinių grupių rezultatus [27].

Kuriant diagnostinius testus pradinų klasių mokiniams, svarbu atsižvelgti ir į užduočių formuluotes. Užduotys turi būti aiškios, trumpos ir suprantamos pagal mokinių amžių. Netinkamai suformuluotas klausimas gali lemti klaidingą atsakymą ne dėl žinių stokos, o dėl nesuprastos užduoties sąlygos. Tokiu atveju testas praranda dalį savo diagnostinės vertės [27].

Taip pat svarbu pažymėti, kad kiekvienas testas turi tam tikrą matavimo paklaidą. Testo rezultatas gali būti suprantamas kaip tikrojo mokinio gebėjimo ir atsitiktinės paklaidos suma. Todėl diagnostinio testavimo rezultatai neturėtų būti vertinami kaip absoliutūs. Jie turi būti interpretuojami atsižvelgiant į testo tikslą, užduočių kokybę, testavimo sąlygas ir galimus matavimo netikslumus [26].

Virtualaus testavimo kontekste validumo, patikimumo ir standartizavimo principai išlieka tokie pat svarbūs kaip ir tradiciniame testavime. Skaitmeninė aplinka gali padėti užtikrinti vienodesnį testo pateikimą, automatinį atsakymų vertinimą ir mažesnę žmogiškųjų klaidų tikimybę, tačiau ji savaime negarantuoja testo kokybės. Testo kokybė vis tiek priklauso nuo tinkamai parengtų užduočių, aiškių vertinimo kriterijų ir metodinio pagrįstumo [25].

1.1.3. Virtualaus testavimo švietime galimybės ir iššūkiai

Skaitmeninių technologijų plėtra daro reikšmingą poveikį švietimo procesams, įskaitant ir mokinių pasiekimų vertinimą. Tradiciniai popieriniai testai vis dažniau papildomi arba keičiami skaitmeniniais sprendimais, kurie leidžia efektyviau organizuoti testavimą, greičiau apdoroti rezultatus ir sumažinti rankinio darbo poreikį [28].

Vienas iš pagrindinių virtualaus testavimo privalumų yra automatizuotas atsakymų vertinimas. Naudojant skaitmenines testavimo sistemas, mokinių atsakymai gali būti iš karto fiksuojami ir įvertinami pagal iš anksto nustatytus kriterijus. Tai leidžia sutrumpinti rezultatų gavimo laiką ir sumažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę, kuri dažnai atsiranda rankiniu būdu taisant didesnę testų kiekį [29].

Virtualios testavimo sistemos taip pat sudaro sąlygas centralizuotai kaupti testavimo duomenis. Tai svarbu tada, kai testavimas vykdomas su didesne mokinių grupe arba skirtingose klasėse. Surinkti duomenys gali būti eksportuojami ir naudojami tolimesnei statistinei analizei, pavyzdžiui, vertinant bendrus rezultatų pasiskirstymus, mokinių grupių skirtumus ar konkrečių užduočių atlikimo dažnius [30].

Svarbu pabrėžti, kad virtuali testavimo sistema nebūtinai turi pati atlikti išsamią mokymosi analizę. Šio darbo kontekste aktualiausia tai, kad sistema sudarytų galimybę patogiai surinkti, automatiškai įvertinti ir eksportuoti diagnostinio testavimo duomenis. Tokiu būdu tyrėjas arba testavimo organizatorius gali sumažinti techninį duomenų apdorojimo darbą ir daugiau dėmesio skirti rezultatų interpretavimui.

Virtualus testavimas taip pat gali padidinti testavimo proceso standartizavimą. Skaitmeninėje aplinkoje visiems mokiniams galima pateikti vienodas instrukcijas, vienodą užduočių struktūrą ir vienodus vertinimo kriterijus. Tai ypač svarbu diagnostiniame testavime, kuriame siekiama gauti palyginamus ir objektyvius rezultatus [28].

Kita vertus, virtualus testavimas kelia ir tam tikrų iššūkių. Vienas svarbiausių yra techninės infrastruktūros poreikis. Sklandžiam testavimui reikalingi kompiuteriai, stabilus interneto ryšys ir

tinkamai veikianči sistema. Jei šios sąlygos neužtikrinamos, testavimo procesas gali būti sutrikdytas, o tai gali turėti įtakos rezultatų kokybei [29].

Kitas svarbus aspektas yra naudotojų pasirengimas. Sistema turi būti pakankamai aiški tiek testavimo organizatoriui, tiek mokiniui. Pradinių klasių mokinių atveju tai ypač aktualu, nes sudėtinga arba neaiški sąsaja gali trukdyti atlikti testą ir iškraipyti rezultatus. Todėl mokinio aplinka turi būti kuo paprastesnė, o administratoriaus veiksmai – aiškiai struktūruoti.

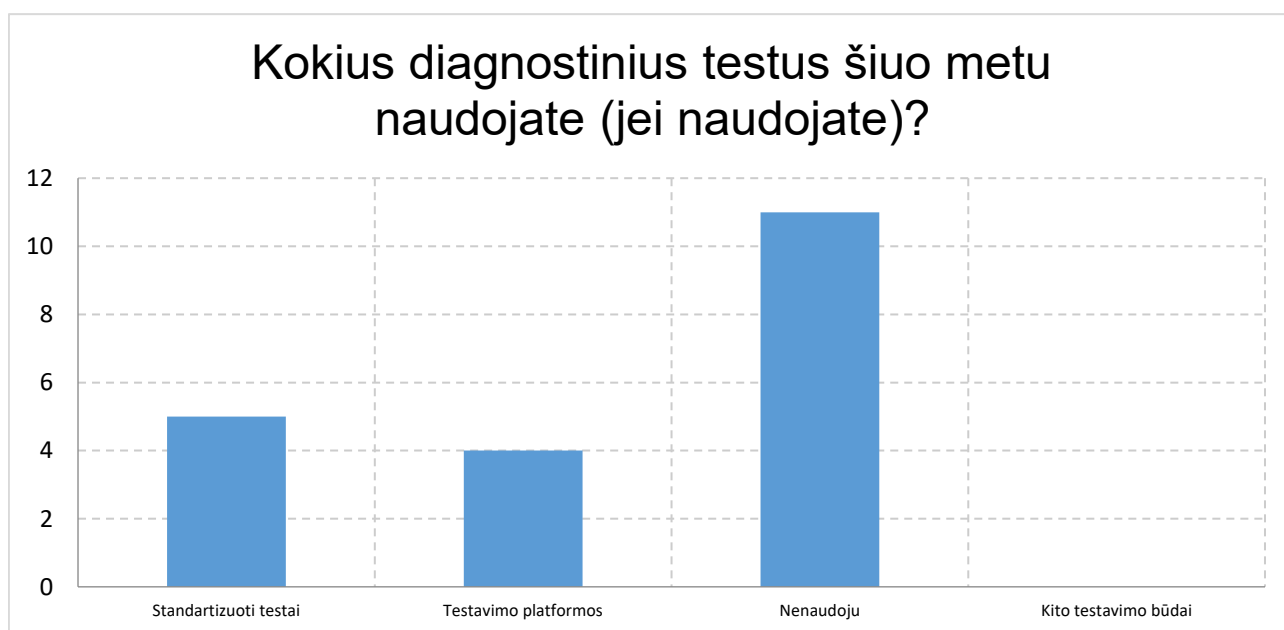
Apibendrinant galima teigti, kad virtualus testavimas gali padėti spręsti tradicinio diagnostinio testavimo problemas, susijusias su rankiniu vertinimu, rezultatų suvedimu ir duomenų paruošimu analizei. Vis dėlto tokios sistemos nauda priklauso nuo to, ar ji yra pritaikyta konkrečiam testavimo tikslui, ar užtikrina aiškią naudotojo sąsają ir ar leidžia patikimai eksportuoti surinktus duomenis tolimesniam apdorojimui [30].

1.2. Poreikio tyrimas

Virtualaus diagnostinio matematikos testavimo poreikiui ir aktualumui išsiaiškinti buvo atliktas sociologinis tyrimas „Diagnostinės pradinių klasių mokinių matematikos testavimo metodikos diegimas virtualioje aplinkoje“.

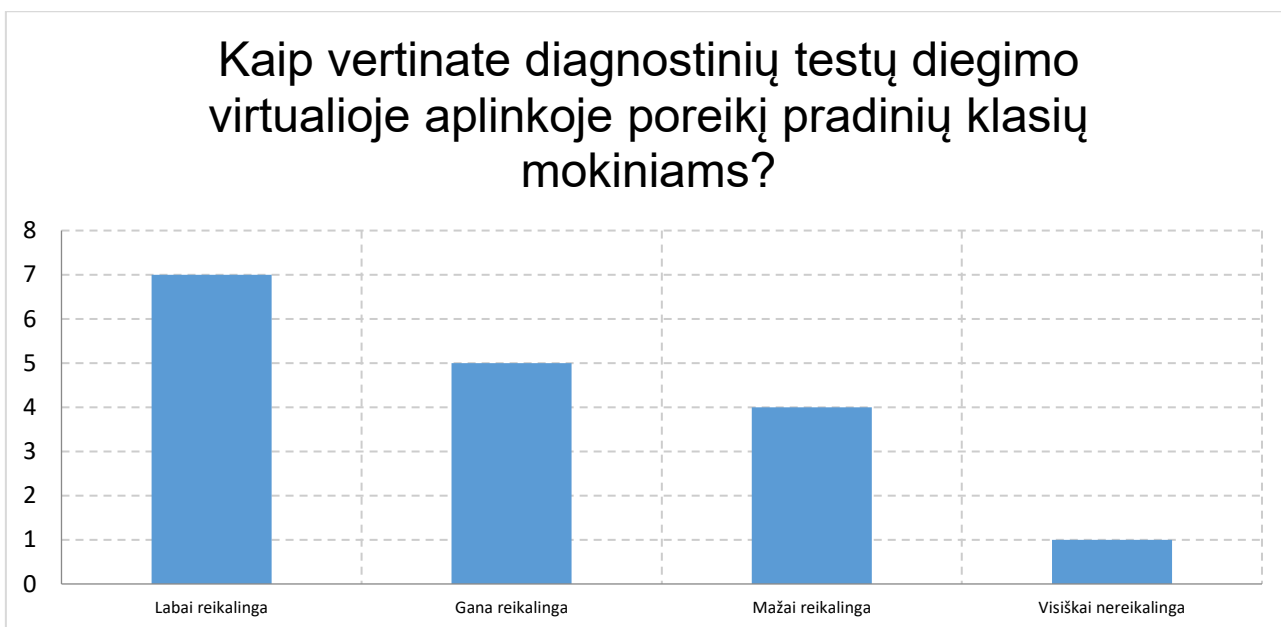
Tyrimo rezultatai buvo surinkti naudojantis „Google Forms“ platforma. Apklausa sudaro trylika klausimų (žr. **16 lentelė**), atsakymai yra uždari, vieno arba kelių variantų. Apklausa susideda iš respondentų pažinimo dalies, jų lytis, amžius, patirties, kvalifikacija ir vėliau jų nuomonės apie diagnostinį testavimą dalies. Buvo apklausta septyniolika pradinių klasių mokytojų.

Visų pirma reikėjo išsiaiškinti ar mokytojai šiuo metu naudoja diagnostinius testus, jei taip kokius. Iš apklausos rezultatų aišku, jog didžioji dalis mokytojų nenaudoja diagnostinių testų, o pedagogai, kurie naudoja šiuos testus, tai atlieka ant popieriaus (žr. **1 pav.**).



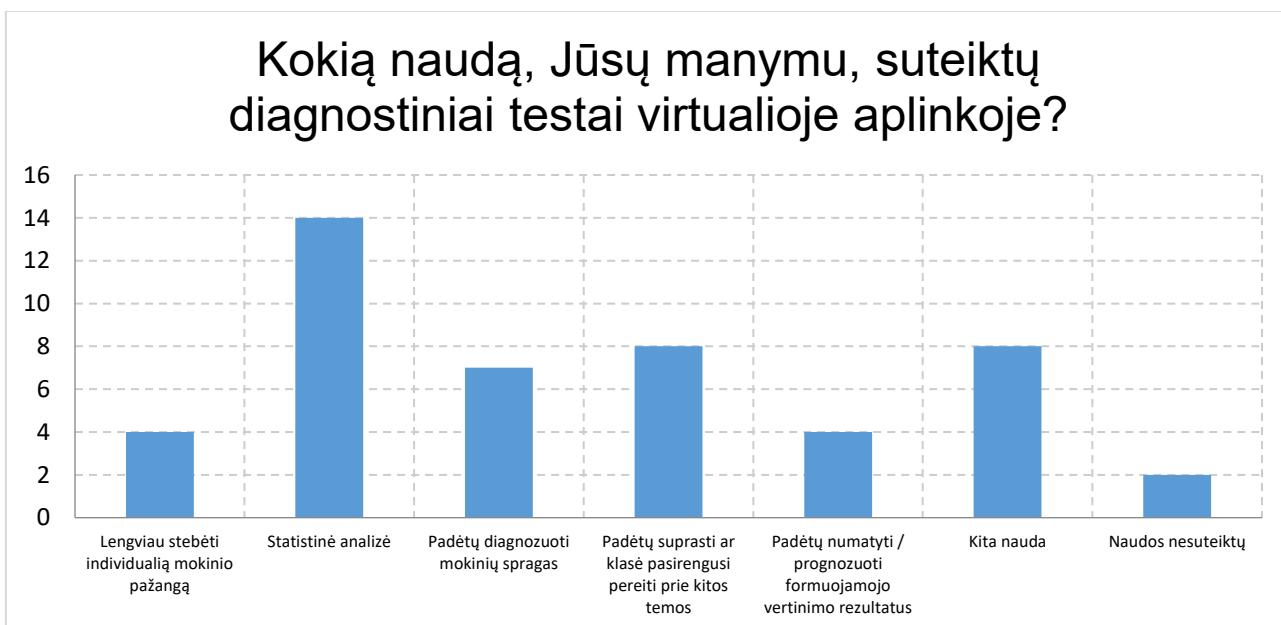
1 pav. Diagnostinių testų naudojimas

Matant šiuos rezultatus kyla klausimas. Jei šie testai nėra naudojami, gal jie nereikalingi? Gal jie neatneša naudos? Klausimai apie virtualius diagnostinius testus (žr. 2 pav., 3 pav.) rodo, jog požiūris į testavimą yra teigiamas. Pedagogai mato poreikį tokiam testavimui bei, išvelgia keletą naudų, kaip statistinė analizė, supratimas ar klasė pasirengusi pereiti prie kitos temos ir t.t. (žr. 3 pav.).



2 pav. Virtualaus diagnostinio testavimo poreikis

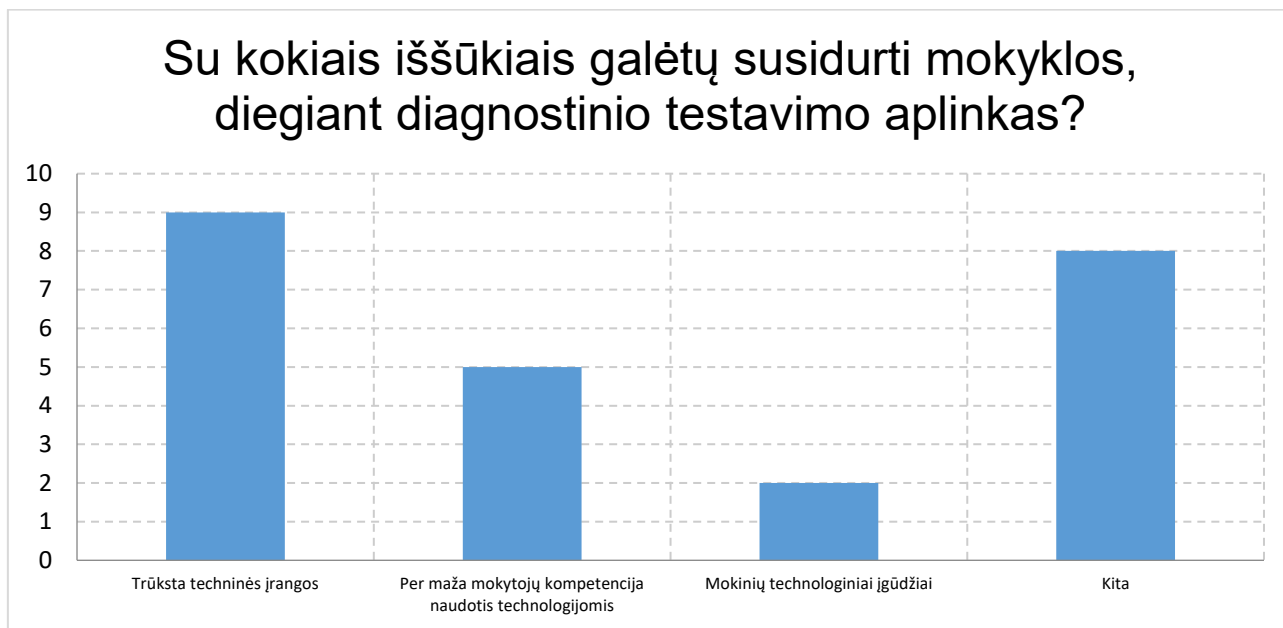
2 pav. galima pastebėti, jog net 70% respondentų teigiamai žiūri į virtualų diagnostinį testavimą. Tik 7% pedagogų nemato visiškai jokios naudos iš tokių testų.



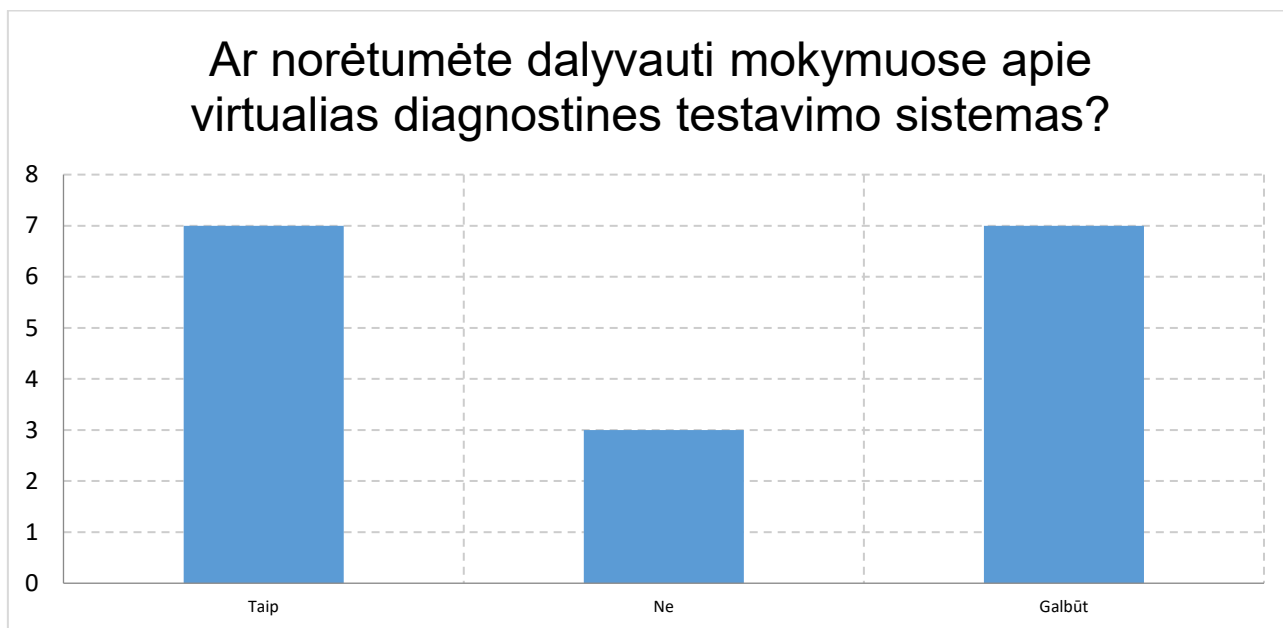
3 pav. Virtualių diagnostinių testų teikiama nauda

3 pav. galima pastebėti, jog respondentai išvelgia daug naudų, kurias teikia diagnostiniai testai virtualioje aplinkoje. Individuali mokinio pažanga aktuali 20%, net 80% respondentų vertina statistinės analizės aspektą. Mokinių spragų nustatymas (41%), klasės pasirengimo lygis kitai temai (47%), formuojamojo vertinimo prognozė (23%) bei kitos naudos (47%). Iš šių rezultatų galime

suprasti, jog diagnostiniai testai gali teikti didelį spektrą įrankių mokymosi procesui gerinti. Tik 12% respondentų nemano jog virtualūs diagnostiniai testai nesuteiktų naudos.



4 pav. Virtualaus diagnostinio testavimo iššūkiai

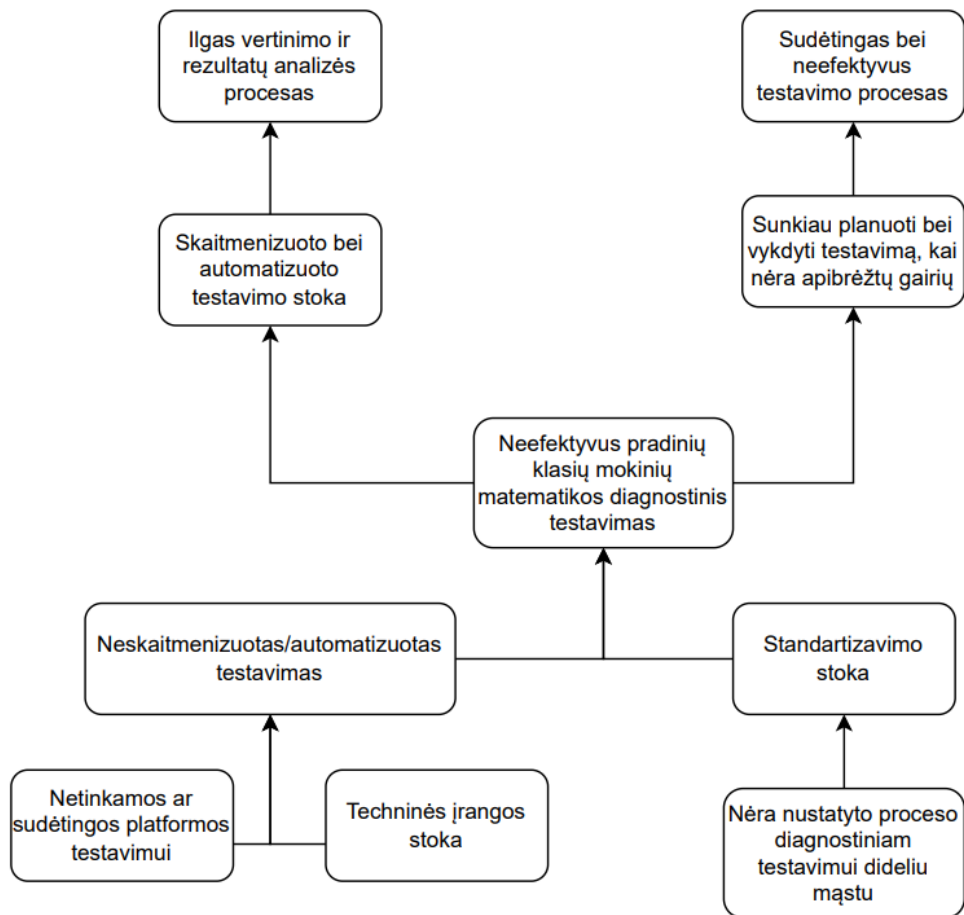


5 pav. Pageidavimas dalyvauti mokymuose

Taigi, iš apklausos rezultatų galima pastebėti kelis svarbius dalykus. Diagnostinis vertinimas yra retai taikomas mokyklose, nors mokytojai ir įžvelgia svarbą jame. Virtualus diagnostinis testavimas gali atnešti keletą svarbių naudų, tačiau mokytojai mano, jog mokykloms trūksta techninės įrangos jį įgyvendinti (žr. 4 pav.). Darant prielaidą, jog toks testavimas būtų įdiegtas į mokyklą, dauguma pedagogų neprieštarautų jam kvalifikuotis (žr. 5 pav.).

1.3. Problemų ir tikslų medžiai

Geriau suprasti problemą ir jai vizualizuoti buvo sukurtas problemų medis (žr. 6 pav.).



6 pav. Problemų medis

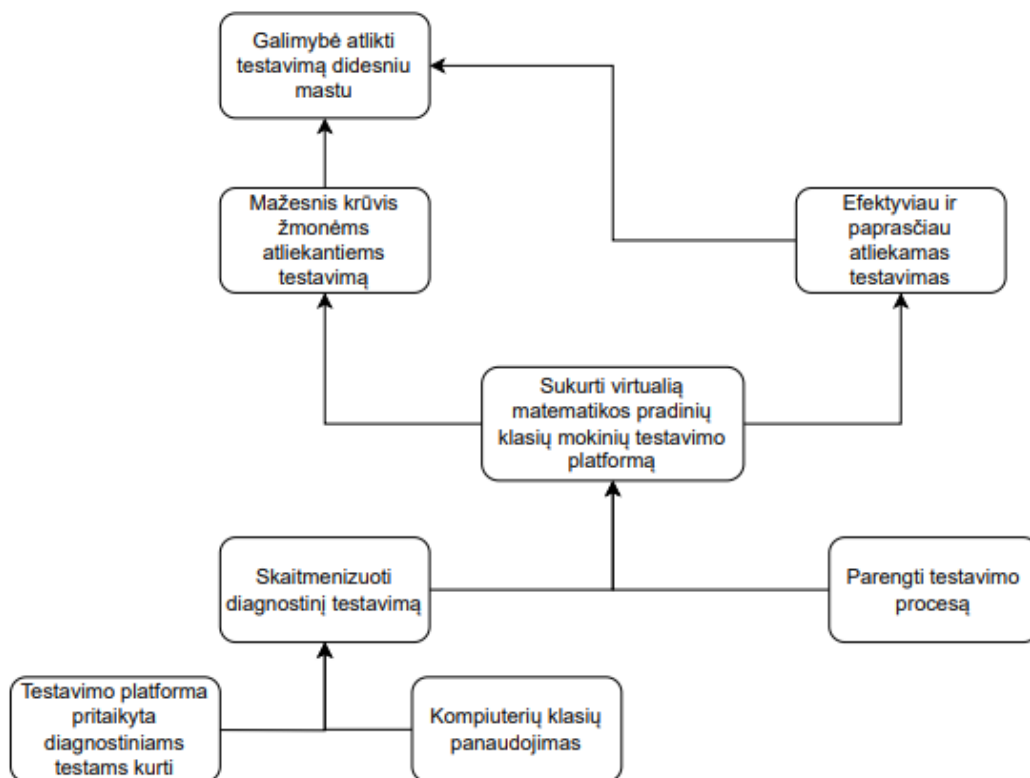
Paveikslėlyje (žr. 6 pav.) galima pastebėti dvi pagrindines problemas, kurios lemia neefektyvų diagnostinį testavimą. Pirmoji yra skaitmenizavimo trūkumas, tai reiškia, jog popieriniai testai nėra efektyvūs vertinimo atžvilgiu. Vertintojams tenka didelis krūvis ištaisyti testus, kai jie galėtų būti ištaisomi skaitmeninės testavimo sistemos. Šią problemą pagrinde lemia dvi priežastys:

Nėra platformos, atitinkančios visus reikalavimus, kurioje būtų galima kurti, valdyti testus, bei sistemos dalyvius ir kuri būtų pakankamai paprasta, specializuota.

Techninės įrangos stoka reiškia, jog klasėse nėra kompiuterių.

Antroji problema yra standartizavimo stoka. Yra žymiai efektyviau ir lengviau atlikti testavimą, kai galima naudotis instrukcijomis, o ne pačiam galvoti – išradinėti dviiratį.

Šie veiksniai lemia, jog pats testavimo procesas gali būti sudėtingas bei neaiškus, o jau atlikus testavimą, įvertinimo etapas tampa varginantis. Problemai spręsti buvo sukurtas tikslų medis.



7 pav. Tikslų medis

Tikslų medyje (žr. 7 pav.) galime matyti problemos sprendimą. Techninės įrangos problemą būtų galima spręsti mokyklose panaudojant kompiuterių klases, taip įgalinant naudoti testavimo sistemą. Testavimo sistema turėtų būti pritaikyta kurti diagnostinius matematinius testus. Perkėlus testavimą į virtualią erdvę sumažėja krūvis testavimą ir vertinimą atliekantiems žmonėms, galima didinti testavimo mastą. Parengus instrukcijas, gaires, kaip galėtų būti atliekamas testavimas, procesas taptų paprastesnis ir tuo pačiu efektyvesnis.

1.4. Išvados

1. Išanalizavus diagnostinio vertinimo teorinius aspektus nustatyta, kad pradinį klasių mokinių matematikos testai turi būti aiškūs, amžiui tinkami ir parengti laikantis validumo, patikimumo bei standartizavimo principų.
2. Virtualus testavimas gali sumažinti rankinio vertinimo darbo apimtį, pagreitinti rezultatų gavimą ir sudaryti sąlygas duomenis eksportuoti tolimesnei analizei, tačiau skaitmeninė aplinka savaime neužtikrina testų kokybės.
3. Atliktas poreikio tyrimas parodė, kad mokytojai virtualų diagnostinį matematikos testavimą vertina palankiai, tačiau jo taikymą gali riboti techninės priemonės, naudotojų pasirengimas.

2. Virtualių matematikos testavimo sistemų projektavimas

Šiais laikais yra poreikis automatizuoti kuo daugiau sričių bei kuo greičiai ir efektyviau. Vyksta naujųjų laikų pramonės revoliucija, kai vis daugiau darbo yra atliekama mašinomis – virtualiomis. Visa informacija tampa pasiekiamą skaitmenine forma, visi procesai keliami į skaitmeninę erdvę [9]. Edukacinės veiklos nuo to nesiskiria, taip pat ir testavimas. Augant virtualaus testavimo sistemų poreikiui, didėja tokių sistemų kiekis, tačiau ne visos sistemos tenkina jų naudotojų poreikius. Taip pat laikui einant ir patys naudotojai bei jų poreikiai keičiasi. Virtualioji testavimo sistema – tai informacinė sistema, leidžianti nuotoliniu būdu automatizuotai ar pusiau automatizuotai vertinti naudotojų poaibio žinias, gebėjimus ar kitus parametrus, pasitelkiant įvairias technologines priemones ir funkcionalumus. Tokios sistemos ypač aktualios šiuolaikinėje skaitmeninėje visuomenėje, kur vis daugiau mokymosi, kvalifikacijos kėlimo ar darbuotojų atrankos procesų vyksta nuotoliniu būdu. Virtualios testavimo sistemos plačiai naudojamos švietimo įstaigose, verslo organizacijose, personalo atrankos procesuose, profesiniuose sertifikavimuose bei kitose srityse, kur būtina objektyviai ir efektyviai įvertinti didelį dalyvių skaičių. Virtualios testavimo sistemos dalyviai dažniausiai yra trys pagrindinės grupės: testuojamieji (pvz., studentai, darbuotojai), testavimo organizatoriai (pvz., dėstytojai, žmogiškųjų išteklių specialistai) ir sistemos administratoriai ar kūrėjai. Pagrindinė problema, kurią sprendžia virtualios testavimo sistemos, yra objektyvaus, greito ir sąžiningo vertinimo užtikrinimas nuotolinėmis sąlygomis, kai tradiciniai vertinimo metodai tampa riboti ar neprieinami ar tiesiog nepatogūs [10]. Tokios sistemos leidžia automatizuoti testavimo procesą, sumažinti žmogiškųjų klaidų tikimybę bei padidinti testavimo mastą ir efektyvumą [11].

Šio skyriaus tikslas yra išsiaiškinti kokie yra konkrečių naudotojų poreikiai, bei suprojektuoti testavimo aplinką, kuri juos tenkintų.

2.1. Virtualios testavimo sistemos naudotojai ir jų poreikiai

Virtualiosios testavimo sistemos (VTS) yra skirtos palengvinti žinių vertinimo procesą skaitmeninėje erdvėje, užtikrinant paprastą, patogų testavimo procesą. Šios sistemos orientuotos į tris pagrindines dalyvių grupes: mokinius (testuojamuosius), mokytojus (rengiančius testus) ir administratorius (dėstytojus ar mokytojus, kurie kuria ir administruoja testus bei vykdo testavimą). Kiekviena grupė turi specifinius poreikius, kurie formuoja sistemos funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus.

Norimos sistemos naudotojų rolių kiekis yra sumažintas iki dviejų – mokinių bei administratorių (testuotojų). Galima manyti, jog šioje sistemoje administratorius užima mokytojo vietą. Toks pasirinkimas atliktas dėl planuojamo sistemos naudojimo, kai testai yra atliekami ne mokytojo, bet tyrėjo (administratoriaus - sistemos kontekste). Dažniausiai tokiose sistemose yra išskiriamos bent trys naudotojų grupės, kai sistemos yra centralizuotos tam tikrose mokymosi įstaigose – pavyzdžiui mokymosi turinio valdymo sistema „Moodle“, kuri turi žymiai daugiau naudotojų rolių, dėl sistemos sudėtingumo, funkcijų įvairovės, bei poreikio administruoti sistemą mokymo įstaigos viduje. Taip pat yra ir žymiai paprastesnių sprendimų, kai testui atlikti tereikia dviejų rolių, žmogaus kuris sukurs testą, bei žmogaus, kuris jį atliks, tada nelieka administratoriaus poreikio, kadangi, jis pačios sistemos nevaldo (dalyvių kūrimas, istorinių rezultatų peržiūra ir t.t), kaip pavyzdys „Kahoot“.

Tampa aišku – jog nuo sistemos panaudojimo tikslo iškyla ir sistemos naudotojai bei jų poreikiai. Kadangi projektuojamos sistemos tikslas yra palengvinti tyrėjams atlikti masinį testavimą skirtinguose mokymo įstaigose bei surinkti reikalingus duomenis, galima išskirti konkretesnius naudotojų poreikius.

VTS naudotojas – mokinys, pats elementariausias. Jo poreikis yra prisijungti į sistemą bei atlikti jam priskirtą testą. Jis pats negali prisiregistruoti, nekuria savo paskyros, tik žino savo anonimizuotą prisijungimo kodą. Toks mažas mokinio funkcionalumas yra suprojektuotas dėl duomenų saugos sumetimų bei norima sistemos naudojimą paversti kuo paprastesniu šiai rolei, sumažinti galimų paspaudimų kiekį sistemoje.

VTS naudotojas – administratorius turi gana nemažai poreikių. Administratorius gali valdyti kitus sistemos naudotojus, juos kurti (taip pat ir kitus administratorius). Taip pat šis naudotojas turi galimybę atlikti testavimo procesą. Jis prasideda nuo klausimų kūrimo, jų sudėjimo į testą. Jis taip pat gali atlikti testavimą skirtingoms mokinių grupėms, todėl tam reikia valdyti mokinių grupes, klases, kada atliekamas testas. Taip pat administratorius turi galėti peržiūrėti rezultatus visų atliktų testų, matyti blogus bei gerus atsakymus, bei gebėti juos eksportuoti, kad būtų galima atlikti tolimesnę rezultatų analizę.

Taigi, turint šias dvi naudotojų grupes bei paminėtus naudotojų poreikius sistema tampa gana lanksti, mokinio rolei labai paprasta naudotis sistema, o administratorius turi veiksmų laisvę, nėra pririštas prie jokios įstaigos bei savo nuožiūra bet koku metu gali sukurti, priskirti testą bet kokiam mokiniui.

2.2. Virtualios testavimo sistemos posistemiai

Virtualiajai testavimo sistemai yra reikalingi posistemiai, kurie yra išskiriami pagal naudotojų poreikius. Numatomi šie posistemiai:

- naudotojų valdymo posistemis;
- testų valdymo posistemis;
- testų sesijos posistemis.

Naudotojų valdymo posistemis lemia kaip VTS atsiranda jos naudotojai, kokias roles jie turi. Jis atsakingas už naudotojo sukūrimą, trynimą, redagavimą, blokavimą. Administratoriai šiame posistemyje gali kurti kitus administratorius, suteikti jiems prisijungimą, bei registruoti mokinius.

Testų valdymo posistemis atsakingas už testų kūrimą, redagavimą, trynimą. Jis apima skirtingų tipų klausimų kūrimą, jų klasifikaciją, klausimų banko sudarymą. Šis posistemis taip pat valdo ir testo būseną – ar tai tik juodraštis, ar tai galutinis testas, gal tai nebenaudojamas testas.

Testų sesijos posistemis yra gana glaudžiai susijęs su pačiu testu. Šis posistemis neįtakoja testo, tačiau jis nusprendžia kada testas turi būti atliekamas, kas turi atlikti testą, matomas atliekamo testo progresas. Testo sesijai pasibaigus matomi rezultatai. Taip pat šis posistemis leidžia eksportuoti sesijos rezultatų duomenis.

Turint šiuos tris posistemius sistemoje sudaromos galimybės atlikti virtualų testavimą nuo pat dalyvių įtraukimo iki jų testų rezultatų eksportavimo.

2.3. Funkciniai bei nefunkciniai reikalavimai

Funkciniai bei nefunkciniai reikalavimai geriau padeda suprasti bendrus virtualių testavimo sistemų reikalavimus. Pagrindinės tokių sistemų funkcijos pateiktos lentelėje (žr. **1 lentelė**).

1 lentelė. Bendri funkciniai reikalavimai

Funkcinis reikalavimas	Aprašymas
Naudotojų valdymas	Sistemoje galima prisiregistruoti ar būti užregistruotam. Iš sistemos galima pašalinti kitus naudotojus, keisti jų rolę, prieigą.
Prisijungimas ir atsijungimas	Sistemoje galima prisijungti bei atsijungti iš sistemos
Testų valdymas	Sistemoje galima kurti įvairių tipų klausimus, juos grupuoti, kategorizuoti, sudėti į sąrašus, trinti, redaguoti. Sistema leidžia nustatyti testo pavadinimą, trukmę, klausimų eiliškumą ir matomumą mokiniams.
Testų atlikimas	Naudotojai turi galėti lengvai pasiekti testus per intuityvią sąsają, matyti aiškias instrukcijas ir atsakyti į klausimus.
Automatizuotas vertinimas	Sistema automatiškai vertina pasirinkimo tipo ir suderinimo klausimus, pateikdama momentinį grįžtamąjį ryšį. Yra galimybė rankiniu būdu vertinti atvirojo tipo klausimus, jei reikia, tačiau to reikia vengti.
Grįžtamasis ryšys	Po atlikto testo gaunamas grįžtamasis ryšys, matomos klaidos, teisingi atsakymai, paaiškinimai.
Duomenų eksportacija ir ataskaitos	Sistema turi leisti peržiūri ir eksportuoti rezultatus (pvz., CSV formatu), įskaitant balus, teisingų atsakymų procentą ir pažangos diagramas.
Bendravimo įrankiai	Sistema leidžia siųsti pranešimus kitiems sistemos naudotojams.
Testų prieigos valdymas	Sistemoje galima nustatyti testų prieigos apribojimus, pvz., slaptažodį ar laiko intervalą. Naudotojai mato tik jiems priskirtus testus.

Šie reikalavimai padeda susidaryti bendrą sistemos vaizdą – kas joje gali būti. Tikslius funkcinis reikalavimus nulems naudotojų poreikiai.

Bendras sistemos savybes galima apibrėžti nefunkciniais reikalavimais. Išskirti pagrindiniai nefunkciniai reikalavimai virtualioms testavimo sistemoms (žr. **2 lentelė**).

2 lentelė. Bendri nefunkciniai reikalavimai

Nefunkcinis reikalavimas	Aprašymas
Našumas	Sistema turi veikti greitai ir stabiliai net ir esant daug naudotojų vienu metu.
Saugumas	Duomenų apsauga, autentifikacija, apsauga nuo sukčiavimo, HTTPS, prieigos kontrolė.
Suderinamumas	Veikimas skirtingose naršyklėse/operacinėse sistemose.
Naudojamumas	Intuityvi vartotojo sąsaja, aiški testų struktūra, paprasta navigacija.
Pritaikymas neįgaliesiems	WCAG atitikimas, suderinamumas su ekrano skaitytuvais, klaviatūros valdymas, kontrastingi elementai.

Šiuos funkcinis bei nefunkcinis reikalavimus galima pritaikyti ir projektuojamai testavimo sistemai, tačiau reikia atsižvelgti į jau nustatytus projektuojamos sistemos naudotojų poreikius. Kadangi norimam testavimo atlikimui užtenka mažiau funkcinis reikalavimų nei lentelėje aukščiau (žr. **1 lentelė**), bus atrinkta reikalingų funkcinis reikalavimų aibė, pateikta (žr. **3 lentelė**).

3 lentelė. Funkciniai reikalavimai sistemai

Funkcinis reikalavimas	Aprašymas
Naudotojų valdymas	Sistemoje galima prisiregistruoti ar būti užregistruotam. Iš sistemos galima pašalinti kitus naudotojus, keisti jų rolę, prieigą.
Prisijungimas ir atsijungimas	Sistemoje galima prisijungti bei atsijungti iš sistemos
Testų valdymas	Sistemoje galima kurti įvairių tipų klausimus, juos grupuoti, kategorizuoti, sudėti į sąrašus, trinti, redaguoti. Sistema leidžia nustatyti testo pavadinimą, trukmę, klausimų eiliškumą ir matomumą mokiniams.
Testų atlikimas	Naudotojai turi galėti lengvai pasiekti testus per intuityvią sąsają, matyti aiškias instrukcijas ir atsakyti į klausimus.
Automatizuotas vertinimas	Sistema automatiškai vertina pasirinkimo tipo ir suderinimo klausimus, pateikdama momentinį grįžtamąjį ryšį. Yra galimybė rankiniu būdu vertinti atvirojo tipo klausimus, jei reikia, tačiau to reikia vengti.
Duomenų eksportavimas	Sistema turi leisti peržiūrėti ir eksportuoti rezultatus (pvz., CSV formatu), įskaitant balus, teisingų atsakymų procentą.
Testų prieigos valdymas	Sistemoje galima nustatyti testų prieigos apribojimus, pvz., slaptažodį ar laiko intervalą. Naudotojai mato tik jiems priskirtus testus.

Pateiktos sistemos funkcijos tenkina išskirtus naudotojų (administratorius ir mokinius) pagrindinius poreikius - atlikti matematinį testavimą virtualioje aplinkoje.

Šiuos išskirtus funkcionalumus galime išskirstyti į jau numatytus posistemius (žr. 2.2 skyriuje).

4 lentelė. Reikalavimų klasifikavimas pagal posistemius

Posistemis	Funkciniai reikalavimai
Naudotojų valdymo posistemis	Naudotojų valdymas Prisijungimas Atsijungimas
Testų valdymo posistemis	Testų valdymas
Testų sesijos posistemis	Testo atlikimas Automatizuotas vertinimas Duomenų eksportavimas Testų prieigos valdymas

Virtuali testavimo sistema tenkina skirtingų naudotojų poreikius, mokinio – atlikti testą, administratoriaus – valdyti testus, naudotojus ir t.t. Funkciniai reikalavimai išskirti pagal naudotojų poreikius.

Mokinys:

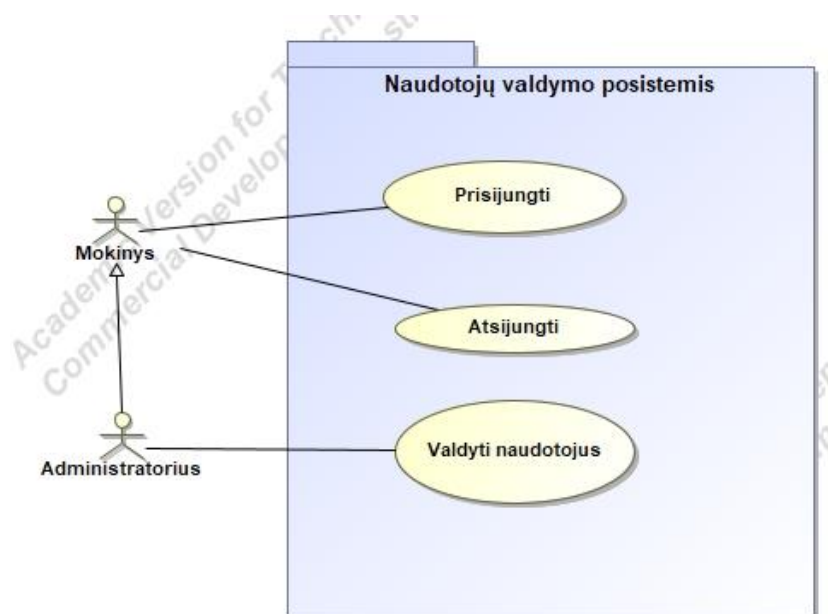
- prisijungimas;
- atsijungimas;
- testų atlikimas.

Administratorius:

- naudotojų valdymas;
- Prisijungimas;
- atsijungimas;
- testų atlikimas;
- automatizuotas vertinimas;
- duomenų eksportavimas;
- testų prieigos valdymas.

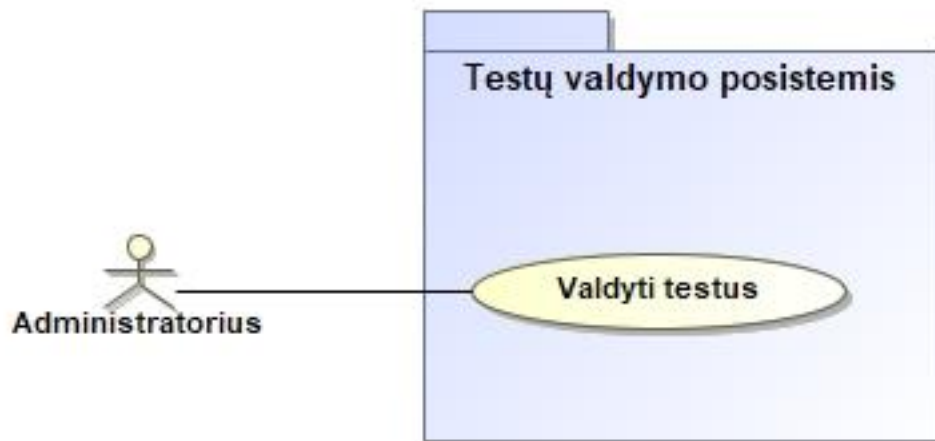
2.3.1. Virtualios testavimo sistemos panaudojimo atvejai

Šiame skyriuje pateiktos diagramos pagal išskirtus posistemius, dalyvius bei panaudojimo atvejus.



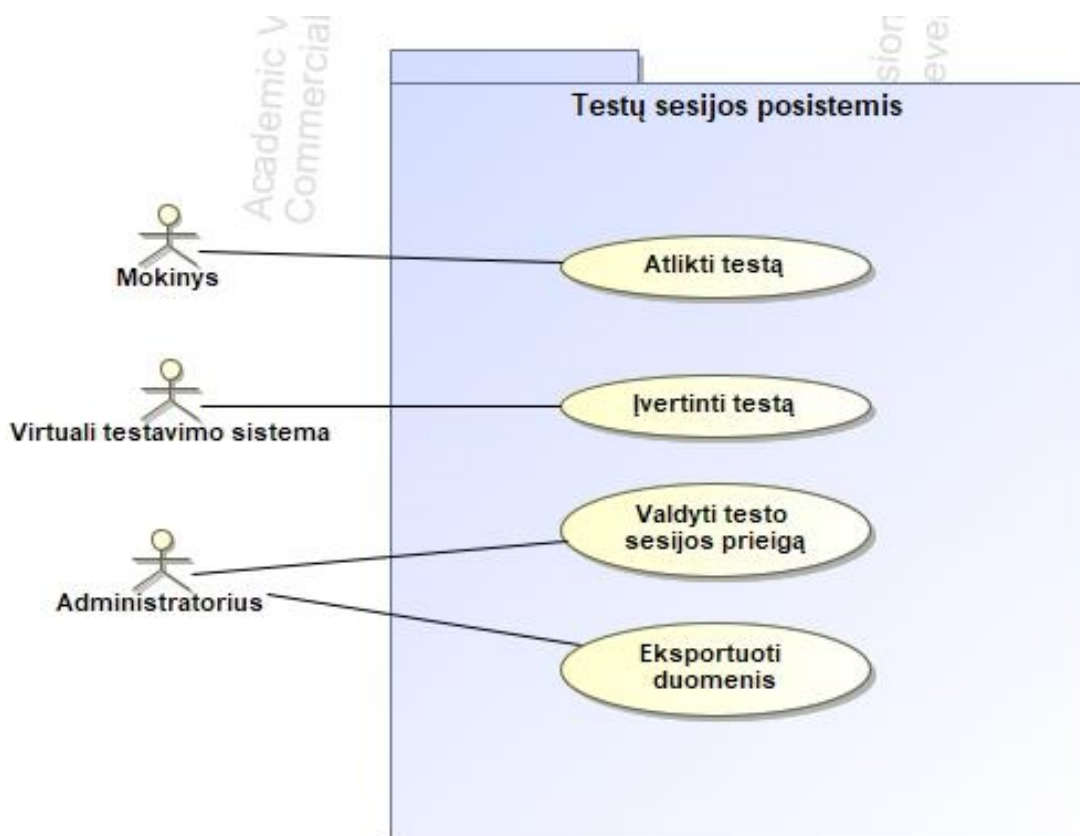
8 pav. Naudotojų valdymo posistemio panaudojimo atvejai

Naudotojų valdymo posistemyje dalyvauja abu sistemos naudotojai. Šiame posistemyje (žr. **8 pav.**) jie gali prisijungti bei atsijungti. Administratorius gali valdyti naudotojus, juos kurti, trinti.



9 pav. Testų valdymo posistemio panaudojimo atvejis

Testų valdymo posistemyje administratorius valdo testus, tai yra juos kuria, keičia jų būseną. Į testo kūrimą įeina bei naujų klausimų kūrimas, klausimų klasifikavimas.



10 pav. Testų sesijos posistemio panaudojimo atvejai

Testų sesijos posistemyje mokinys atlieka jam priskirtą testą. Šiame posistemyje administratorius valdo testo sesiją, tai yra kuria, kada bei kokie dalyviai atliks testą, stebi sesijos būseną, keičia testo sesijos būseną. Taip pat jis gali gauti testo sesijos duomenis – testų rezultatus. Automatizuoto testo

įvertinimo funkcionalumas priskirtas pačiai sistemai, jis yra įtakojamas mokinio arba administratoriaus – užbaigus testo sesiją.

Iš panaudojimo atvejų diagramų matomos pagrindinės sistemos funkcijos bei naudotojai, kurie jas gali atlikti.

2.4. Panaudojimo atvejų specifikacijos

Naudotojų valdymo posistemio panaudojimo atvejų specifikacijos (žr. 5 - 7 lentelėse).

5 lentelė. Prisijungti panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Prisijungti
Tikslas	Autentifikuotis į sistemą
Dalyviai	Mokinys Administratorius
Išankstinė sąlyga	Naudotojas yra atsijungęs
Sužadinimo sąlyga	Prisijungimo lango pasirinkimas
Įvykdymo sąlyga	Suvesti teisingi prisijungimo duomenys
Pagrindinis scenarijus	Naudotojas pasiekęs svetainę suveda prisijungimo duomenis bei spaudžia prisijungimo mygtuką bei autentifikuojasi į sistemą

6 lentelė. Atsijungti panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Atsijungti
Tikslas	Palikti sistemą
Dalyviai	Mokinys Administratorius
Išankstinė sąlyga	Naudotojas yra prisijungęs
Sužadinimo sąlyga	Atsijungimo mygtuko paspaudimas
Įvykdymo sąlyga	Atsijungimo signalas pasiekia serverį
Pagrindinis scenarijus	Naudotojas norėdamas baigti darbą sistemoje paspaudžia atsijungimo mygtuką, jo sesija užbaigiama ir jis grąžinamas į prisijungimo langą

7 lentelė. Valdyti naudotojus panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Valdyti naudotojus
Tikslas	Kurti sistemos administratorius, mokinius, juos redaguoti ir trinti.

Dalyviai	Administratorius
Išankstinė sąlyga	Naudotojas yra prisijungęs
Sužadinimo sąlyga	Naudotojų valdymo pasirinkimas
Įvykdymo sąlyga	Suvedus, pakoregavus naudotojo duomenis paspaustas patvirtinimo mygtukas
Pagrindinis scenarijus	Administratorius norėdamas į sistemą pridėti mokinį suveda jo identifikacinį kodą bei patvirtina pridėjimo operaciją

Testų valdymo posistemio panaudojimo atvejų specifikacijos (žr. **8 lentelė**).

8 lentelė. Valdyti testus panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Valdyti testus
Tikslas	Kurti, redaguoti, trinti testus
Dalyviai	Administratorius
Išankstinė sąlyga	Naudotojas yra prisijungęs
Sužadinimo sąlyga	Testo valdymo pasirinkimas
Įvykdymo sąlyga	Suvedus testo duomenis, pasirinkus arba sukūrus testo klausimus testas yra sukuriamas
Pagrindinis scenarijus	Administratorius pasirinkęs testo kūrimą suveda testo duomenis, sudeda į testą klausimus bei spaudžia testo išleidimo mygtuką.

Testų sesijos valdymo posistemio panaudojimo atvejų specifikacijos (žr. **9 - 12 lentelėse**).

9 lentelė. Atlikti testą panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Atlikti testą
Tikslas	Atlikti priskirtą testą ir gauti įvertinimą
Dalyviai	Mokinys
Išankstinė sąlyga	Mokinys yra prisijungęs ir turi priskirtą testo sesiją
Sužadinimo sąlyga	Testo atlikimo mygtuko paspaudimas
Įvykdymo sąlyga	Atsakius į testo klausimą paspaudžiamas testo baigimo mygtukas

Pagrindinis scenarijus	Mokinys prisijungęs į sistemą paspaudžia ant testo, jį pradeda, atsako į klausimus bei spaudžia pabaigimo mygtuką.
------------------------	--

10 lentelė. Įvertinti testą panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Įvertinti testą
Tikslas	Atlikti priskirtą testą ir gauti įvertinimą
Dalyviai	Virtuali testavimo sistema
Išankstinė sąlyga	-
Sužadinimo sąlyga	Atliekamas testas
Įvykdymo sąlyga	Suskaičiuojami testo rezultatai
Pagrindinis scenarijus	Mokiniui atlikus testą jis yra automatiškai įvertinamas.

11 lentelė. Valdyti testo sesijos prieigą panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Valdyti testo sesijos prieigą
Tikslas	Priskirti testo sesijai mokinius bei valdyti sesijos statusą
Dalyviai	Administratorius Mokinys
Išankstinė sąlyga	Sistemoje egzistuoja sukurtas testas bei mokinys
Sužadinimo sąlyga	Spaudžiamas testo sesijos sukūrimo mygtukas
Įvykdymo sąlyga	Į sesiją pridedami mokiniai, nustatoma sesijos būseną
Pagrindinis scenarijus	Administratorius paspaudęs testo sesijos sukūrimo mygtuką pasirenka testą, priskiria mokinius bei paskelbia testą prieinamu

12 lentelė. Eksportuoti duomenis panaudojimo atvejo specifikacija

Panaudojimo atvejis	Eksportuoti duomenis
Tikslas	Eksportuoti testo sesijos rezultatus
Dalyviai	Administratorius
Išankstinė sąlyga	Testo sesijoje yra pabaigtų testų
Sužadinimo sąlyga	Spaudžiamas testo rezultatų parsisiuntimo mygtukas

Įvykdymo sąlyga	Parsiunčiami testo sesijos rezultatai
Pagrindinis scenarijus	Administratorius paspaudęs testo sesijos rezultatų parsiuntimo mygtuką parsiunčia mokinių testo rezultatus

Šios specifikacijos padeda susieti sistemos reikalavimus su konkrečiais naudotojų veiksmais. Tai sudaro pagrindą tolimesnei sistemos realizacijai ir leidžia užtikrinti, kad sistema atitiktų pagrindinius administratoriaus ir mokinio poreikius.

2.5. Išvados

1. Remiantis naudotojų poreikiais išskirtos dvi pagrindinės sistemos rolės: administratorius ir mokinys. Mokinio funkcionalumas turi būti ribotas ir paprastas, o administratorius turi valdyti mokinius, testus, testavimo sesijas, rezultatus ir duomenų eksportavimą.
2. Sistemos funkcionalumas suskirstytas į tris pagrindinius posistemius: naudotojų valdymo, testų valdymo ir testavimo sesijų valdymo. Toks skaidymas leidžia aiškiai susieti sistemos funkcijas su naudotojų poreikiais.
3. Parengti funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai bei panaudojimo atvejų specifikacijos sudaro pagrindą virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos realizacijai.

3. Egzistuojanti programinė įranga bei siūlomas sprendimas

Šiame skyriuje analizuojami esami programiniai sprendimai, kurie galėtų būti taikomi virtualiam diagnostiniam matematikos testavimui. „Moodle“, „Google Forms“ ir „Kahoot“ sistemos lyginamos pagal šiame darbe išskirtus funkcinis poreikius: naudotojų valdymą, testų valdymą, testavimo sesijų administravimą, automatinį vertinimą ir duomenų eksportavimą. Atliktas palyginimas leidžia įvertinti, ar esami sprendimai gali tenkinti projektuojamos sistemos reikalavimus.

3.1. Programinės įrangos palyginimas

Žemiau pateiktas „Moodle“, „Google Forms“ ir „Kahoot“ sistemų palyginimas pagal konkrečius funkcinis panaudojimo atvejus, suskirstytus pagal posistemius (žr. lenteles **13**, **14**, **15**). Vertinimai žodiniai: „taip“ – funkcionalumas visiškai tenkinamas, „iš dalies“ – tenkinamas ribotai, „ne“ – netenkinamas.

13 lentelė. Naudotojų valdymo posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų

Panaudojimo atvejis	Moodle	Google Forms	Kahoot
Prisijungti Atsijungti	taip – visiškai palaiko	iš dalies – reikalinga Google paskyra	taip – visiškai palaiko
Valdyti naudotojus	taip – kuria, keičia, blokuoja, priskiria roles	ne – negalima kurti naudotojų, tik atsakotojai	iš dalies – tik dalyvių vardai sesijoje, ne tikri naudotojai

14 lentelė. Testų valdymo posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų

Panaudojimo atvejis	Moodle	Google Forms	Kahoot
Valdyti testus	taip – įvairūs klausimų tipai, testų būseną, redagavimas	iš dalies – riboti klausimų tipai, nėra testų versijų ar juodraščių	iš dalies – labai ribota klausimų struktūra

15 lentelė. Testų sesijos posistemio funkcijų palyginimas tarp sistemų

Panaudojimo atvejis	Moodle	Google Forms	Kahoot
Atlikti testą	taip – intuityvi sąsaja, priskyrimas, laikai	taip – per nuorodą arba el. pašta	taip – aiškiai pateikiamas testas, bet viskas „real-time“
Įvertinti testą	taip – automatinis ir rankinis įvertinimas	iš dalies – tik automatinis, be detalaus grįžtamojo ryšio	iš dalies – tik momentinis rezultatas, be analizės
Valdyti sesijos prieigą	taip – galima nurodyti laiką, trukmę, slaptažodžius, matomumą	ne – nėra vartotojų priskyrimo, tik nuoroda	iš dalies – galima riboti laiką, bet ne priskirti konkrečius dalyvius
Eksportuoti duomenis	taip – CSV, pažangos analizė, lentelės	iš dalies – tik formų rezultatai į Google Sheets	iš dalies – riboti eksportavimo įrankiai (PDF/Excel tik Premium)

3.2. Programinės įrangos pasirinkimas

Lyginant „Moodle“, „Google Forms“ ir „Kahoot“ kaip virtualias testavimo sistemas, aiškiai matyti, kad jos labai skirtingai atitinka iškeltus funkcinius reikalavimus.

„Moodle“ išsiskiria tuo, kad siūlo visapusišką naudotojų valdymą – joje galima kurti, redaguoti ir šalinti vartotojus, priskirti jiems skirtingas roles bei taikyti prieigos ribojimus, o autentifikacija palaikoma keliais būdais. Tuo tarpu „Google Forms“ naudotojų valdymo neturi – visi veiksmai priklauso nuo Google paskyros, o rolių ar prieigos kontrolės galimybės labai ribotos. „Kahoot“ išvis nevaldo registruotų naudotojų – dalyviai jungiasi laikinai, be autentifikacijos, todėl naudotojų valdymas čia formaliai neegzistuoja.

Testų valdymo požiūriu „Moodle“ leidžia kurti įvairių tipų klausimus, naudoti klausimų banką, nustatyti testų būsenas ir valdyti jų matomumą. „Google Forms“ siūlo tik paprastus klausimų tipus ir neturi testų versijų valdymo ar juodraščių funkcionalumo. „Kahoot“ testų valdymas dar paprastesnis – klausimų struktūra ribota, nėra nei klasifikavimo, nei testų variantų.

Kalbant apie testų sesijas, „Moodle“ suteikia galimybę jas planuoti, priskirti konkrečioms naudotojams, riboti pagal laiką ar slaptąžodžius, stebėti eigą ir pateikti grįžtamąjį ryšį bei vertinimus. Google Forms testai pasiekiami visiems per nuorodą, vertinimas automatinis, bet paviršutiniškas, o sesijų valdymo galimybės praktiškai neegzistuoja. „Kahoot“ testavimas vyksta realiu laiku, be individualios prieigos kontrolės, o vertinimas pateikiamas momentiška, be detalesnės analizės.

Apibendrinant, tik „Moodle“ iš esmės atitinka visus virtualios testavimo sistemos reikalavimus – nuo naudotojų ir testų valdymo iki vertinimo ir duomenų eksportavimo. „Google Forms“ ir „Kahoot“ tėra riboto funkcionalumo įrankiai, labiau tinkami paprastoms apklausoms ar interaktyvioms veikloms nei sistemingam ir patikimam mokymosi vertinimui.

Kita vertus „Moodle“ yra mokymosi valdymo sistema, skirta visam virtualiajam edukaciniam procesui valdyti bei vesti, o testavimas yra tik to dalis. Tokia išpildyta mokymosi valdymo sistema yra per plati numatytiems funkcionalumams. Taip pat reikia atsižvelgti į nefunkcinį reikalavimą kaip intuityvi naudotojo sąsaja ir turint omenyje, jog sistemos naudotojai mokiniai yra pradinukai reikia išlaikyti sistemą kuo paprastesnę. Taip pat „Moodle“ testų sesijos valdymas, ypatingai mokinių įtraukimas į sesiją nėra tinkamas keliamiems reikalavimams.

3.3. Siūlomas sprendimas

Atlikus esamų programinių sprendimų analizę nustatyta, kad virtualiam testavimui gali būti naudojami įvairūs įrankiai, tačiau jų tinkamumas pradinių klasių mokinių matematikos diagnostiniam testavimui skiriasi. „Google Forms“ ir „Kahoot“ yra patogūs paprastiems testams ar apklausoms atlikti, tačiau jų funkcionalumas yra ribotas, kai reikalingas naudotojų valdymas, testavimo sesijų sudarymas, mokinių priskyrimas konkrečioms testams ir struktūruotas rezultatų eksportavimas. „Moodle“ turi daugiau galimybių, tačiau ši sistema yra plati mokymosi valdymo aplinka, skirta visam ugdymo procesui organizuoti, todėl konkrečiam diagnostinio testavimo scenarijui ji gali būti perteklinė ir sudėtinga.

Atsižvelgiant į tai, šiame darbe tikslinga kurti specializuotą virtualią diagnostinio matematikos testavimo sistemą. Tokia sistema orientuojama ne į visą mokymosi procesą, o į konkretų tikslą – pradinių klasių mokinių matematikos žinių diagnostinių testų vykdymą, automatinį atsakymų

vertinimą ir rezultatų eksportavimą tolimesnei analizei. Tai leidžia išvengti perteklinių funkcijų ir sukurti paprastesnę, aiškesnę sistemą, pritaikytą dviem pagrindinėms naudotojų grupėms: administratoriui ir mokiniui.

Siūlomoje sistemoje administratorius turi galėti kurti mokinius, rengti testus, sudaryti testavimo sesijas, priskirti mokinius testams, peržiūrėti rezultatus ir eksportuoti duomenis. Mokinys sistemoje turi atlikti tik pagrindinius veiksmus: prisijungti identifikaciniu kodu, pasirinkti jam priskirtą testą, atsakyti į klausimus ir užbaigti testą. Toks funkcijų atskyrimas svarbus dėl tikslinės naudotojų grupės – pradinių klasių mokinių, kuriems reikalinga kuo paprastesnė ir aiškesnė sąsaja.

Siūlomas sprendimas taip pat pagrįstas poreikio tyrimo rezultatais, kurie parodė, kad mokytojai įžvelgia virtualaus diagnostinio testavimo naudą, tačiau tokio testavimo taikymui reikalinga aiški, specializuota ir lengvai naudojama sistema. Todėl kuriama virtuali diagnostinio matematikos testavimo sistema turėtų padėti sumažinti rankinio vertinimo darbo krūvį, pagreitinti rezultatų gavimą, užtikrinti vienodesnį testavimo procesą ir sudaryti sąlygas duomenis naudoti tolimesnei analizei.

Apibendrinant galima teigti, kad specializuotos sistemos kūrimas yra pagrįstas tuo, jog esami sprendimai tik iš dalies atitinka keliamus reikalavimus: vieni jų yra per riboti diagnostiniam testavimui, kiti – per sudėtingi ir pertekliniai numatytam naudojimui scenarijui. Todėl šiame darbe kuriama sistema orientuojama į siauresnę, bet aiškiai apibrėžtą paskirtį – pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinio testavimo organizavimą virtualioje aplinkoje.

3.4. Išvados

1. Palyginus „Moodle“, „Google Forms“ ir „Kahoot“ sistemas nustatyta, kad egzistuojantys sprendimai tik iš dalies atitinka šiame darbe projektuojamai virtualiai diagnostinio matematikos testavimo sistemai keliamus reikalavimus. Vertinant naudotojų, testų ir testavimo sesijų valdymą, daugiausia funkcionalumo turi „Moodle“, tačiau „Google Forms“ ir „Kahoot“ yra labiau pritaikytos paprastesnėms apklausoms, trumpiems testams ar interaktyvioms veikloms.
2. „Moodle“ funkcionalumo požiūriu geriausiai atitinka keliamus reikalavimus, nes palaiko naudotojų valdymą, testų kūrimą, testavimo sesijų administravimą, rezultatų vertinimą ir duomenų eksportavimą. Vis dėlto ši sistema yra mokymosi valdymo aplinka, skirta plačiam ugdymo proceso organizavimui, todėl konkrečiam šio darbo tikslui ji yra per daug sudėtinga ir perteklinė.
3. Atliktas palyginimas parodė, kad esami įrankiai nevisiškai atitinka šio darbo poreikius: vieni jų yra per daug riboti, kiti – per sudėtingi ir pertekliniai. Todėl pasirinkta kurti specializuotą sistemą, pritaikytą pradinių klasių mokinių matematikos diagnostiniam testavimui.

4. Virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos realizacija ir dokumentacija

Šiame skyriuje aprašoma sukurta virtuali diagnostinio matematikos testavimo sistema, jos realizavimo sprendimai, diegimo aplinka, taikymo galimybės ir naudotojo dokumentacija. Sistema sukurta remiantis ankstesniuose skyriuose apibrėžtais naudotojų poreikiais, funkciniais ir nefunkciniais reikalavimais bei panaudojimo atvejų specifikacijomis. Pagrindinis sistemos tikslas – sudaryti galimybę pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinį testavimą vykdyti virtualioje aplinkoje, automatizuoti atsakymų vertinimą ir eksportuoti rezultatus tolimesnei analizei.

4.1. Sukurtos sistemos aprašas

Apsibrėžus bei išanalizavus funkcinis bei nefunkcinis reikalavimus tampa aišku kokios sistemos reikia norint įgyvendinti išsikeltą tikslą.

Sukurtas produktas yra virtuali diagnostinė matematikos testavimo sistema, skirta pradinių klasių mokinių matematinių žinių diagnostiniam vertinimui. Sistema realizuota kaip žiniatinklio (angl. *web*) aplikacija, leidžianti centralizuotai kurti, administruoti ir vykdyti diagnostinius matematikos testus virtualioje aplinkoje. Pagrindinis produkto tikslas – automatizuoti diagnostinio testavimo procesą, sumažinti vertinimo metu patiriamą darbo krūvį bei užtikrinti tikslesnę ir efektyvesnę mokinių pasiekimų įvertinimą.

Sistema orientuota į dvi pagrindines naudotojų grupes: administratorių ir mokinių. Administratorius atlieka visus testavimo proceso valdymo veiksmus – kuria mokinius, testus, klausimus, formuoja testavimo sesijas, priskiria jas mokiniams bei analizuoja gautus rezultatus. Mokinys sistemoje atlieka jam priskirtą testą, prisijungdamas naudodamas anonimizuotą identifikacinį kodą, be atskiros registracijos ar asmeninių duomenų pateikimo, kas atitinka duomenų saugos ir naudojimo paprastumo principus.

Produkto funkcionalumas įgyvendintas remiantis trimis pagrindiniais posistemiais: naudotojų valdymo, testų valdymo ir testų sesijų valdymo. Naudotojų valdymo posistemis leidžia administratoriui kurti ir administruoti mokinių paskyras bei valdyti prisijungimus. Testų valdymo posistemis suteikia galimybę kurti matematinius testus, sudarytus iš skirtingų tipų klausimų: vieno pasirinkimo, kelių pasirinkimų, atviro tipo bei sudėtinių klausimų. Testų sesijų posistemis užtikrina testavimo proceso vykdymą – testų publikavimą, jų priskyrimą konkretiems mokiniams, testavimo eigos valdymą ir rezultatų fiksavimą.

Sistema palaiko automatizuotą testų vertinimą, kuris leidžia iš karto apskaičiuoti mokinių rezultatus, sumažinant žmogiškųjų klaidų tikimybę. Pasibaigus testavimo sesijai administratorius gali peržiūrėti ir eksportuoti rezultatus CSV formatu, kas sudaro galimybes tolimesnei statistinei analizei ar tyrimų atlikimui. Testai po publikavimo nebegali būti redaguojami, taip užtikrinant testavimo skaidrumą ir rezultatų patikimumą.

Sukurta sistema pasižymi paprasta ir intuityvia naudotojo sąsaja, pritaikyta pradinių klasių mokiniams, bei aiškia administratoriaus darbo eiga, paremta nuosekliais veiksmais nuo testo kūrimo iki rezultatų parsisiuntimo. Tokiu būdu realizuotas produktas atitinka iškeltus funkcinis ir nefunkcinis reikalavimus bei sudaro sąlygas efektyviai vykdyti diagnostinį matematikos testavimą virtualioje aplinkoje.

4.2. Sistemos diegimo dokumentacija

Sukurta diagnostinė matematikos testavimo sistema yra diegiama ir vykdoma virtualioje „Windows“ operacinės sistemos aplinkoje. Sistema talpinama dedikuotoje virtualioje mašinoje, kurioje įdiegtas ir sukonfigūruotas IIS (angl. *Internet Information Services*) žiniatinklio serveris, skirtas žiniatinklio aplikacijų talpinimui ir administravimui „Windows“ platformoje [12].

Virtuali mašina administravimo tikslais pasiekiamą naudojant RDP (angl. *Remote Desktop Protocol*), kuris leidžia nuotoliniu būdu prisijungti prie serverio darbalaukio ir atlikti sistemos diegimo, konfigūravimo bei priežiūros darbus [13]. Administravimo prieiga vykdoma per virtualų privatų tinklą (VPN). Tuo pačiu, tinklo konfigūracija leidžia sistemą pasiekti iš viso interneto, nes IIS paslaugai yra taikomos atitinkamos ugniasienės ir tinklo taisyklės, leidžiančios naudotojams jungtis per viešą IP adresą.

Virtualioje mašinoje realizuota trijų sluoksnių kliento–serverio architektūra. Pirmąjį sluoksnį sudaro grafinė naudotojo sąsaja, kuri pateikiama per interneto naršyklę ir talpinama IIS žiniatinklio serveryje. Grafinė naudotojo sąsaja skirta tiek administratoriaus, tiek mokinio sąveikai su sistema ir pateikiama naudotojams kaip sukompiliuotas statinių failų rinkinys.

Antrąjį sluoksnį sudaro serverinė sistemos dalis, kuri veikia IIS aplinkoje ir realizuoja sistemos verslo logiką: naudotojų autentifikaciją, testų ir klausimų valdymą, testavimo sesijų kūrimą, automatizuotą testų vertinimą bei rezultatų paruošimą eksportavimui. Serverinės dalies veikimui virtualioje mašinoje yra įdiegta .NET Runtime aplinka, reikalinga serverinės aplikacijos vykdymui IIS serveryje [14].

Trečiąjį sluoksnį sudaro duomenų bazės posistemis. Sistemoje naudojama SQL Server reliacinė duomenų bazė, įdiegta toje pačioje virtualioje mašinoje. Duomenų bazėje saugomi visi sistemos duomenys: mokinių identifikaciniai kodai, testai, klausimai, testavimo sesijos, mokinių atsakymai bei testavimo rezultatai. SQL Server naudojama struktūrizuotų duomenų saugojimui ir apdorojimui serverinėje sistemos dalyje [15].

Sistema diegiama virtualioje mašinoje, kuriai priskirti šie techniniai resursai:

- 4 vCPU;
- 32 GB operatyviosios atminties;
- 300 GB diskinės atminties.

Tokie resursai užtikrina galimybę vienoje aplinkoje vykdyti žiniatinklio serverio, serverinės dalies ir duomenų bazės darbą bei sudaro prielaidas sistemos naudojimui realiomis testavimo sąlygomis.

Pasirinktas diegimo sprendimas leidžia vykdyti centralizuotą sistemos administravimą per VPN bei suteikia galimybę naudotojams pasiekti sistemą per interneto naršyklę, naudojant viešą IP adresą.

4.3. Sistemos taikymo dokumentacija

Sukurta diagnostinė matematikos testavimo sistema yra skirta praktiniam taikymui edukaciniame ir tyrimų kontekste, vykdamas pradinių klasių mokinių matematikos žinių diagnostinį vertinimą. Sistema pritaikyta naudoti tiek individualiam, tiek grupiniam testavimui, kai būtina efektyviai surinkti, apdoroti ir analizuoti mokinių testavimo rezultatus.

Produkto taikymas apima visą diagnostinio testavimo procesą – nuo mokinių paruošimo testavimui iki testavimo rezultatų gavimo ir tolimesnės jų analizės. Testavimo procesą inicijuoja sistemos administratorius, kuris sistemoje sukuria mokinius, parengia diagnostinį matematikos testą bei suformuoja testavimo sesiją. Testavimo sesijos metu mokiniams suteikiama prieiga prie testo, kuris atliekamas virtualioje aplinkoje, naudojant interneto naršyklę.

Sistema gali būti taikoma įvairiose situacijose, pavyzdžiui:

- atliekant pradinį mokinių žinių įvertinimą prieš naujos temos ar mokslo metų pradžią;
- nustatant mokinių žinių spragas po konkretaus mokymo etapo;
- renkant duomenis edukaciniams ar moksliniams tyrimams;
- vertinant klasės ar grupės bendrą pasirengimo lygį.

Testavimo metu mokiniai jungiasi prie sistemos naudodami jiems priskirtą identifikacinį kodą ir atlieka testą pagal administratoriaus nustatytas sąlygas. Atlikus testą, sistema automatiškai įvertina mokinių atsakymus ir išsaugo rezultatus duomenų bazėje. Administratorius turi galimybę peržiūrėti testavimo sesijos eigą, matyti atliktų testų būsenas bei parsisiųsti testavimo rezultatus struktūrizuotu formatu.

Produkto taikymas leidžia sumažinti rankinio darbo kiekį, susijusį su testų vertinimu, ir padidina diagnostinio vertinimo efektyvumą. Centralizuotas testų ir rezultatų valdymas sudaro sąlygas greitai apdoroti didesnius duomenų kiekius bei naudoti gautus rezultatus tolimesnei analizei ar sprendimų priėmimui.

Sukurta sistema yra pritaikyta naudoti realiomis sąlygomis, kai testavimas vykdomas kompiuterių klasėse arba nuotoliniu būdu. Kadangi sistema pasiekama per interneto naršyklę, jos taikymas nereikalauja papildomos programinės įrangos diegimo galutinių naudotojų įrenginiuose, o tai palengvina testavimo organizavimą skirtingose mokymo įstaigose.

4.4. Naudotojo dokumentacija

Sukurta diagnostinė matematikos testavimo sistema yra skirta naudoti dviem pagrindinėms naudotojų grupėms: administratoriui ir mokiniui. Kiekvienai naudotojų grupei sistemoje suteiktos skirtingos teisės ir funkcionalumai, atitinkantys jų vaidmenį testavimo procese. Naudotojo dokumentacija apibrėžia pagrindinius veiksmus, kuriuos atlieka kiekviena naudotojų grupė, naudojantis sistema.

4.4.1. Administratoriaus naudotojo dokumentacija

Administratorius yra pagrindinis sistemos naudotojas, atsakingas už diagnostinio testavimo proceso organizavimą ir valdymą. Administratoriaus veikla sistemoje apima mokinių kūrimą, testų ir klausimų rengimą, testavimo sesijų formavimą bei rezultatų peržiūrą.

Administratorius prisijungia prie sistemos naudodamasis administratoriaus paskyra per žiniatinklio naršyklę. Prisijungus pateikiamas pagrindinis sistemos valdymo langas, kuriame administratorius gali atlikti šiuos veiksmus:

- kurti ir administruoti mokinių paskyras, priskiriant jiems unikalius identifikacinius kodus;
- kurti diagnostinius matematikos testus, sudarytus iš įvairių tipų klausimų, įskaitant vieno pasirinkimo, kelių pasirinkimų, atviro tipo bei sudėtingus klausimus;
- redaguoti testus iki jų publikavimo bei valdyti testų būsenas;

- kurti testavimo sesijas, parinkti testą, priskirti mokinius ir nustatyti testavimo prieinamumą;
- publikuoti testavimo sesijas, taip suteikiant mokiniams galimybę atlikti testą;
- stebėti testavimo sesijų būseną ir matyti, kurie mokiniai jau atliko testą;
- parsisiųsti testavimo rezultatus struktūrizuotu formatu tolimesnei analizei.

Administratorius neturi galimybės redaguoti testo po jo publikavimo, taip užtikrinamas testavimo skaidrumas ir rezultatų patikimumas.

4.4.2. Mokinio naudotojo dokumentacija

Mokinys sistemoje atlieka jam priskirtą diagnostinį matematikos testą. Mokinio funkcionalumas sistemoje yra sąmoningai apribotas, siekiant užtikrinti paprastą naudojimą ir sumažinti galimų klaidų tikimybę.

Mokinys prisijungia prie sistemos per žiniatinklio naršyklę, naudodamas jam suteiktą identifikacinį kodą. Prisijungus pateikiamas mokinio pagrindinis langas, kuriame matomi visi jam priskirti aktyvūs testai.

Mokinio veiksmai sistemoje apima:

- prisijungimą prie sistemos naudojant identifikacinį kodą;
- priskirto testo pasirinkimą ir pradėjimą;
- atsakymų pateikimą į diagnostinio testo klausimus;
- testo užbaigimą.

Užbaigus testą, mokinys nebeturi galimybės pakartotinai atlikti tos pačios testavimo sesijos. Testo rezultatai išsaugomi sistemoje ir tampa prieinami administratoriui. Mokinys neturi prieigos prie kitų mokinių rezultatų ar testavimo sesijų valdymo funkcijų.

4.4.3. Naudotojų sąveikos ypatumai

Naudotojų sąveika su sistema paremta aiškiai apibrėžtomis rolėmis ir prieigos teisėmis. Administratorius valdo testavimo procesą ir turi prieigą prie visų sistemos funkcijų, tuo tarpu mokinys naudojami tik tomis sistemos dalimis, kurios yra būtinos testui atlikti. Toks funkcionalumo atskyrimas padeda užtikrinti sistemos paprastą naudojimą, duomenų saugumą.

4.4.4. Administratoriaus naudojimo pavyzdys

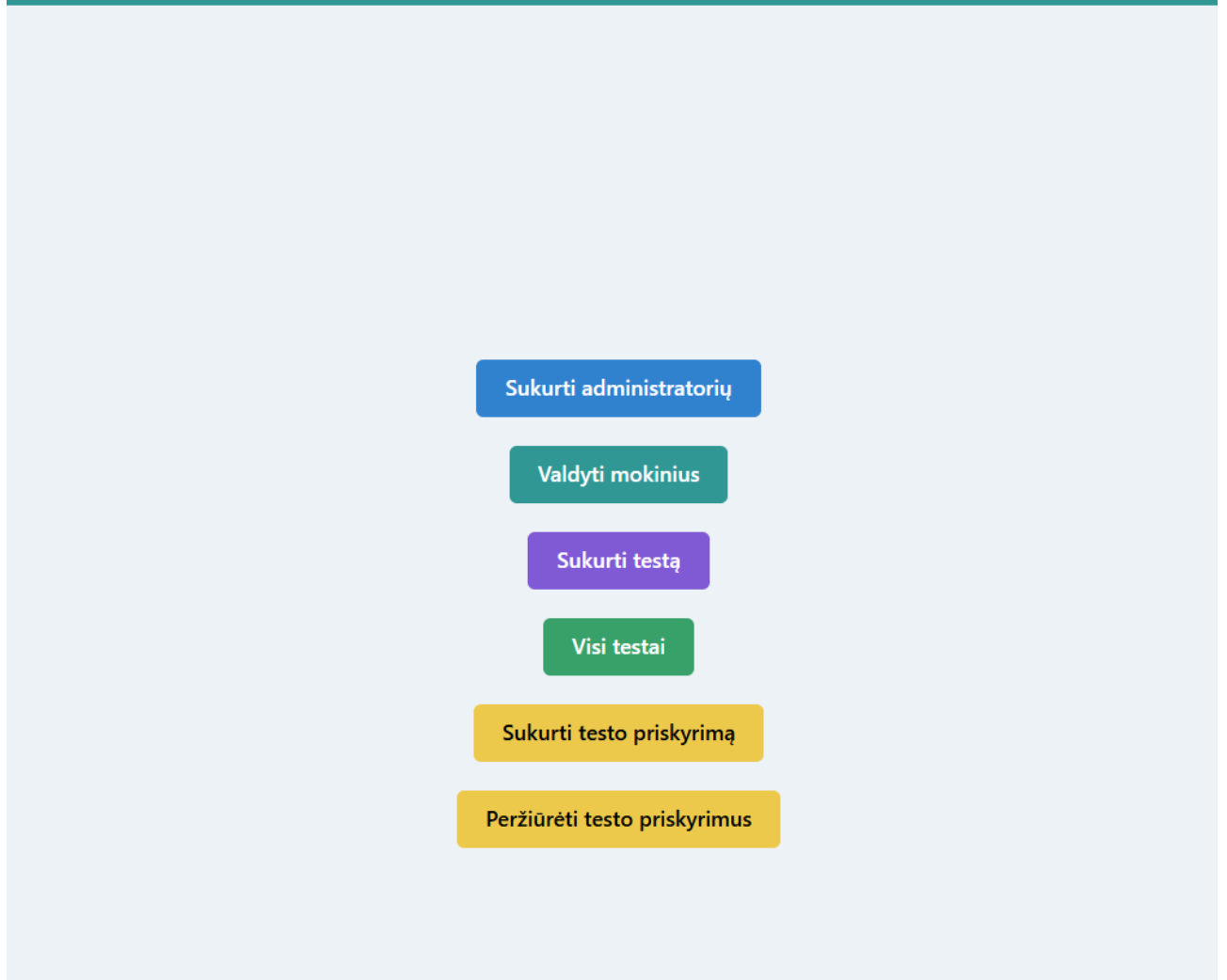
Pavyzdį pradėsime iš administratoriaus rolės perspektyvos. Suvedus svetainės adresą prisijungiamo suvedus slapyvardį bei slaptažodį (žr. **11 pav.**).

The image shows a login interface with the following elements:

- Title:** "Prisijungimas" (Login) in a large, bold, black font.
- Username Field:** Labeled "Vartotojo vardas *" (Username *). The input field contains the text "AdminOne".
- Password Field:** Labeled "Slaptažodis *" (Password *). The input field is masked with ten black dots.
- Login Button:** A blue button with the text "Prisijungti" (Login) in white.

11 pav. Prisijungimo langas

Prisijungus prie sistemos matome pagrindinį langą su pagrindinėmis administratoriaus funkcijomis (žr. **12 pav.**).



12 pav. Pagrindinis langas

Pasirinkus valdyti mokinius administratorius gali pridėti naujus mokinius į sistemą, matyti jau egzistuojančius (žr. 13 pav.).

Pridėti mokinį

Kodas *

Lytis *

Klasė *

Mokykla *

Masinis mokinių įkėlimas

Įkelti CSV failą
 Nepasirinktas joks failas

Mokiniai

Filtruoti pagal kodą
 Filtruoti pagal lytį
 Filtruoti pagal klasę
 Filtruoti pagal mokyklą

KODAS	LYTIS	KLASĖ	MOKYKLA
1234	Female		Marjampolės Stankevičiaus progimnazija
kodas1	Male		Marjampolės Stankevičiaus progimnazija

13 pav. Mokinių valdymo langas

Taip pat greitesniam mokinių įkėlimui esant dideliui skaičiui galima naudoti CSV formato dokumentą.

Kurdami testą įrašome jo pavadinimą bei aprašymą (žr. 14 pav.).

Sukurti testą

Pavadinimas *

Aprašymas

Laikas

Sukurti testą

14 pav. Testo kūrimo pradžios langas

Suvedus duomenis atidaromas testo langas kuriame galime pridėti naujus klausimus (žr. 15 pav.).

Testas vienas

Vienas testas

Sukurti naują klausimą Pasirinkti iš klausimų banko

Klausimo tekstas *
Įveskite klausimo tekstą

Paveikslėlio URL
Įveskite paveikslėlio URL

Taškai * Klausimo tipas *
Įveskite taškų skaičių Pasirinkite klausimo tipą

Turinio tipas * Pasiekimų sritis *
NumbersAndCalculations KnowledgeUnderstandingArgumentation

Poklausimai
+ Pridėti poklausimą

Pridėti klausimą

Esami klausimai
Šiam testui dar nepridėta klausimų.
Peržiūrėti testus

15 pav. Testo klausimo kūrimo langas

Taip pat galima pridėti jau egzistuojančius klausimus iš klausimų banko (žr. 16 pav.).

Testas vienas

Vienas testas

Sukurti naują klausimą Pasirinkti iš klausimų banko

Klausimo tipas Turinio tipas Pasiekimų sritis
Visi Visi Visi

Šaknis iš 25
Tipas: Keli teisingi atsakymai
Turinio tipas: Šaknis ir skaičiavimai
Pasiekimų sritis: Žinios, supratimas ir argumentavimas

Variantai:
- 0
- +5
- -5

Teisingi atsakymai:
- +5
- -5

1 Pridėti į testą

16 pav. Klausimų bankas

Klausimai turi savo tipą (žr. 17 pav.), turinio tipą (žr. 18 pav.) bei pasiekimo sritį (žr. 19 pav.).

Klausimo tipas *

Užpildyti tuščius laukus

Pasirinkite klausimo tipą

Keli teisingi atsakymai

Vienas teisingas atsakymas

Atviras atsakymas

Užpildyti tuščius laukus

17 pav. Klausimo tipas

Turinio tipas *

NumbersAndCalculations

NumbersAndCalculations

ModelsAndRelationships

GeometryAndMeasurements

DataAndProbability

Pridėti klausimą

18 pav. Turinio tipas

Pasiekimų sritis *

KnowledgeUnderstandingArgumentation

KnowledgeUnderstandingArgumentation

MathematicalCommunication

ProblemSolving

19 pav. Pasiekimų sritis

Pridėjus norimus klausimus į testą (žr. 20 pav.), testo peržiūros lange galime (žr. 21 pav. Testo peržiūra) jį perkelti iš juodraščio būsenos bei pradėti.

Esami klausimai

Šaknis iš 25
Taškai: 1
Variantai:
- 0
- +5 (Teisingas)
- -5 (Teisingas)

Irašyk praleistą skaičių
Taškai: 1
Teisingi atsakymai:
- 2
Tekstas su tuščiais laukais:
2 + [[]] = 4

20 pav. Pridėti klausimai

Testas vienas

Vienas testas

Būsena: Juodraštis (nepaskelbtas)

Paskelbti testą **Eiti į testą**

Klausimai

Šaknis iš 25
Taškai: 1
Variantai:
- 0
- +5 (Teisingas)
- -5 (Teisingas)

Irašyk praleistą skaičių
Taškai: 1
Teisingi atsakymai:
- 2
Tekstas su tuščiais laukais:
2 + [[]] = 4

21 pav. Testo peržiūra

Kai testas yra paskelbtas, galime jį priskirti testo sesijai (žr. 22 pav.).

Sukurti priskyrimą

Priskyrimo pavadinimas:

Testo vienas priskyrimas

Priskyrimo aprašymas:

Sprendžiamas primas testas

Pasirinkti testą:

Testas vienas

Pasirinkti klasę:

4 klasė

Sukurti priskyrimą

22 pav. Testo sesijos kūrimo langas

Sukūrus sesiją į ją galime pridėti mokinius bei paskelbti-aktyvuoti sesiją (žr. 23 pav.).

Pridėti mokinius prie priskyrimo

12345 Pridėti mokinį

- 1234
Klasė: 1
Lytis: Female Pasirinti

Paskelbti priskyrimą

Sėkmė
Mokinys pridėtas prie priskyrimo.

23 pav. Sesijos aktyvavimas

Galime peržiūrėti sesiją, jei norime užbaigti, parsisiųsti rezultatus (žr. 24 pav.).

Testo vienas priskyrimas

Sprendžiamas primas testas

Detalės

Klasė: 4

Būsena: **Paskelbtas**

Testas: Testas vienas

Testo aprašymas: Vienas testas

Priskirti mokiniai

Kodas: 1234
Klasė: 1
Lytis: Female
Būsena: **Aktyvus**

Peržiūrėti testą

Atšaukti skelbimą

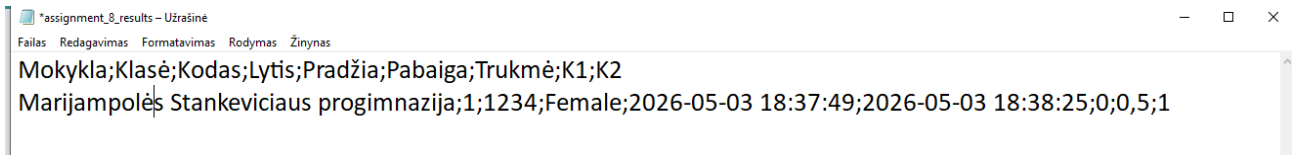
Baigti priskyrimą

Grįžti į priskyrimus

Atsisiųsti rezultatus

24 pav. Sesijos valdymas

Atsisiuntus rezultatus duomenys pateikiami .CSV formatu (žr. 25 pav.).



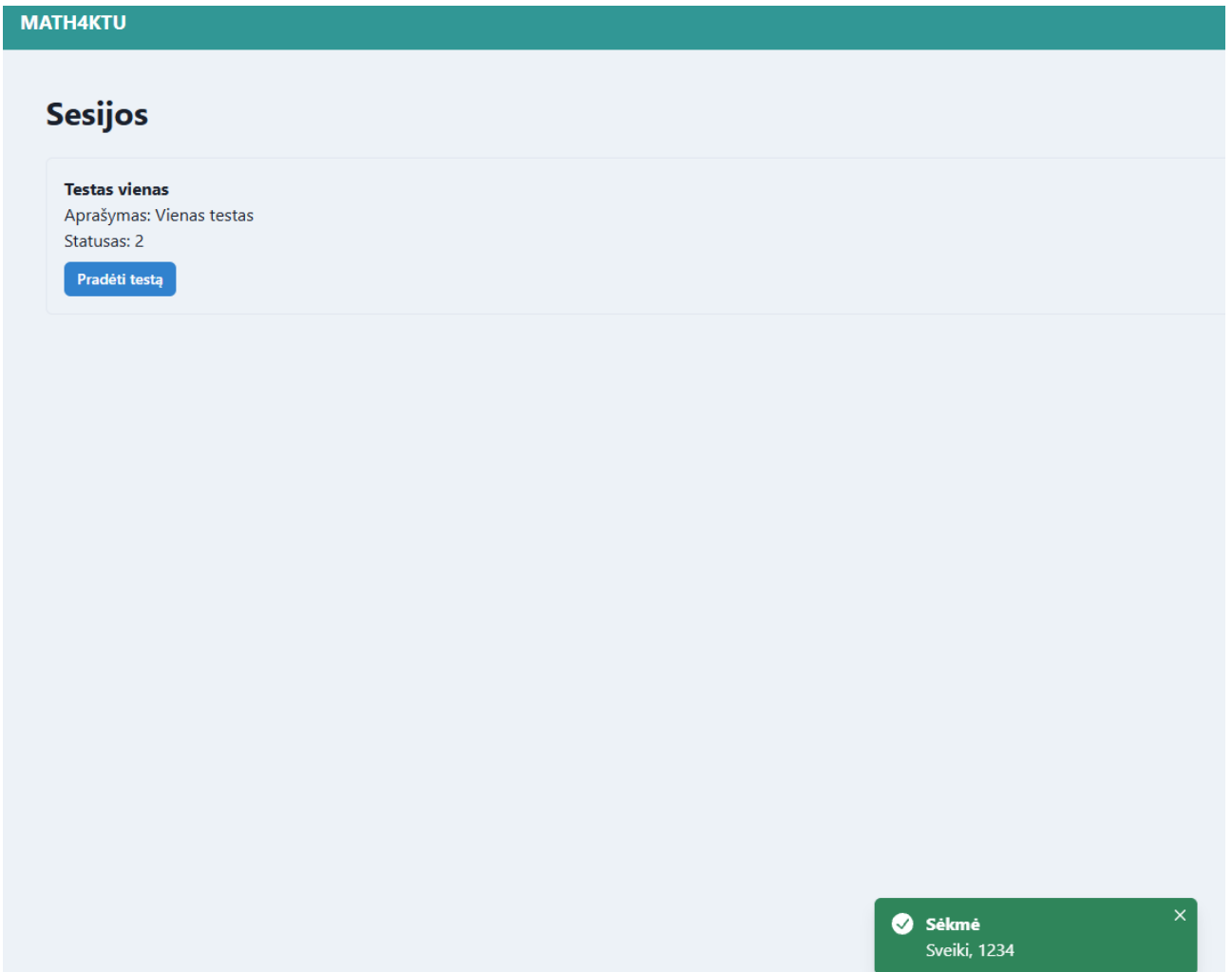
```
*assignment_0_results - Užrašinė
Failas Redagavimas Formatavimas Rodymas Žinynas
Mokykla;Klasė;Kodas;Lytis;Pradžia;Pabaiga;Trukmė;K1;K2
Marijampolės Stankeviciaus progimnazija;1;1234;Female;2026-05-03 18:37:49;2026-05-03 18:38:25;0;0,5;1
```

25 pav. Rezultatai

Buvusių sesijų rezultatai sistemoje išlieka visad pasiekiami.

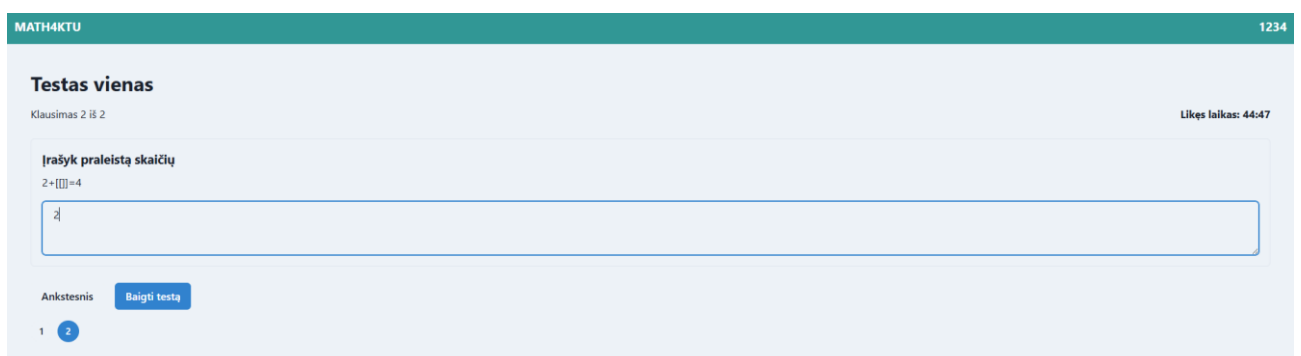
4.4.5. Mokinio naudojimo pavyzdys

Mokinys suvedęs savo identifikacinį kodą prisijungia bei mato pagrindinį langą (žr. 26 pav.). Jei jis turi priskirtą testo atlikimą, mokinys jį mato bei gali jį pradėti.



26 pav. Mokinio pagrindinis langas

Paspaudus testo pradėjimo mygtuką mokinys atsako į klausimus bei baigia testą (žr. 27 pav.).



27 pav. Testo klausimo langas

Pabaigus testą jis grąžinamas į pagrindinį langą (žr. 28 pav.).

Nėra prieinamų testų

Šiuo metu jums nėra prieinamų testo sesijų.

28 pav. Tuščias pagrindinis mokinio langas

Jeigu mokinys sistemoje neturi priskirto testo jis neturi jokių kitų funkcijų apart atsijungimo.

4.5. Išvados

1. Realizuota virtuali diagnostinio matematikos testavimo sistema atitinka pagrindinį darbo tikslą – sudaryti sąlygas pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinį testavimą vykdyti virtualioje aplinkoje.
2. Sistema įgyvendinta kaip žiniatinklio aplikacija, kurioje realizuoti pagrindiniai testavimo proceso etapai: mokinių paskyrų kūrimas, testų ir klausimų rengimas, testavimo sesijų sudarymas, testų atlikimas, automatinis rezultatų apskaičiavimas ir duomenų eksportavimas.
3. Pasirinkta trijų sluoksnių architektūra, apimanti naudotojo sąsają, serverinę dalį ir duomenų bazę, leidžia centralizuotai valdyti testavimo procesą ir saugoti testavimo metu surenkamus duomenis.
4. Naudotojo dokumentacija leidžia aiškiai atskirti administratoriaus ir mokinio veiksmus sistemoje. Administratorius valdo visą testavimo procesą, o mokinys atlieka tik jam priskirtą testą. Toks funkcijų paskirstymas padeda išlaikyti paprastą mokinio sąsają ir centralizuotą testavimo proceso kontrolę.

5. Efektyvumo tyrimas

Šiame skyriuje pateikiamas sukurtos virtualios diagnostinio matematikos testavimo sistemos veiksmingumo vertinimas. Tyrimu siekiama nustatyti, ar sukurta sistema padeda spręsti darbe išskirtą problemą – nepakankamai efektyvų pradinį klasių mokinių matematikos diagnostinio testavimo procesą. Vertinant sistemą daugiausia dėmesio skiriama testavimo proceso organizavimui, automatinio vertinimo naudai, rankinio darbo mažinimui, duomenų eksportavimo galimybėms ir mokinių naudojimosi paprastumui.

5.1. Tyrimo paskirtis ir organizavimas

Sukūrus virtualią pradinį klasių mokinių matematikos diagnostinio testavimo sistemą, svarbu įvertinti, ar pasiūlytas sprendimas padeda spręsti darbe identifikuotą problemą – nepakankamai efektyvų mokinių žinių vertinimo procesą. Projekto pradžioje atlikta apklausa buvo skirta išsiaiškinti tokios sistemos poreikį ir virtualaus diagnostinio testavimo aktualumą. Galutiniame tyrimo etape poreikio klausimas nebėra pagrindinis, nes sistema jau sukurta kaip galimas problemos sprendimas. Todėl šiame etape svarbiausia įvertinti ne tai, ar tokia sistema apskritai reikalinga, bet tai, ar ji padeda efektyviau organizuoti diagnostinį matematikos testavimą, sumažinti vertinimo darbo krūvį ir palengvinti rezultatų parengimą tolimesnei analizei.

Tyrimo tikslas – įvertinti sukurtos virtualios matematikos testavimo sistemos naudą mokinių žinių vertinimo efektyvumui gerinti.

Tyrimo uždaviniai:

1. įvertinti, ar sistema yra lengvai suprantama ir patogi naudoti;
2. nustatyti, ar sistema leidžia greičiau atlikti testų vertinimą, lyginant su tradiciniu popieriniu testavimu;
3. įvertinti, ar sistema sumažina rankinio darbo poreikį vertinant testus;
4. nustatyti, ar sistemoje pateikiama duomenų eksportavimo funkcija yra naudinga tolimesnei rezultatų analizei;
5. įvertinti bendrą sistemos naudą mokinių žinių vertinimo efektyvumui.

Tyrime taikytas anketinės apklausos metodas. Apklausa pasirinkta todėl, kad ji leidžia struktūruotai surinkti sistemos naudotojų nuomonę apie skirtingus sistemos veikimo aspektus: naudojimo paprastumą, testavimo proceso organizavimą, darbo krūvio mažinimą ir duomenų parengimą tolimesnei analizei. Kadangi sistema orientuota ne į mokinių individualizuotą mokymąsi, o į tyrėjų ir mokytojų darbo su diagnostiniais testais palengvinimą, apklausos klausimai buvo formuluojami taip, kad vertintų būtent testavimo proceso efektyvumą.

Tyrime dalyvavo 8 respondentai: 4 tyrėjai ir 4 pradinį klasių mokytojai. Tyrėjai pasirinkti dėl to, kad sistema skirta diagnostinių testų vykdymui, rezultatų kaupimui ir duomenų paruošimui analizei. Mokytojai įtraukti todėl, kad jie yra praktiniai pradinį klasių mokinių vertinimo proceso dalyviai ir gali įvertinti sistemos taikymo aiškumą, testų administravimo patogumą bei galimą naudą realiame ugdymo kontekste.

5.2. Tyrimo instrumentas

Tyrimui sudarytas klausimynas, kuriame pateikti 11 klausimų. Pirmasis klausimas skirtas respondentų darbo patirčiai nustatyti. Kiti klausimai buvo vertinami pagal penkių balų Likert skalę:

Atsakymų variantai (2–11 klausimams):

1. Visiškai nesutinku
2. Nesutinku
3. Nei sutinku, nei nesutinku
4. Sutinku
5. Visiškai sutinku

Klausimyną sudarė šie klausimai:

1. Darbo patirtis
2. Sistema yra lengvai suprantama
3. Testų kūrimas ir administravimas yra patogus
4. Testų vertinimas naudojant sistemą yra greitesnis nei tradiciniu būdu
5. Sistema leidžia efektyviau organizuoti testavimo procesą
6. Sistema sumažina vertinimo darbo krūvį
7. Sumažėja rankinio darbo poreikis vertinant testus
8. Sistema leidžia patogiai eksportuoti testavimo duomenis
9. Eksportuoti duomenys yra tinkami tolimesnei analizei
10. Sistema padeda efektyviau įvertinti mokinių žinias
11. Mokiniam sistema lengva naudotis

Klausimai buvo sugrupuoti į kelias vertinimo sritis. 2–3 klausimai skirti sistemos naudojimo patogumui įvertinti. 4–5 klausimai vertina sistemos poveikį testavimo proceso efektyvumui. 6–7 klausimai susiję su darbo krūvio mažinimu. 8–9 klausimai skirti duomenų eksportavimo ir tolimesnio jų panaudojimo galimybės įvertinti. 10 klausimas apibendrina bendrą sistemos naudą mokinių žinių vertinimui, o 11 klausimas leidžia įvertinti sistemos naudojimo paprastumą mokinių požiūriu, remiantis mokytojų ir tyrėjų pastebėjimais testavimo metu.

5.3. Tyrimo eiga

Efektyvumo vertinimas buvo atliekamas po sistemos demonstravimo ir praktinio išbandymo. Respondentams buvo pristatyta sistemos paskirtis, pagrindinės funkcijos ir testavimo eiga. Vertinimo metu buvo parodytas diagnostinio matematikos testo sudarymas, mokinių priskyrimas testavimo sesijai, testo atlikimo procesas, automatinis atsakymų vertinimas ir rezultatų eksportavimas.

Po sistemos pristatymo ir išbandymo respondentai užpildė anketą. Tyrimo metu buvo siekiama ne iš naujo pagrįsti virtualios testavimo sistemos poreikį, bet įvertinti, ar sukurtas sprendimas gali padėti spręsti praktinę problemą – sumažinti diagnostinio testavimo organizavimo ir vertinimo darbo sąnaudas.

5.4. Respondentų charakteristika

Tyrimo dalyvavo 8 respondentai, kurie buvo suskirstyti į dvi grupes pagal jų vaidmenį efektyvumo vertinimo procese: tyrėjus ir mokytojus.

Tyrėjai atliko pagrindinius sistemos naudojimo veiksmus: kūrė testus, administravo testavimo sesijas, priskyrė mokinius testams, vertino sistemos veikimo logiką ir eksportavo rezultatus tolimesnei analizei. Ši respondentų grupė buvo svarbi vertinant, ar sistema palengvina diagnostinio testavimo organizavimą ir duomenų surinkimą.

Mokytojai sistemos tiesiogiai neadministravo, tačiau stebėjo visą testavimo proceso eigą: mokinių prisijungimą prie sistemos, testo atlikimą, rezultatų gavimą ir duomenų eksportavimo galimybes. Jų įžvalgos buvo svarbios vertinant sistemos aiškumą, praktinį pritaikomumą pradinį klasių mokinių testavimo kontekste ir galimą naudą mokinių žinių vertinimo procese.

Toks respondentų pasiskirstymas leidžia įvertinti sistemą iš dviejų skirtingų perspektyvų. Tyrėjų atsakymai atspindi sistemos funkcionalumą ir tinkamumą diagnostinių duomenų rinkimui, o mokytojų atsakymai leidžia įvertinti, ar testavimo procesas yra suprantamas ir tinkamas taikyti pradinio ugdymo aplinkoje.

Respondentų pasiskirstymas leidžia atskirti tiesioginių sistemos naudotojų ir proceso stebėtojų vertinimus. Tai svarbu todėl, kad sistema šiame darbe pirmiausia kuriama kaip tyrėjų darbo priemonė, skirta palengvinti diagnostinio matematikos testavimo organizavimą, rezultatų fiksavimą ir duomenų paruošimą tolimesnei analizei. Tuo tarpu mokytojų dalyvavimas tyrime leidžia įvertinti, ar siūlomas sprendimas yra suprantamas ir priimtinas realioje pradinio ugdymo aplinkoje.

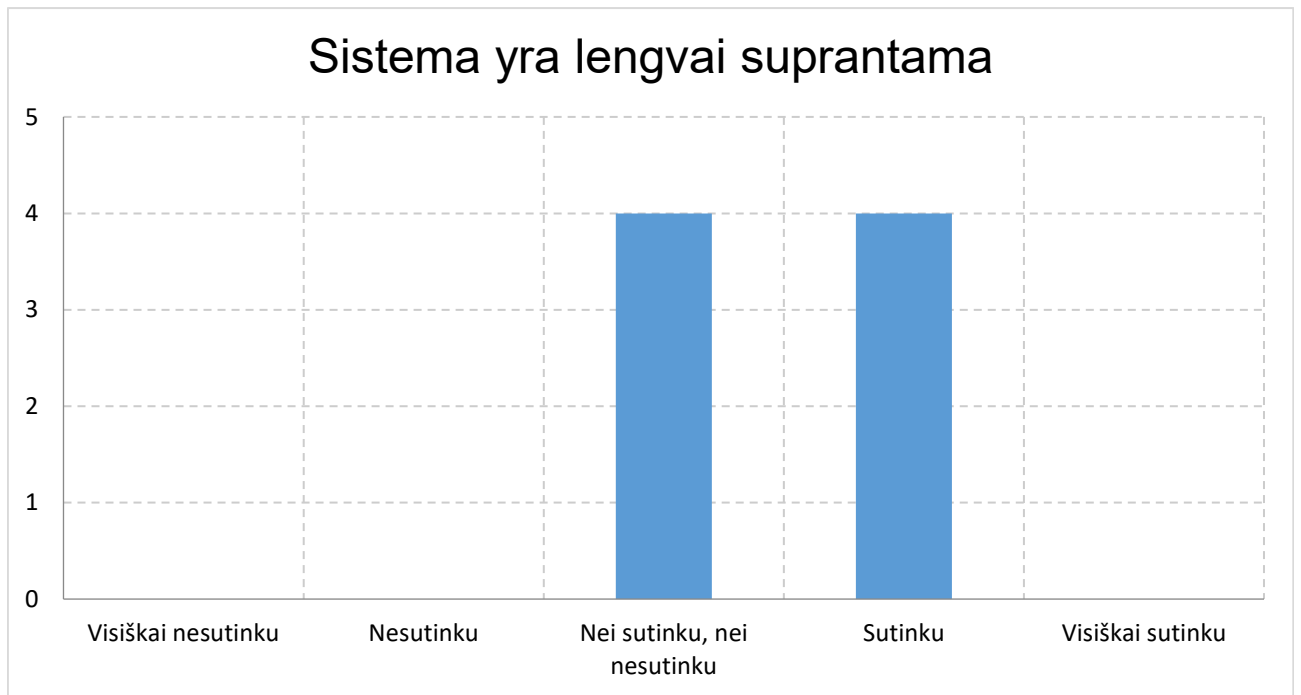
5.5. Apklausos rezultatų apžvalga

Apklausos rezultatai rodo, kad respondentai sistemą vertino gana palankiai, tačiau ne visais aspektais vienodai. Geriausiai įvertintos funkcijos, susijusios su automatiniu atsakymų vertinimu, rankinio darbo mažinimu ir galimybe eksportuoti duomenis tolimesniam apdorojimui. Tai leidžia manyti, kad sistema atlieka svarbiausią savo paskirtį – palengvina rezultatų gavimo ir paruošimo analizei procesą.

Kita vertus, testų kūrimo ir administravimo dalis buvo įvertinta santūriau. Šis rezultatas rodo, kad nors sistema padeda efektyviau vykdyti jau parengtą testavimą, pasirengimo etapas dar nėra pakankamai patogus. Testų sudarymas, klausimų įvedimas ir testavimo sesijų valdymas išlieka sritys, kuriose reikėtų daugiau aiškumo, paprastesnės veiksmų sekos ir patogesnės naudotojo sąsajos.

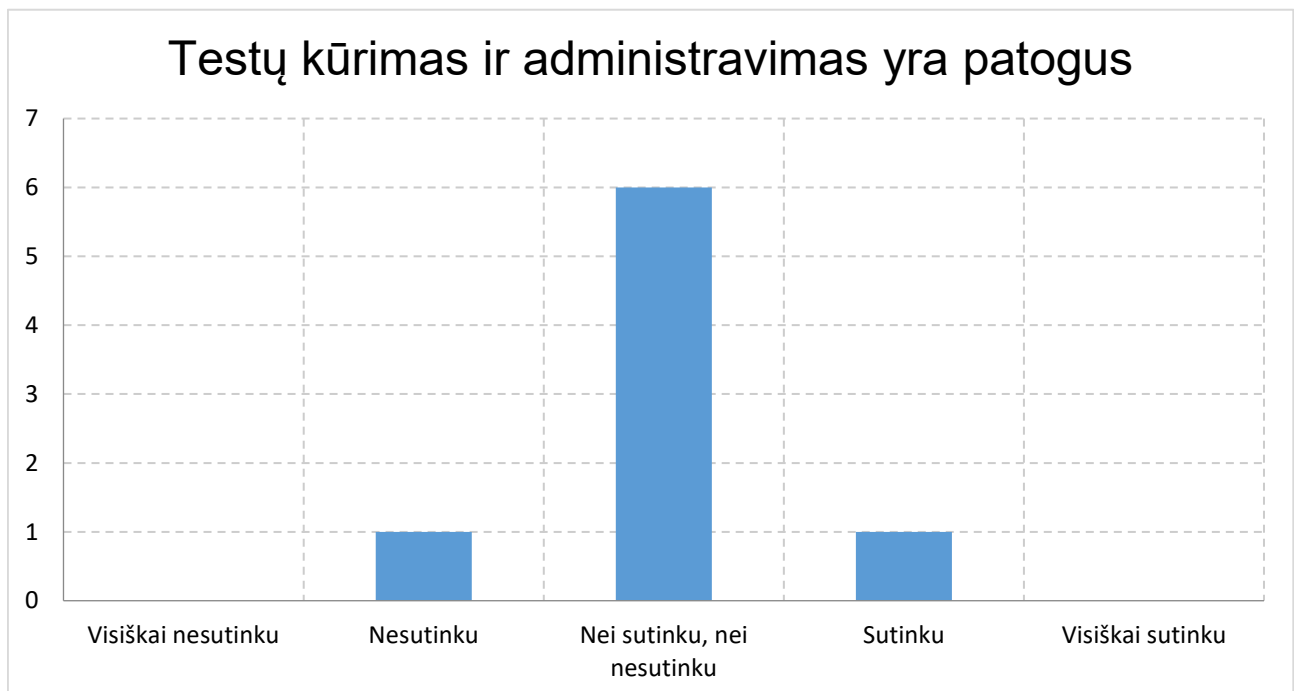
5.6. Sistemos naudojimo patogumo vertinimas

Sistemos naudojimo patogumui įvertinti buvo skirti 2 (žr. **29 pav.**) ir 3 (žr. **30 pav.**) klausimai. Sistemos suprantamumo vidurkis siekė 3,50 balo. Tai rodo, kad respondentai sistemą vertino kaip iš esmės suprantamą, tačiau ne visi jos naudojimo aspektai buvo pakankamai aiškūs. Kadangi sistema yra pradinėje stadijoje, toks rezultatas yra tikėtinas: pagrindinė veikimo logika respondentams buvo suprantama, tačiau dizainas ir naudotojo sąsajos sprendimai dar nėra iki galo išbaigti.



29 pav. Sistema yra lengvai suprantama

Žemiausiai buvo įvertintas testų kūrimo ir administravimo patogumas – šio klausimo vidurkis siekė 3,00 balo. Tai rodo, kad testų kūrimas sistemoje yra viena pagrindinių tobulintinų sričių. Testų kūrimo procesas apima kelis žingsnius: klausimų sukūrimą, atsakymų variantų nustatymą, teisingų atsakymų pažymėjimą, testo sudarymą ir jo priskyrimą testavimo sesijai. Respondentų vertinimai leidžia manyti, kad šis procesas galėtų būti paprastesnis, aiškiau struktūruotas ir labiau vizualiai suprantamas.



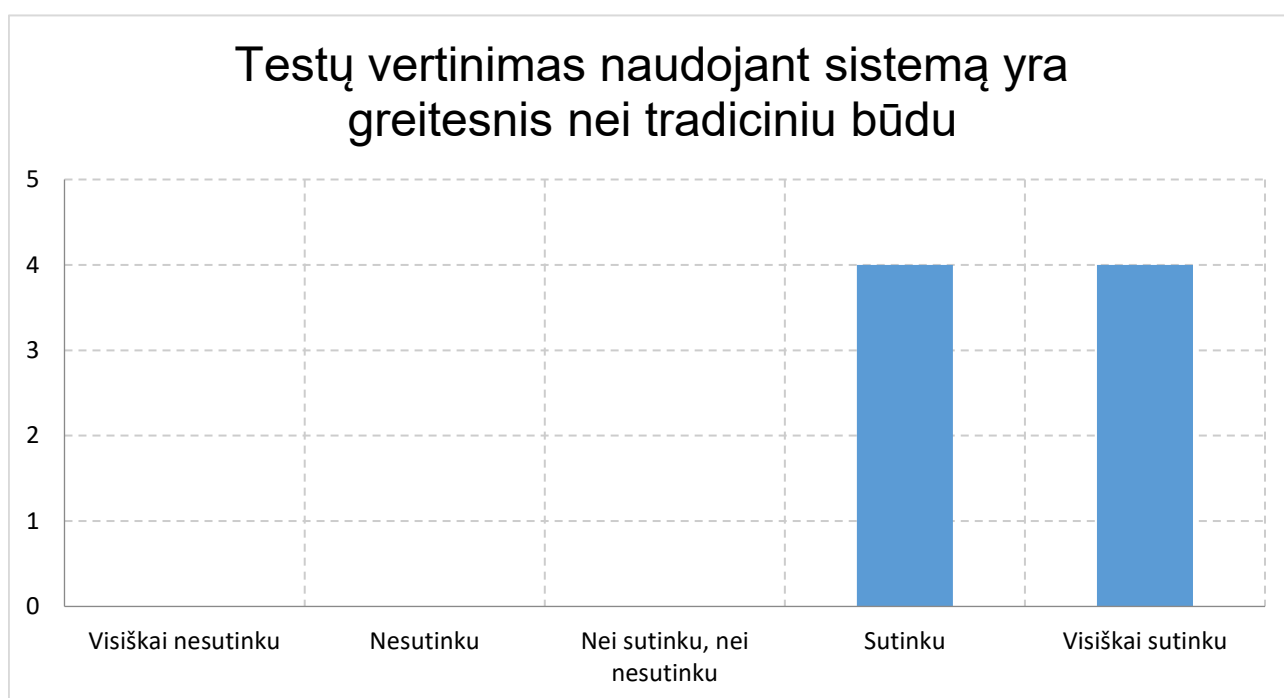
30 pav. Testų kūrimas ir administravimas yra patogus

Kadangi sistema pirmiausia skirta tyrėjams, testų kūrimo sudėtingumas nėra kritinė kliūtis jos naudojimui, tačiau jis gali mažinti praktinį sistemos efektyvumą. Kuo daugiau laiko reikia skirti testo parengimui, tuo mažesnė dalis sutaupomo laiko lieka bendrame testavimo procese. Todėl tolesniame sistemos tobulinime tikslinga supaprastinti testų kūrimo eigą, pagerinti navigaciją ir aiškiau atskirti pagrindinius veiksmus.

5.7. Testavimo proceso efektyvumo, darbo krūvio vertinimas

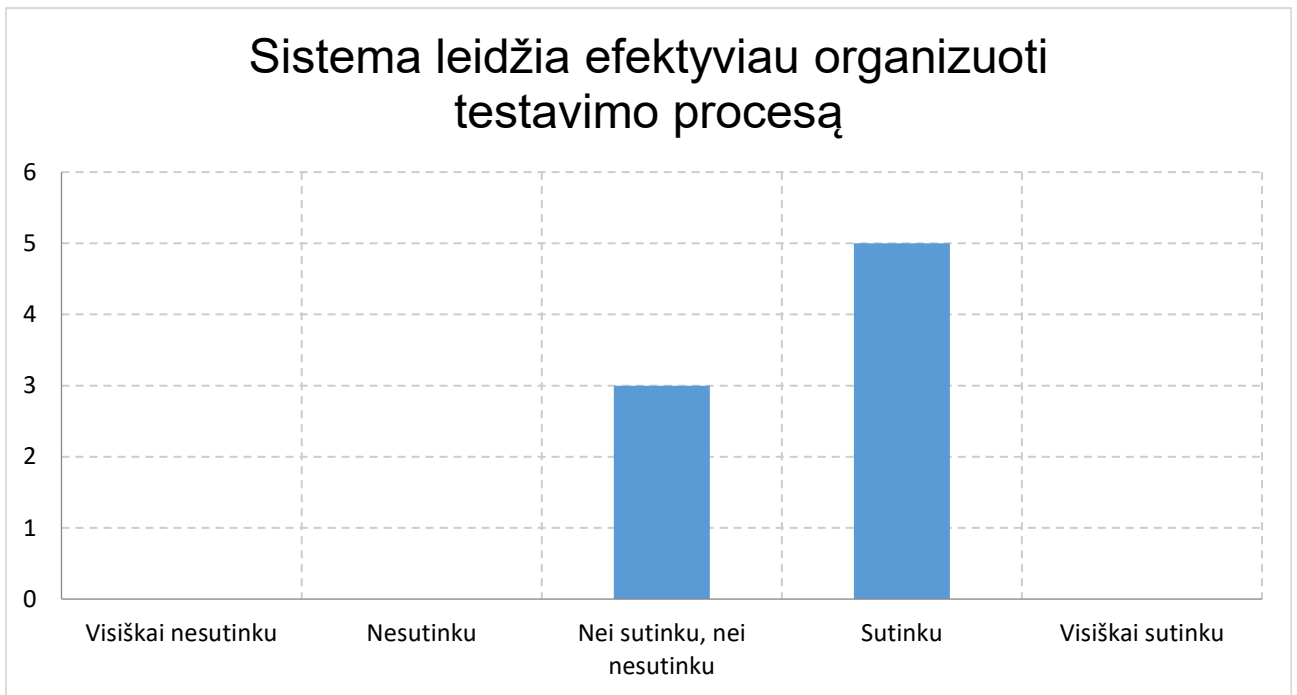
Testavimo proceso efektyvumui, darbo krūvio mažinimui ir duomenų eksportavimo galimybės įvertinti buvo skirti 4–9 klausimai (žr. 31 pav. - 35 pav.). Šie aspektai analizuojami kartu, nes jie tiesiogiai susiję su pagrindine sistemos paskirtimi – palengvinti diagnostinio matematikos testavimo organizavimą, automatizuoti rezultatų vertinimą ir sudaryti sąlygas patogiai paruošti duomenis tolimesnei analizei.

Aukščiausiai buvo įvertintas teiginys, kad testų vertinimas naudojant sistemą yra greitesnis nei tradiciniu būdu. Šio klausimo vidurkis siekė 4,50 balo. Tai rodo, kad respondantai aiškiai pastebėjo automatinio vertinimo naudą. Tradicinio popierinio testavimo atveju tyrėjui arba mokytojui reikia surinkti mokinių atsakymus, juos rankiniu būdu taisyti, apskaičiuoti rezultatus ir vėliau perkelti duomenis į tolimesnei analizei tinkamą formatą. Virtualioje sistemoje šie veiksmai sutrumpinami, nes mokinių atsakymai išsaugomi sistemoje, o rezultatai apskaičiuojami automatiškai.



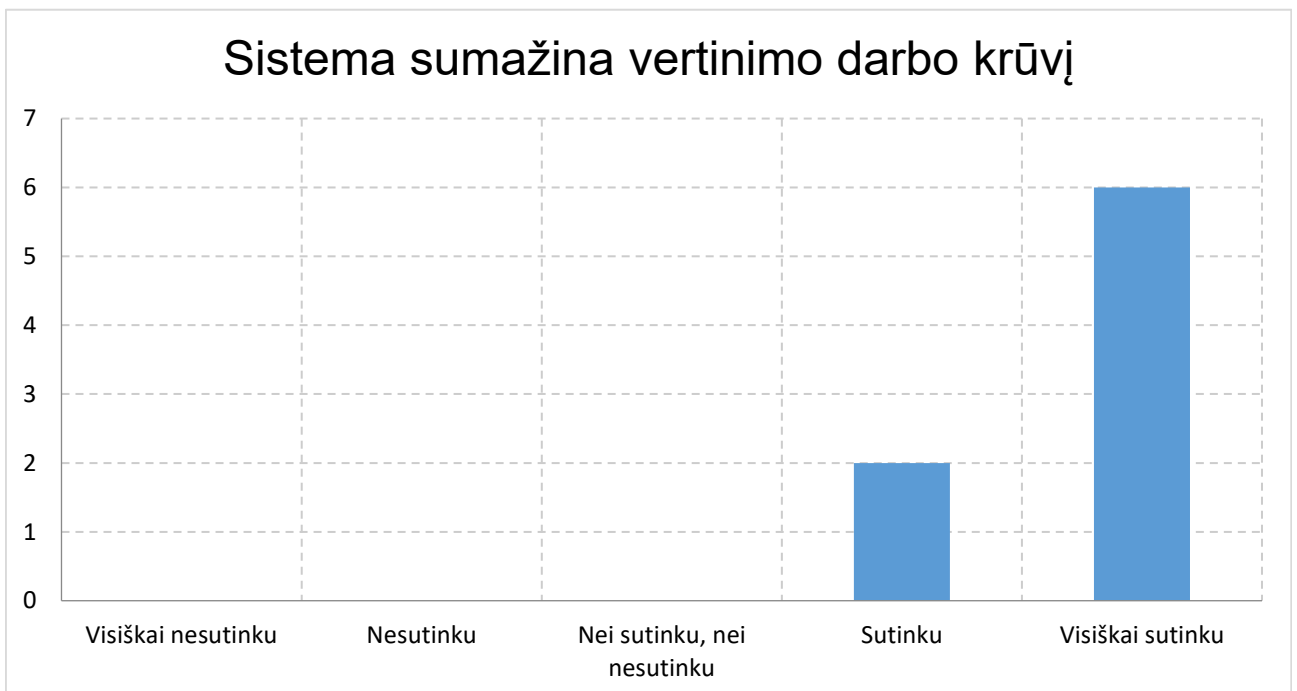
31 pav. Testų vertinimas naudojant sistemą yra greitesnis nei tradiciniu būdu

Teiginys, kad sistema leidžia efektyviau organizuoti testavimo procesą, buvo įvertintas 3,63 balo. Šis įvertinimas yra teigiamas, tačiau mažesnis nei vertinimo greičio įvertis. Tai leidžia daryti išvadą, kad pati vertinimo automatizacija veikia efektyviai, tačiau bendras testavimo organizavimas dar turi tobulintinų vietų. Procesą apsunkina testų parengimas, administravimo veiksmų kiekis. Todėl galima teigti, kad didžiausias efektyvumo padidėjimas pasiekiamas po testo atlikimo, kai sistema automatiškai apskaičiuoja rezultatus ir paruošia juos eksportavimui.

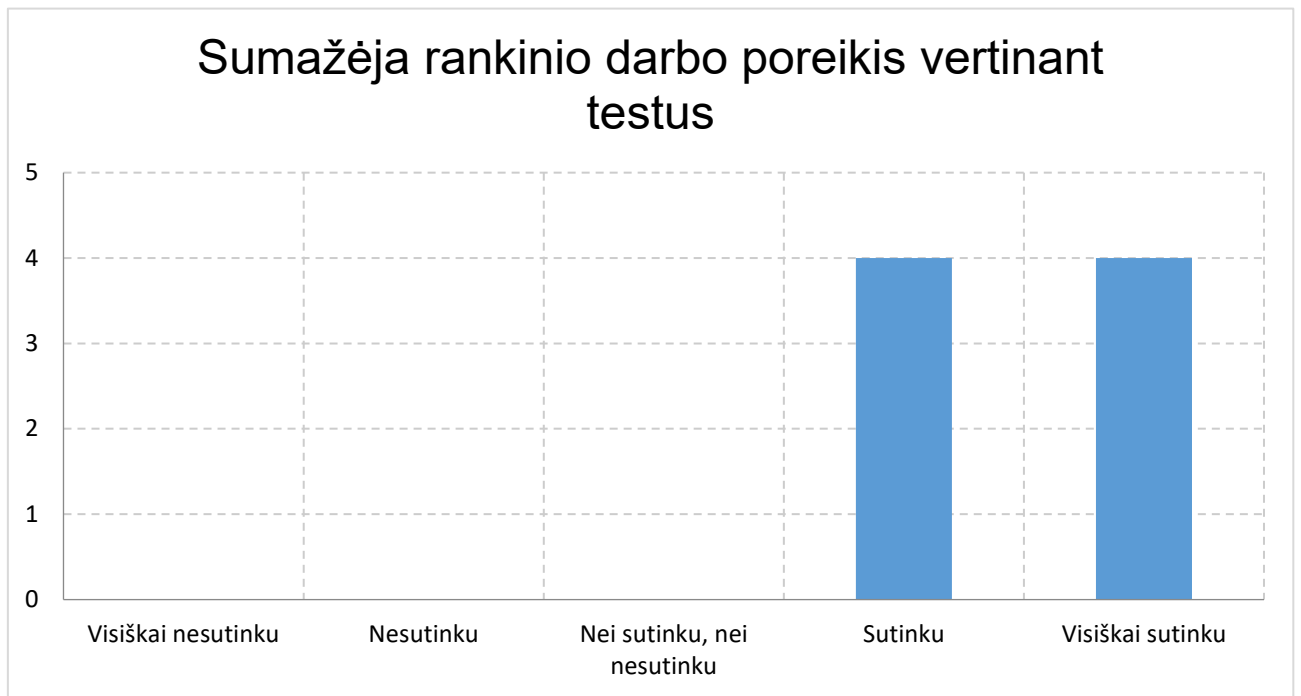


32 pav. Sistema leidžia efektyviau organizuoti testavimo procesą

Darbo krūvio mažinimo aspektas taip pat buvo įvertintas teigiamai. Teiginys, kad sistema sumažina vertinimo darbo krūvį, įvertintas 4,75 balo vidurkiu, o teiginys, kad sumažėja rankinio darbo poreikis vertinant testus, – 4,50 balo. Šie rezultatai patvirtina, kad viena stipriausių sistemos pusių yra pasikartojančių rankinių veiksmų mažinimas. Automatinis atsakymų vertinimas leidžia sumažinti rankinio taisymo poreikį ir užtikrina, kad visi atsakymai būtų vertinami pagal tuos pačius kriterijus.



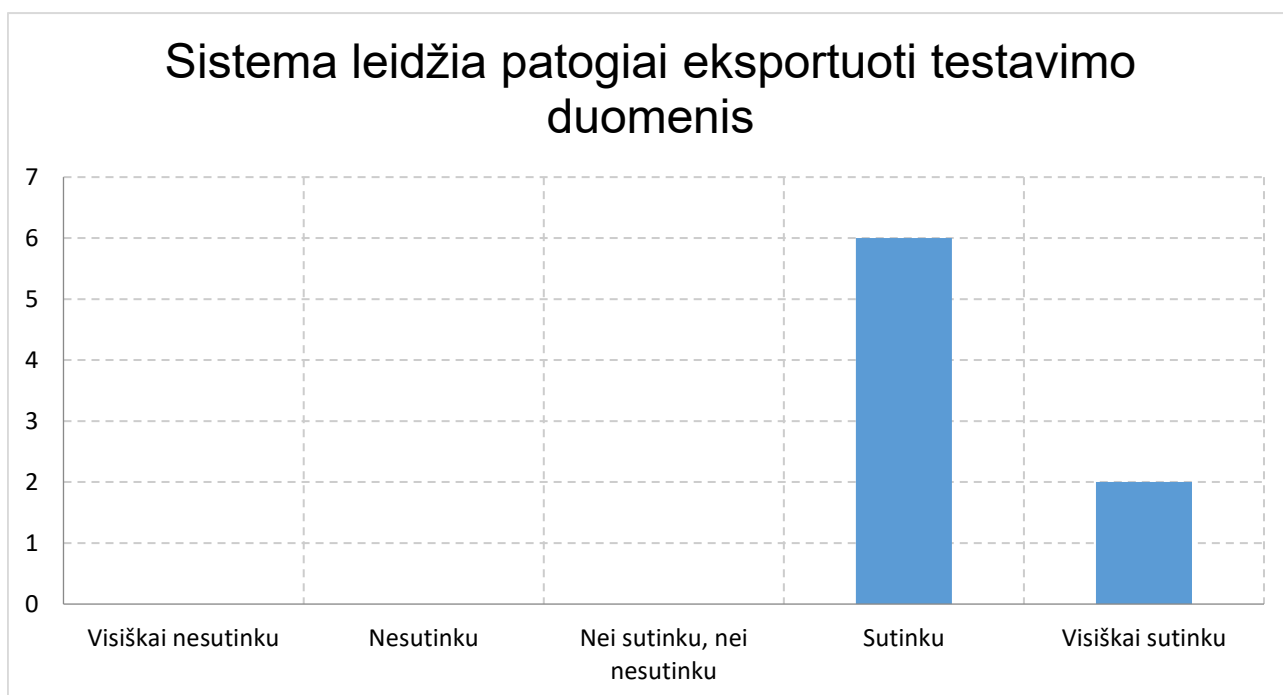
33 pav. Sistema sumažina vertinimo darbo krūvį



34 pav. Sumažėja rankinio darbo poreikis vertinant testus

Vis dėlto svarbu pažymėti, kad sistema darbo krūvio visiškai nepanaikina. Dalis darbo persikelia į pasirengimo etapą – testų kūrimą, klausimų suvedimą, atsakymų variantų parengimą ir testavimo sesijų administravimą. Kadangi testų kūrimo ir administravimo patogumas buvo įvertintas žemiausiai, galima teigti, kad pasirengimo etapas išlieka pagrindinė sistemos tobulintina dalis. Taigi sistema efektyviausiai mažina darbo krūvį vertinimo ir rezultatų apdorojimo etapuose, tačiau testų parengimo procesas dar nėra pakankamai optimizuotas.

Duomenų eksportavimo aspektui buvo skirti 8 ir 9 klausimai. Abu klausimai buvo įvertinti 4,25 balo vidurkiu. Tai rodo, kad respondantai teigiamai vertina galimybę eksportuoti testavimo duomenis ir naudoti juos tolimesnei analizei. Svarbu pabrėžti, kad sukurta sistema pati neatlieka išsamios statistinės analizės. Jos paskirtis – surinkti mokinių atsakymus, automatiškai apskaičiuoti rezultatus ir pateikti duomenis tokia forma, kuri būtų tinkama apdoroti kitomis priemonėmis.



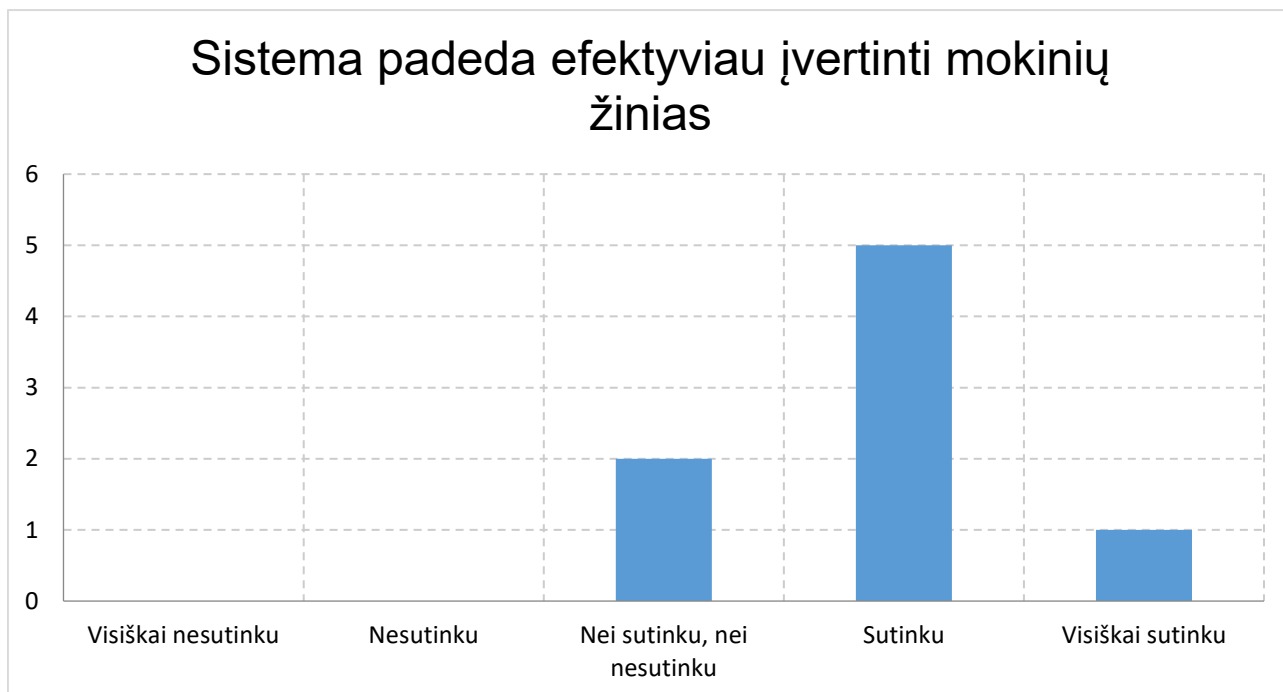
35 pav. Sistema leidžia patogiai eksportuoti testavimo duomenis

Eksportuoti duomenys gali būti naudojami skaičiuojant bendrus rezultatus, lyginant skirtingas mokinių grupes, vertinant užduočių atlikimo dažnius ar atliekant detalesnę statistinę analizę. Ši funkcija yra ypač svarbi tyrėjams, nes sistema skirta ne tik testavimo procesui vykdyti, bet ir duomenų rinkimui. Galimybė greitai gauti struktūruotus duomenis leidžia sumažinti techninį pasiruošimą analizei ir daugiau dėmesio skirti rezultatų interpretavimui.

Apibendrinant galima teigti, kad sistema geriausiai sprendžia tuos etapus, kurie susiję su testų vertinimu, rezultatų fiksavimu ir duomenų paruošimu tolimesnei analizei. Šie aspektai tiesiogiai atitinka darbo tikslą – palengvinti diagnostinio testavimo procesą tyrėjams. Tačiau testavimo proceso organizavimas ir testų kūrimas dar reikalauja patobulinimų, nes būtent šie etapai labiausiai riboja bendrą sistemos efektyvumą.

5.8. Bendras sistemos efektyvumo įvertinimas ir tyrimo išvados

Bendram sistemos efektyvumui įvertinti buvo skirtas 10 klausimas: „Sistema padeda efektyviau įvertinti mokinių žinias“ (žr. **36 pav.**). Šio klausimo vidurkis siekė 3,88 balo. Tai rodo, kad respondentai sukurtą virtualią matematikos testavimo sistemą vertina teigiamai, tačiau ne kaip visiškai išbaigtą sprendimą.

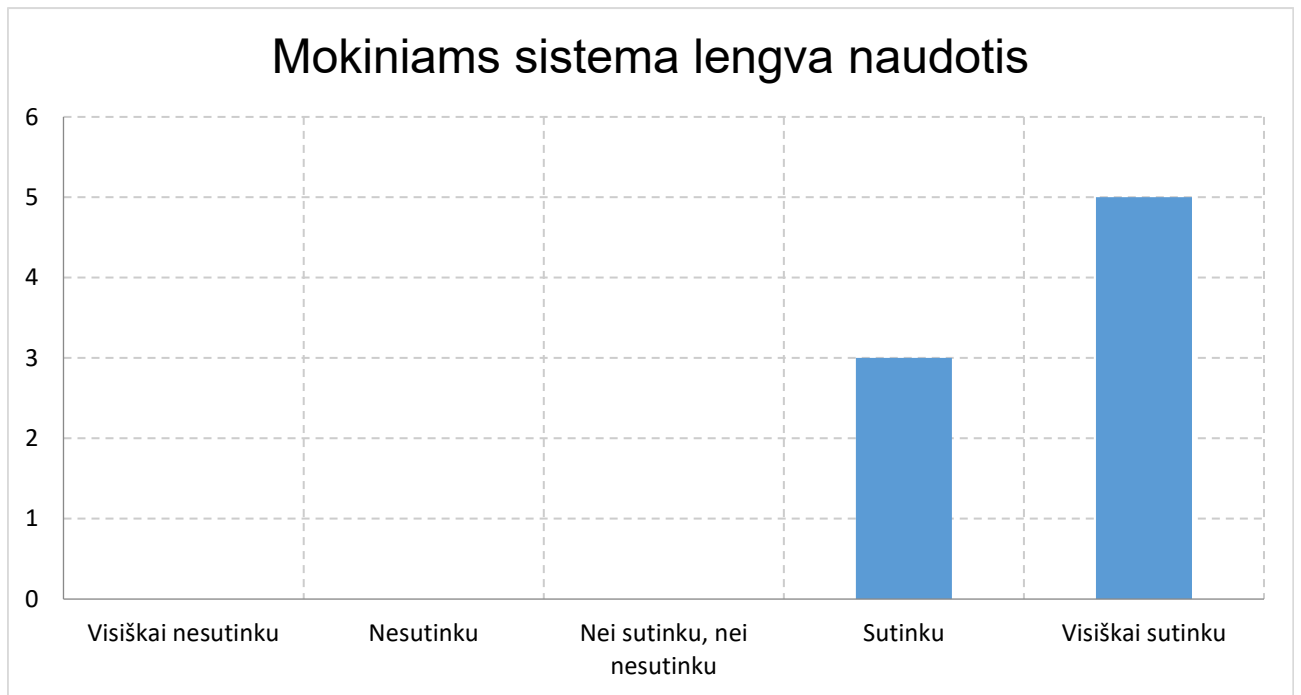


36 pav. Sistema padeda efektyviau įvertinti mokinių žinias

Efektyvumo tyrimo rezultatai leidžia teigti, kad sistema geriausiai sprendžia tuos diagnostinio testavimo proceso etapus, kurie susiję su atsakymų vertinimu, rezultatų fiksavimu ir duomenų paruošimu tolimesnei analizei. Tai tiesiogiai atitinka darbo tikslą – palengvinti tyrėjų darbą vykdant pradinių klasių mokinių matematikos diagnostinį testavimą.

Svarbu pabrėžti, kad šiame darbe sistemos efektyvumas nėra siejamas su mokinių mokymosi rezultatų gerinimu ar individualizuotu mokymu. Sistema vertinama kaip tyrėjų ir testavimo organizatorių darbo priemonė, skirta sumažinti rankinio vertinimo poreikį, pagreitinti rezultatų gavimą ir pateikti duomenis tolimesniam apdorojimui.

Papildomas 11 klausimas (žr. **37 pav.**) parodė, kad mokinių naudojimosi sistema paprastumas įvertintas aukštai – vidurkis siekė 4,63 balo. Tai paaiškinama tuo, kad mokinio rolė sistemoje yra ribota: mokinys prisijungia, pasirenka priskirtą testą, atsako į klausimus ir užbaigia testą. Todėl mokinio sąsaja yra paprastesnė nei administratoriaus aplinka.



37 pav. Mokiniams sistema lengva naudotis

Tyrimo metu taip pat išryškėjo pagrindinė tobulintina sritis – testų kūrimo ir administravimo patogumas. Šis aspektas buvo įvertintas žemiau nei automatinis vertinimas ar duomenų eksportavimas, todėl galima teigti, kad sistemos pasirengimo testavimui etapas dar nėra pakankamai optimizuotas.

Apibendrinant galima teigti, kad sukurta virtuali matematikos testavimo sistema padeda spręsti darbe identifikuotą problemą – nepakankamai efektyvų mokinių žinių vertinimo procesą. Sistema yra tinkama kaip pradinis taškas diagnostinio matematikos testavimui, tačiau tolimesniam praktiniam taikymui reikalingi patobulinimai, susiję su testų kūrimo eiga, administravimo procesų aiškumu ir naudotojo sąsajos išbaigtumu.

Išvados

1. Išanalizavus diagnostinio matematinio testavimo sritį nustatyta, kad diagnostinis vertinimas yra reikšminga priemonė pradinė klasių mokinių matematikos žinių lygiui ir mokymosi spragoms nustatyti. Toks vertinimas turi būti grindžiamas aiškiais testų kokybės principais: validumu, patikimumu ir standartizavimu. Pradinė klasių mokiniams skirti matematikos diagnostiniai testai turi būti aiškūs, suprantami, atitikti mokinių amžių ir jų pažinimo gebėjimus.
2. Atlikus pradinė klasių mokytojų apklausą nustatyta, kad virtualaus diagnostinio matematikos testavimo poreikis egzistuoja, tačiau praktikoje diagnostiniai testai taikomi ribotai. Tyrimo rezultatai parodė, kad mokytojai išvelgia virtualaus testavimo naudą, ypač dėl rezultatų sisteminimo, mokinių žinių spragų nustatymo ir galimybės lengviau apdoroti duomenis. Kartu išryškėjo ir pagrindiniai iššūkiai – techninės įrangos trūkumas, pasirengimo naudotis tokiomis sistemomis poreikis.
3. Parengus reikalavimų specifikaciją išskirtos dvi pagrindinės sistemos naudotojų grupės: administratorius ir mokinys. Sistemos funkcionalumas suskirstytas į naudotojų valdymo, testų valdymo ir testavimo sesijų valdymo posistemius, kurie apima pagrindinius diagnostinio testavimo proceso veiksmus.
4. Pagal parengtą projektą sukurta virtuali pradinė klasių mokinių matematikos žinių diagnostinio testavimo sistema. Sistema leidžia kurti mokinius, rengti testus, sudaryti testavimo sesijas, automatiškai vertinti atsakymus, peržiūrėti rezultatus ir eksportuoti duomenis tolimesnei analizei.
5. Įvertinus sukurto sistemos veiksmingumą nustatyta, kad sistema padeda efektyviau vykdyti diagnostinio matematikos testavimo procesą: sumažina rankinio vertinimo poreikį, pagreitina rezultatų gavimą ir palengvina duomenų paruošimą analizei. Tyrimas taip pat parodė, kad testų kūrimo ir administravimo veiksmai galėtų būti tobulinami.

Literatūros sąrašas

1. STRINGFIELD, Sam. A model of elementary school effects. [knygos aut.] David REYNOLDS. *Advances in School Effectiveness Research and Practice*. Oxford : Pergamon / Elsevier, 1994.
2. SCHOENFELD, Alan H. Making Mathematics Work for All Children: Issues of Standards, Testing, and Equity. *Educational Researcher*. 2002 m., T. 31.
3. BARTON, Craig. On Formative Assessment in Math: How Diagnostic Questions Can Help. *American Educator*. 2018 m., T. 42.
4. E-Testing Systems: Possible Weaknesses and Possible Solutions. JOVANOVIĆ, Mile; GUSHEV, Marjan. Skopje : s.n., 2008.
5. *Models of e-testing*. KONNERTH, Sara; LOBIN, Gunter. 2017.
6. Current challenges in integrating educational technology into elementary and middle school mathematics education. OKITA, Sandra Y. ir JAMALIAN, Azadeh. s.l. : Journal of mathematics education, 2011 m., T. 2.
7. The Impact of Educational Technology on Student Achievement: Assessment “of” and “for” Learning. IRVING, Karen E. s.l. : Science Educator, T. 15.
8. Hattie, J. *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. 2009 m.
9. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. s.l. : W. W. Norton & Company, 2024.
10. *Advantages and Challenges of Using e-Assessment*. Nuha Alruwais, Gary Wills, and Mike Wald. s.l. : International Journal of Information and Education Technology, 2018 m.
11. *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Redecker, C., & Punie, Y. s.l. : Publications Office of the European Union, 2017 m.
12. MICROSOFT. Internet Information Services (IIS) overview. *Microsoft Learn*. [interaktyvus] Microsoft, 2024 m. [žiūrėta: 2026 m. 01 13 d.] <https://learn.microsoft.com/en-us/iis/get-started/introduction-to-iis/iis-web-server-overview>.
13. MICROSOFT. Remote Desktop Protocol (RDP) overview. *Microsoft Learn*. [interaktyvus] Microsoft, 2024 m. [žiūrėta: 2026 m. 01 15 d.] <https://learn.microsoft.com/en-us/windows-server/remote/remote-desktop-services/clients/remote-desktop-protocol>.
14. MICROSOFT. ASP.NET Core Runtime and Hosting Bundle. *Microsoft Learn*. [interaktyvus] Microsoft, 2024 m. [žiūrėta: 2026 m. 01 16 d.] <https://learn.microsoft.com/en-us/aspnet/core/host-and-deploy/iis/hosting-bundle>.
15. MICROSOFT. SQL Server documentation. *Microsoft Learn*. [interaktyvus] Microsoft, 2024 m. [žiūrėta: 2026 m. 01 16 d.] <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/>.
16. BLACK, Paul; WILIAM, Dylan. Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 1998 m., T. 5.
17. HARLEN, Wynne. *Assessment of Learning*. London : SAGE Publications, 2007.
18. OECD. *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classrooms*. Paris : OECD Publishing, 2005.
19. HERITAGE, Margaret. *Formative Assessment: Making It Happen in the Classroom*. s.l. : Corwin Press, 2010.

20. BROOKHART, Susan M. *How to Give Effective Feedback to Your Students*. s.l. : ASCD, 2008.
21. CIZEK, Gregory J. *An introduction to formative assessment: history, characteristics, and challenges*. [knygos aut.] Heidi L. Andrade. *Handbook of Formative Assessment*. s.l. : Routledge, 2010.
22. MATHEMATICS, NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF. *Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All*. 2014.
23. COUNCIL, NATIONAL RESEARCH. *Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics*. Washington : National Academies Press, 2001.
24. VAN DE WALLE, John A.; KARP, Karen S.; BAY-WILLIAMS, Jennifer M. *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Boston : Pearson, 2016.
25. ASSOCIATION, AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH, ASSOCIATION, AMERICAN PSYCHOLOGICAL ir EDUCATION, NATIONAL COUNCIL ON MEASUREMENT IN. *Standards for Educational and Psychological Testing*. Washington : American Educational Research Association, 2014.
26. CROCKER, Linda; ALGINA, James. *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1986.
27. DOWNING, Steven M.; HALADYNA, Thomas M. *Handbook of Test Development*. Mahwah : Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
28. REDECKER, Christine; JOHANNESSEN, Øystein. Changing assessment — towards a new assessment paradigm using ICT. *European Journal of Education*. 2013 m., T. 48.
29. JISC. *Effective Practice with e-Assessment: An Overview of Technologies, Policies and Practice in Further and Higher Education*. Bristol : JISC, 2007.
30. SIEMENS, George; LONG, Phil. Penetrating the fog: analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*. 2011 m., T. 46.

Priedai

1 Priedas. Poreikio tyrimo apklausa

Poreikio tyrimo apklausos klausimai bei atsakymų variantai (žr. **16 lentelė**).

16 lentelė. Poreikio tyrimo apklausa

Nr.	Klausimas	Atsakymų variantai
1	Jūsų lytis	Vyras; Moteris
2	Jūsų amžiaus grupė	Iki 25 metų; 25–40 metai; 40–55 metai; Daugiau nei 55 metai
3	Jūsų pedagoginis stažas	Iki 5 metų; 5–10 metų; 11–15 metų; 16–20 metų; 21–25 metų; 26–30 metų; 31 ir daugiau
4	Jūsų pedagoginė kvalifikacija	Mokytojas; Vyr. mokytojas; Metodininkas; Ekspertas
5	Kokią klasę šiuo metu mokote?	1 klasę; 2 klasę; 3 klasę; 4 klasę
6	Ar jūsų mokykloje naudojamos diagnostinės priemonės mokinių pasiekimams vertinti?	Taip; Ne; Nežinau
7	Kaip vertinate diagnostinių testų diegimo virtualioje aplinkoje poreikį pradinių klasių mokiniams?	Labai reikalinga; Gana reikalinga; Mažai reikalinga; Visiškai nereikalinga
8	Kokius diagnostinius testus šiuo metu naudojate, jei naudojate?	Spausdinti testai; Testavimo platformos, pvz., Eduka, Moodle, kt.; Nenaudoju; Kiti testavimo būdai
9	Ar jums teko naudoti virtualią aplinką, pvz., Google Classroom, Moodle, kt., mokinių vertinimui?	Taip, dažnai; Kartais; Retai; Niekada
10	Kokią naudą, jūsų manymu, suteiktų diagnostiniai testai virtualioje aplinkoje?	Lengviau stebėti individualią mokinio pažangą; Statistinė analizė; Padėtų diagnozuoti mokinių mokymosi spragas; Padėtų suprasti, ar klasė pasirengusi pereiti prie kitos temos / skyriaus; Padėtų numatyti / prognozuoti mokinio ar klasės būsimo apibendrinamojo vertinimo rezultatus; Kitos naudos; Naudos nesuteiktų
11	Su kokiais iššūkiais galėtų susidurti mokyklos, diegiant diagnostines testavimo aplinkas?	Trūksta techninės įrangos; Per maža mokytojų kompetencija naudoti technologijas; Mokinių technologiniai įgūdžiai; Kita
12	Ar diagnostinės testavimo aplinkos virtualioje aplinkoje galėtų pagerinti mokinių mokymosi rezultatų stebėseną?	Taip; Ne; Nežinau
13	Ar norėtumėte dalyvauti mokymuose apie virtualias diagnostines testavimo sistemas?	Taip; Ne; Galbūt

2 Priedas. Dirbtinio intelekto įrankių naudojimas rengiant baigiamąjį darbą

Rengiant šį magistro baigiamąjį darbą kaip pagalbinė priemonė buvo naudojami dirbtinio intelekto įrankiai **ChatGPT** bei **Claude** (žr. **17 lentelė**). Toliau pateikiama suvestinė, kaip šie įrankiai buvo integruoti į darbo rengimo procesą.

17 lentelė. DI. panaudojimo atvejai

DI įrankis	Panaudojimo sritis	Aprašymas
Claude	Programavimas	Pagalba, kodo generavimas kuriant sistemą. Pagalba sistemą išleidžiant į internetą per IIS serverį.
ChatGPT	Kalbos redagavimas ir stilius	Magistro darbo teksto stilistikos gerinimas, akademinų terminų tikslinimas bei gramatinių klaidų patikra.