



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS

VIRTUALIOSIOS LABORATORIJOS GAMTOS MOKSLŲ
MOKYTOJAMS

Baigiamasis magistro projektas

Fernando Antunez Cid

Projekto autorius

Prof. habil. dr. Aleksandras Targamadžė

Vadovas

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Virtualiosios laboratorijos gamtos mokslų mokytojams

Baigiamasis magistro projektas

Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos (6211BX010)

Fernando Antunez Cid

Projekto autorius

Prof. Aleksandras Targamadžė

Vadovas

Lekt. Vitalija Jakštienė

Recenzentė

Kaunas, 2019



Kauno technologijos universitetas

Informatikos fakultetas

Fernando Antunez Cid

Virtualiosios laboratorijos gamtos mokslų mokytojams

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Fernando Antunez Cid, baigiamasis projektas tema „Virtualiosios laboratorijos gamtos mokslų mokytojams“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Antunez Cid, Fernando. Virtualiosios laboratorijos gamtos mokslų mokytojams. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovas Prof. habil. dr. Aleksandras Targamadžė; Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos.

Reikšminiai žodžiai: virtuali mokymosi aplinka, virtualioji laboratorija, interaktyvios mokymosi priemonės, integruota mokymosi veikla, tyrimais grįstas mokymasis, aktyvaus mokymosi metodai, elektroninis mokymasis, nuotolinis mokymasis, STEAM, mokytojų įgalinimas.

Kaunas, 2019. 71 p.

Santrauka

Naujų informacinių technologijų vystymasis atneša nemažai pokyčių į švietimo pasaulį. Tarp jų yra virtualiosios mokymosi aplinkos ir elektroninės arba virtualios laboratorijos. Mokykliniame lygmenyje yra aktualu taikyti mokymo metodus, kurie puoselėtų mokinio aktyvumą, mokymo individualizavimą, intuityvų mokymąsi tyrinėjant. „STEAM“ (gamta, technologija, inžinerijos mokslai, menas ir matematika) sistamai yra būdinga tų dalykų integracija edukacinėje sistemoje. Virtualiųjų laboratorijų taikymas pagrindinėse mokyklose padeda pasiekti šiuolaikiškų mokymosi metodų tikslų, integruojamos informacinės technologijos su kitais dalykais, mokinys turi galimybes eksperimentuoti, jo mokymasis yra individualizuotas, puoselėjami reikalingi gebėjimai: loginis ir kompiuterinis mąstymas, tyrinėtojų mąstymas, gebėjimas spręsti problemas ir pritaikyti technologijas, gebėjimas pačiam gaminti, gebėjimas sujungti teoriją ir praktiką.

Šiame darbe **nagrinėjama problema** yra mokytojų įgalinimas naudoti virtualiąsias laboratorijas mokymo(si) procese. Tai apima mokytojų gebėjimus ir pasirengimą jas panaudoti, efektyvų priemonių pasirinkimą ir tinkamos metodikos taikymą.

Darbo **objektas**: gamtos mokslų laboratorijų panaudojimas mokymo(si) procese.

Darbo **tikslas** – išplėsti gamtamokslinio mokymo praktinių veiklų galimybes virtualiosiomis laboratorijomis. Siekiant įgyvendinti tikslą keliami šie **uždaviniai**:

1. išanalizuoti virtualiųjų laboratorijų pasiūlą, veikimą ir jų panaudojimo galimybes 5–8 klasių mokiniams;
2. ištirti mokytojų įgalinimo naudoti virtualiąsias laboratorijas galimybes;
3. parengti pagal tyrimo ir analizės rezultatus sistemą, kuri padėtų mokytojų įgalinimui naudoti virtualiąsias laboratorijas;
4. realizuoti sistemą, kurioje mokytojas galėtų konstruoti tyrimo erdvę naudojant virtualiąsias laboratorijas;
5. ištirti realizuotos sistemos efektyvumą.

Darbe nagrinėjama gamtamokslių dalykų mokymosi ypatumai, tyrimais grįsto mokymosi metodika, laboratorijų naudojimas mokymesi. Analizuojamos virtualiosios laboratorijos, jų privalumai, taikymas mokinių ugdymo procese bei laboratorijų pasiūla.

Kuriama sistema mokytojų įgalinimui naudoti virtualiąsias laboratorijas. Ši sistema yra virtuali mokymosi aplinka, skirta tyrimais grįstam mokymuisi. Į ją integruojamos virtualiosios laboratorijos.

Nagrinėjamos galimos VMA ir virtualiųjų laboratorijų technologijos. Pasirenkamas „Moodle“ su H5P papildiniu ir HTML5 virtualiosiomis laboratorijomis.

Bendradarbiaujant su „Up2U“ projektu buvo sukurta Kauno Simono Daukanto progimnazijos „Moodle“ pagrįsta VMA su įrankiais mokytojų įgalinimui naudoti virtualiąsias laboratorijas ir organizuoti tyrimais grįsto mokymosi veiklas. Mokytojas gali mokytis naudoti sistemą, metodiką ir virtualiąsias laboratorijas. Sistemoje yra įdiegta duomenų bazė, kuri leidžia pasirinkti virtualiąją laboratoriją iš ten siūlomų laboratorijų bei ją įkelti į mokymosi veiklą.

Sistemą išbandė Kauno Simono Daukanto progimnazijos mokytojai ir šeštos klasės mokiniai integruotoje veikloje „Mokinys – mokslininkas“. Veikloje taikoma tyrimais grįsto mokymosi metodika su įvairiomis virtualiosiomis laboratorijomis.

Apibendrinant darbo išvadas galima teigti, kad mokykloje mažai naudojamos virtualiosios laboratorijos, nes jos nėra pritaikytos prie mokymosi aplinkos bei metodikos. Mokytojams dažnai trūksta pasirengimo naudotis inovatyviomis informacinių technologijų galimybėmis, tarp jų ir virtualiosiomis laboratorijomis. Yra poreikis įgalinti mokytojus tiekiant tinkamas priemones, programinę įrangą ir mokymosi galimybes.

Standartinė Moodle sistema su H5P papildiniu turi visus reikalingus įrankius, kad būtų galima kurti tyrimais grįsto mokymosi veiklas integruojant virtualiąsias laboratorijas. Suprojektuota sistema naudojant šias priemones. Ši sistema yra virtuali mokymosi aplinka, kurioje integruotos reikalingos priemonės, kad mokytojai galėtų organizuoti tyrimais grįsto mokymosi veiklas ir į jas įtraukti savo mokinius.

Realizuotos sistemos efektyvumo tyrimas rodo, kad sistemos praktiškas naudojimas palengvina tyrimais grįsto mokymosi metodikos taikymą, skatina mokytojus integruoti dalykus su IKT šiuolaikiškėmis priemonėmis, gerina mokinių motyvaciją, savarankiškumą bei aktyvų mokymąsi.

Antunez Cid, Fernando. Virtual Labs for Teachers of Natural Science. Master's Final Degree Project / supervisor Prof. Dr. Aleksandras Targamadžė; Kauno technologijos universitetas, Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Information Technologies of Distance Education.

Keywords: Virtual learning environment, virtual lab, interactive learning means, integrated learning activity, inquiry based learning, active learning methods, distance learning, e-learning, STEAM, enabling teachers.

Kaunas, 2019. 71 pages.

Summary

The development of new information technologies brings a number of changes into the educational world. These include virtual learning environments and virtual labs. At school level, inquiry based learning method may foster student participation and intuitive learning. STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) education is characterized by the integration of these subjects into the learning system. The use of virtual labs helps to achieve the aims of modern learning methods, integrating information technologies with other subjects, giving the student the opportunity to experiment, student's learning is individualized, necessary skills are cherished: logical and computer thinking, researcher's thinking, ability to solve problems and adapt technologies, the ability to create new things, the ability to combine theory and practice.

The problem addressed in this work is how to enable teachers to use virtual labs in the learning process. This includes the ability and readiness of teachers to use them, the effective choice of instruments and the application of an appropriate methodology.

The aim of this work is to expand the possibilities of practical activities in natural science learning using virtual labs. In order to achieve this goal, the following objectives are set:

1. to analyze the supply, operation, and use of virtual labs for students in grades 5–8;
2. to explore the possibilities of enabling teachers to use virtual labs;
3. to prepare a product design according to the results of previous research and analysis;
4. to implement a system where the teacher could construct a learning environment using virtual labs;
5. to investigate the efficiency of the realized system.

The study deals with the peculiarities of natural science subjects, inquiry-based learning methodology, and the use of labs for learning. Virtual labs are analyzed: advantages, their application to the educational process, their availability and variety.

The system is designed to enable teachers to use virtual labs. This system is a virtual learning environment designed for inquiry-based learning activities including integrated virtual labs. Different technologies of VMA and virtual labs are analyzed. Moodle with H5P Plugin and HTML5 virtual labs are selected for this project.

In collaboration with the Up2U project, Kauno Simono Daukanto progymnasium Moodle VMA was developed with tools to enable teachers to use virtual labs and organize inquiry-based learning activities. Teachers can learn to use the system, methodology and virtual labs. The system has a database that allows teachers to select virtual labs and upload them to learning activities.

The system was tested by teachers of Kauno Simono Daukanto Progymnasium and sixth grade students in the integrated program “The student as a Scientist”. This program activity follows an inquiry-based learning methodology using among other means some virtual labs.

Summarizing the conclusions of this work, it can be stated that virtual labs are used not so much at school because they are not adapted to the learning environment and methodology. Teachers often lack the ability to use innovative information technology capabilities, including these virtual labs. There is a necessity to enable teachers supplying effective instruments, software, and training.

The standard Moodle system with H5P plug-in has enough tools to build inquiry-based learning activities with integrated virtual labs. The system designed in this project is using this software. This system is a virtual learning environment that integrates the necessary tools to enable teachers to organize research-based learning activities and involve their students.

A study of the effectiveness of the implemented system shows that the practical use of this system facilitates the application of inquiry-based learning methodology, encourages teachers to integrate subjects with modern ICT tools, and improves student motivation, self-sufficiency and active learning.

Turinys

Lentelių sąrašas	9
Paveikslų sąrašas	10
Santrumpų ir terminų sąrašas	11
Įvadas	12
1. Literatūros analizė	14
1.1. Gamtamokslių dalykų mokymosi ypatumai ir tyrimais grįstas mokymasis	14
1.2. Virtualiųjų laboratorijų taikymas mokinių ugdymo procese	15
1.3. Virtualiųjų laboratorijų apžvalga ir jų integravimas į virtualiąsias mokymosi aplinkas	17
1.4. Bendras IKT priemonių taikymas mokyklose: problemos ir sprendimai	19
1.5. Analizės išvados.....	20
2. Projektas „Virtuali mokymosi aplinka skirta tyrimais grįstam mokymuisi naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas“	21
2.1. Informacijos sistemos aprašymas ir paskirtis	21
2.2. Dalyviai	22
2.3. Virtualiosios mokymosi aplinkos dalyvių poreikiai	23
2.4. Procesai ir posistemės: funkciniai poreikiai	24
2.5. Nefunkciniai poreikiai	28
2.6. Sprendimas ir priemonių pasirinkimas	28
2.7. Moodle galimybės integruojant virtualiąsias laboratorijas	30
2.8. Rekomenduojamų virtualiųjų laboratorijų ir veiklos organizavimo duomenų bazė.....	31
2.9. VMA projektavimas.....	33
2.10. Išvados	39
3. Sistemos realizacija	40
3.1. Virtuali mokymosi aplinka su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis	40
3.2. Pagalbinės duomenų bazės realizacija	41
3.3. Išvados	42
4. Sistemos išbandymas ir panaudojimo efektyvumo tyrimas	43
4.1. Mokinių dalyvavimas bandyme. Bandymo aprašymas.....	43
4.2. Mokytojų dalyvavimas sistemos bandyme	50
4.3. Tyrimo išvados.....	53
Išvados	54
Literatūros sąrašas	55
Priedai	57
1 priedas. Problemų medis	57
2 priedas. Virtualiųjų laboratorijų sąrašas.....	58
3 priedas. Projektuojamos sistemos PA diagramos: mokymosi veiklos.....	60
4 priedas. Pagalbinės duomenų bazės konstravimas.....	62
5 priedas. Klausimynas (mokinių apklausa)	65
6 priedas. Klausimynas (mokytojų apklausa)	66
7 priedas. Sistemos tyrimo mokymosi veiklos dokumentavimo pavyzdžiai (sukurti su Moodle duomenų bazės įrankiu).	67
8 priedas. Sistemos tyrimo mokymosi veiklos ataskaitos pavyzdys.....	70
9 priedas. Virtualiosios mokymosi sistemos diegimo aktas	71

Lentelių sąrašas

2.1 lentelė. Funkciniai poreikiai.....	25
2.2 lentelė. Sistemų galimybių integruoti virtualias laboratorijas paliginimas.....	29
2.3 lentelė. Panaudojimo atvejis „Kurti veiklą su interaktyviais mokymosi objektais“	37
2.4 lentelė. Panaudojimo atvejis „Įkelti virtualiąją laboratoriją“	38
2.5 lentelė. Panaudojimo atvejis „Publikuoti el. mokymosi turinį“	38
3.1 lentelė. Standartiniai tyrimais grįsto mokymosi veiklos komponentai	41
4.1 lentelė. Mokinių pasirinktos temos ir laboratorijos, kurios šiame darbe buvo išverstos į lietuvių kalbą	44
4.2 lentelė: Tyrimais grįsto mokymosi veiklos užduotys ir naudojami ištekliai	45
4.3 lentelė. Komandų įsivertinimai ir sistemos vertinimai	46
4.4 lentelė. Mokinių komentarai apie sistemą.....	49
4.5 lentelė. Mokytojų atsiliepimai apie sistemą.....	52

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Tyrimais grįsto mokymosi etapai	14
1.2 pav. Problemos sprendimų medis	19
2.1 pav. Informacijos sistemos sudarymas.....	21
2.2 pav. VMA dalyviai ir jų pagrindinės funkcijos.....	23
2.3 pav. Virtualiosios mokymosi aplinkos posistemės.	25
2.4 pav. Virtualiosios laboratorijos integravimas Moodle sistemoje naudojant H5P papildinį.....	31
2.5 pav. Duomenų bazės posistemės panaudos atvejų diagrama	32
2.6 pav. Mokymosi veiklos būsenų diagrama	33
2.7 pav. Sistemos schema	34
2.8 pav. VMA kursų kategorijos.....	34
2.9 pav. Veiklos diagrama: tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimas ir panaudojimas	35
2.10 pav. Vadovas mokytojams (mokyklos Moodle sistemoje)	36
2.11 pav. Veiklų rinkinio struktūra	36
2.12 pav. Projekto VMA struktūra.....	37
3.1 pav. Virtualiųjų laboratorijų duomenų bazė (Moodle sistemoje)	40
3.2 pav. Duomenų bazės veiksmo pavyzdys.....	42
4.1 pav. Mokinių pasisekimas.....	46
4.2 pav. Sistemos efektyvumas metodikos taikymui.	47
4.3 pav. Mokinių VMA išankstinė naudojimo patirtis.....	47
4.4 pav. Virtualiųjų laboratorijų taikymo poveikis.	48
4.5 pav. Sistemos efektyvumas taikant tyrimais grįsto mokymosi metodiką	48
4.6 pav. Sistemos taikymas integruotoje veikloje.....	49
4.7 pav. Mokytojų IKT naudojimas	51
4.8 pav. Sistemos taikymo efektyvumas	52
Priedai	
1 pav. Problemų medis.....	57
2 pav. Dalyvių panaudojimų atvejų diagrama. Mokinys	60
3 pav. Dalyvių panaudojimų atvejų diagrama. Mokytojas	61
4 Pav. Virtualių laboratorijų duomenų bazės ER diagrama.....	64

Santrumpų ir terminų sąrašas

Santrumpos:

IKT – Informacinės ir komunikacinės technologijos;

VMA – virtualioji mokymosi aplinka;

HTML5 – *Hyper Text Markup Language 5*;

JS – JavaScript;

STEAM – *Science, Technology, Engineering, the Arts Mathematics*.

Terminai:

Laboratorija – mokymosi erdvė su tinkamomis instaliacijomis, kur mokytojai ir mokiniai gali atlikti eksperimentus.

Virtualioji laboratorija – kompiuterinė sistema (paprastai programinė įranga), kurios tikslas yra simuliuoti tikrą fizinę laboratoriją. Tai yra daroma pagal tam tikslui sudarytą matematinį modeliavimą.

Nutolusi laboratorija – sistema leidžianti atlikti eksperimentus nuotoliniu būdu. Sistemą sudaro aparatūra fizinėje laboratorijoje ir programinė įranga. Mokinys, prisijungęs prie interneto su programine įranga, gali nuotoliniu būdu valdyti laboratorijos aparatūrą.

Virtualioji mokymosi aplinka – kompiuterinė sistema, paprastai tai yra interneto platforma, kurioje naudojant elektronines priemones galima organizuoti visapusišką mokymosi veiklą.

Metodika – mokymosi metodų aibė, jų taikymo būdas ir tikslas konkrečiam mokymosi procesui.

Aktyvaus mokymosi metodas – tai metodas, skatinantis mokinio savarankišką veikimą, kritinį mąstymą ir kūrybingumą. Aktyvaus mokymosi metodai padeda mokiniams padaryti sprendimus mokymosi procese, bendradarbiauti su kitais mokiniais, gilinti žinias, jausti atsakomybę. Mokytojo vaidmuo yra orientuoti ir konsultuoti mokinius. Aktyvaus mokymosi metodų taikymo centras yra pats mokinys, ne mokymosi turinys, ne mokytojo veikla.

Integruota mokymosi veikla – tai mokymosi veikla, kurios tema ir turinys dėstomas nuo įvairių mokymosi dalyko perspektyvų (pvz., matematikos ir anglų kalbos) naudojant įvairius tų dalykų metodus ir priemones.

Įvadas

Naujų informacinių technologijų vystymasis atneša nemažai pokyčių į švietimo pasaulį. Tarp jų yra virtualiosios mokymosi aplinkos ir elektroninės arba virtualios laboratorijos.

Mokykliniame lygmenyje yra aktualu taikyti mokymo metodus, kurie puoselėtų mokinio aktyvumą, mokymo individualizavimą, intuityvų mokymąsi tyrinėjant. Mokymosi aplinka paveikia mokymosi procesą. Kai aplinka ir mokymosi objektas sutampa (pvz., mokytis apie augalus ne klasėje o botanikos sode arba miške), patyrimas daro tą mokymąsi reikšmingesniu ir efektyvesniu. Pabrėžiama, kad yra svarbu prarasti pamokas netradicinėse aplinkose, kuriose galima lengviau suprasti ir įsisavinti žinias. Gamtos mokslų mokytojai turi dažnai sukurti tas aplinkas ir tai daro gamtos mokslų laboratorijose. Jose mokiniai gali stebėti ir patys atlikti eksperimentus ir tyrimus, bei geriau įsisavinti žinias.

Pastaraisiais metais žodis „STEAM“ skamba įvairiausiose švietimo aplinkose. Žodis minimas mokyklų programose, taip pat neformaliajame ugdyme (robotikos, informatikos ir kitokių būreliuose). „STEAM“ žodį sudaro pirmosios anglų kalbą žodžių „*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*“ (gamtos, technologijos, inžinerijos mokslai, menas ir matematika) raidės. Šitie mokslai visada buvo svarbūs. Tai, kas naujo ir būdinga *STEAM* sistemai, yra tų dalykų integracija edukacinėje sistemoje. Tai yra tarpdisciplininė mokymosi filosofija.

Kiek šis klausimas yra aktualus, rodo Švietimo, mokslo ir sporto ministerijos [1] ketinimas Lietuvoje įkurti 10 regioninių STEAM centrų, kurie sudarys galimybes moksleiviams susipažinti su mokslu. Jie galės eksperimentuoti ir tyrinėti šių centrų laboratorijose.

Tokių fizinių laboratorijų įrengimas reikalauja didelių investicijų: brangi įranga ir instaliacijos, medžiagos. Dar reikia paruošti personalą, kuris aptarnaus lankytojus. Nepaisant to, kad daugelis galės lankyti laboratorijas, vis tiek yra laiko, atstumo, fizinės vietos apribojimų. Kita vertus virtualiosios laboratorijos yra pigesnės, patogesnės. Jos leidžia vienu metu aptarnauti praktiškai neribotą besimokančiųjų kiekį.

Virtualiųjų laboratorijų taikymas pagrindinėse mokyklose padeda pasiekti šiuolaikiškų mokymosi metodų tikslų: integruojamos informacinės technologijos su kitais dalykais, mokinys turi galimybes eksperimentuoti, jo mokymasis yra individualizuotas. Tokiu būdu puoselėjami ateities piliečiui reikalingi gebėjimai: loginis ir kompiuterinis mąstymas, tyrinėtojų mąstymas, gebėjimas spręsti problemas ir pritaikyti technologijas, gebėjimas pačiam gaminti, gebėjimas sujungti teoriją ir praktiką.

Virtualiųjų laboratorijų taikymas mokyklose gali būti neįmanomas, jei nėra tinkamų sąlygų. Reikia turėti pakankamą kompiuterių skaičių ir sukurti efektyvią mokymosi aplinką. Aplinka turi būti patraukli ir nesunkiai naudojama mokiniams, o ypač mokytojui, kad jis būtų motyvuotas integruoti šias naujas technologijas į savo dalyką.

Šiame darbe **nagrinėjama problema** yra mokytojų įgalinimas naudoti virtualiąsias laboratorijas mokymo(si) procese. Tai apima mokytojų gebėjimus ir pasirengimą jas panaudoti, efektyvų priemonių pasirinkimą ir tinkamos metodikos taikymą.

Darbo **objektas**: gamtos mokslų laboratorijų panaudojimas mokymo(si) procese.

Darbo **tikslas** – išplėsti gamtamokslinio mokymo praktinių veiklų galimybes virtualiosiomis laboratorijomis. Siekiant įgyvendinti tikslą keliami šie **uždaviniai**:

1. išanalizuoti virtualiųjų laboratorijų pasiūlą, veikimą ir jų panaudojimo galimybes 5–8 klasių mokiniams;
2. ištirti mokytojų įgalinimo naudoti virtualiąsias laboratorijas galimybes;
3. parengti pagal tyrimo ir analizės rezultatus sistemą, kuri padėtų mokytojų įgalinimui naudoti virtualiąsias laboratorijas;
4. realizuoti sistemą, kurioje mokytojas galėtų konstruoti tyrimo erdvę naudojant virtualiąsias laboratorijas;
5. ištirti realizuotos sistemos efektyvumą.

Šio darbo struktūra atspindi atliktų uždavinių tvarką ir rezultatus. Darbą sudaro 4 pagrindiniai skyriai:

1. Literatūros analizė;
2. Projektas: virtuali mokymosi aplinka, skirta tyrimais grįstam mokymuisi naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas;
3. Sistemos realizacija;
4. Sistemos išbandymas ir panaudojimo efektyvumo tyrimas

Po tyrimo skyriaus pateikiamos darbo išvados.

Literatūros analizės skyriaus pradžioje nagrinėjami gamtamokslių dalykų mokymosi ypatumai, tyrimais grįsto mokymosi metodika, laboratorijų naudojimas mokymesi. Vėliau analizuojamos virtualiosios laboratorijos, jų privalumai, taikymas mokinių ugdymo procese bei laboratorijų pasiūla. Metodikos ir virtualiųjų laboratorijų analizė rodo, kad efektyvus virtualiųjų laboratorijų taikymas reikalauja tinkamos mokymosi aplinkos. Taikant inovatyvias technologijas mokykloje paprastai kyla sunkumai. Darbe nagrinėjamas IKT priemonių taikymas mokyklose, jo problemos bei sprendimai.

Antra darbo skyrius yra projektas. Projektuojama sistema, kuri padėtų mokytojų įgalinimui naudoti virtualiąsias laboratorijas. Pagal analizės rezultatus projektuojama sistema yra virtuali mokymosi aplinka, skirta tyrimais grįstam mokymuisi naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas. Ši sistema turi dvi dalis: pati virtuali mokymosi aplinka, kurioje integruojamos virtualiosios laboratorijos ir kitos pagalbinės priemonės, ir pagalbinė duomenų bazė, su kuria tvarkoma informacija apie virtualiųjų laboratorijų tinkamumą ir panaudojimą.

Projekte nagrinėjamos galimos VMA ir virtualiųjų laboratorijų technologijos. Po duomenų ir bandymų rezultatų analizės buvo priimtas sprendimas naudoti „Moodle“ su H5P papildiniu ir HTML5 virtualiosiomis laboratorijomis. VMA projektuojama su dviem kursų kategorijomis: „Mokytojų vadovas“ ir tyrimais grįsto mokymosi veiklos kursų kategorija. Pirma kategorija yra skirta mokytojų įgalinimui, o antra mokymosi veikloms su mokiniais.

Trečiame skyriuje aprašoma projekto realizacija. Projekto „Up2U“ metu buvo sukurta Kauno Simono Daukanto progimnazijos „Moodle“ pagrįsta VMA. Šioje Moodle sistemoje sėkmingai buvo sukurtos projekte aprašytos kurso kategorijos, kursai ir veiklos. Kategorijoje „Tyrimais grįsto mokymosi vadovas“, kuri yra skirta mokyklos mokytojų įgalinimui, mokytojas gali mokytis naudoti sistemą, metodiką ir virtualiąsias laboratorijas. Taip pat, gali naudoti sistemoje įdiegtą duomenų bazę, pasirinkti virtualiąją laboratoriją iš ten siūlomų laboratorijų ir ją įkelti į mokymosi veiklą. Kita sukurta kategorija yra „Mokinys – mokslininkas“ (Integruota veikla „4x4“) skirta mokymosi veikloms.

Ketvirtame skyriuje pristatomas sistemos išbandymas ir panaudojimo efektyvumo tyrimas. Sistema buvo išbandyta Kauno Simono Daukanto progimnazijoje per integruotas veiklas „4x4“.

1. Literatūros analizė

1.1. Gamtamokslių dalykų mokymosi ypatumai ir tyrimais grįstas mokymasis

Šiuolaikiniame pasaulyje gamtamokslių dalykų žinios yra reikalingos visiems piliečiams. Taip teigia JAV nacionalinė tyrimų agentūra [2]. Šių dalykų pamokose yra geros galimybės ugdyti mokinių kompetencijas. Mokiniai lavina gebėjimus stebėti aplinką, sistemiškai mąstyti, spręsti užduotis ir problemas, išbandyti naujus dalykus ir tapti inovatoriais. Pačios pamokos tampa laboratorijomis. Natūralus mokinių smalsumas skatina jų aktyvumą pamokose: nori žinoti, patikrinti savo žinių teisingumą, įsisavinti naują patirtį apie pasaulį ir palyginti ją su jau turimomis žiniomis.

Gamtamokslių dalykų pagrindiniai gebėjimai yra:

- išvardyti, išdėstyti, interpretuoti gamtinio pasaulio paaiškinimus;
- kurti ir vertinti mokslinius įrodymus ir paaiškinimus;
- suprasti gamtamokslių dalykų žinių vystymosi procesą;
- aktyviai dalyvauti mokslinėje veikloje (pvz., eksperimentuose, diskusijose ir aptarimuose).

Norint, kad mokiniai pasiektų numatytus rezultatus ir lavintų šiuos gebėjimus, būtina pasirinkti tinkamą metodiką. Tarp įvairių galimų metodų šiame darbe bus nagrinėjimas tyrimais pagrįstas mokymosi metodas ir laboratorijų naudojimas mokymesi.

2003 metų OECD PISA tyrimų rezultatų pristatyme [3] apibendrinama, kas yra tyrimais grįstas mokymasis. Tai yra mokymosi metodas, kuris skatina **tyrinėti** gamtos ir materialųjį pasaulį keliant **klausimus**, ieškant paaiškinimų ir randant **atsakymus**. Atsakymai yra grindžiami **testavimu** ir eksperimentavimu. Šis metodas skatina aktyvų mokymąsi, gilesnį mokymosi objekto supratimą ir išugdo sisteminių mokinio mąstymą. Mokinys intuityviai tyrinėja, tačiau būtinas vadovavimas, kuris leistų struktūrizuoti žinias.



1.1 pav. Tyrimais grįsto mokymosi etapai

1.1 paveiksle pateikiami tyrimais grįsto mokymosi pagrindiniai etapai, kuriuos galima skaidyti į mažesnius žingsnius. Išskiriamos 34 skirtingos šio metodo veiklos [4]. Šio darbo kontekste yra svarbu pasirinkti tas veiklas, kurios yra reikšmingos mokymosi procesui ir aplinkai:

- įvadas (arba orientacija). Čia pristatoma mokymosi tema, kartu pateikiama teorinė mokymosi medžiaga. Taip pat, galima pridėti kitus informacinius šaltinius, išorinius išteklius;

- klausimas (arba problema) – vienas iš svarbiausių momentų. Jis turi būti atviras ir skatinti tyrinėti. Klausimas turi sužadinti mokinių smalsumą;
- stebėjimas ir hipotezių iškėlimas. Mokiniai mokomi formuluoti atsakymus į iškeltą klausimą;
- tyrimas. Hipotezių tikrinimui atliekamas tyrimas. Tuo tikslu planuojamas ir daromas laboratorijoje eksperimentas. Eksperimento metu yra renkami duomenys ir vyksta stebėjimas;
- analizė. Mokiniai apdoroja eksperimento duomenis, aptaria rezultatus ir juos interpretuoja, tikrina, ar eksperimentas pavyko;
- išvadų darymas ir pristatymas. Pagal analizės rezultatus sprendžia, ar hipotezės buvo teisingos, daro išvadas ir pristato jas. Svarbu su mokiniais diskutuoti ir reflektuoti.

1.2. Virtualiųjų laboratorijų taikymas mokinių ugdymo procese

Gamtos mokslų metodo ypatumai yra stebėjimas ir eksperimentavimas remiantis teorija. Galima stebėti ir eksperimentuoti įvairiais būdais: teleskopu stebimos planetos ir jų palydovai, daromi eksperimentai gamtoje. Mokyklos aplinkoje taip pat galima įgyvendinti įvairias mokymosi veiklas, susijusias su gamtamoksliais dalykais. Tai ekskursijos, gamtos reiškinių stebėjimai ir eksperimentai. Eksperimentai dažniausiai atliekami specializuotuose kabinetuose, laboratorijose. Šiai veiklai naudojama specializuota įranga ir medžiagos.

Eksperimentai yra reikalingi hipotezės tikrinimui, kuris yra tyrimais grįsto mokymosi metodo svarbus momentas. Mokykloje naudojant šį mokymosi metodą reikia numatyti eksperimentų atlikimo poreikius: tinkamas patalpas ir įrankius, reikiamas medžiagas, saugumo sąlygas. Kita galimybė – tai virtualių eksperimentų atlikimas su virtualiomis laboratorijomis.

Virtualiosios laboratorijos apibrėžiamos kaip kompiuterinės simuliacijos, kurios teikia panašius į tradicinių laboratorijų darbo būdus, metodus ir galimybes [5]. Virtualioji laboratorija yra programinė įranga, kuri modeliuoja tikrą fizinę laboratoriją. Modeliavimas vyksta pagal matematikos formules ir lygtis, apibendrinančias konkretaus tyrimo objektą ir jo kontekstą. Virtualioje laboratorijoje to objekto tikrovė yra idealizuota, supaprastinta. Tai padeda lengviau suprasti pagrindines sąvokas. Dėl to virtualiosios laboratorijos turi didelę.

Mokiniai rodo prielankumą kompiuterių naudojimui mokymo procese [6]. Kompiuteriai tampa tyrimų įrankiais, su kuriais galima nagrinėti realias ir sudėtingas problemas. Mokiniai tikisi, kad kompiuterinės sistemos yra integruojamos laboratoriniuose darbuose.

Asta Slotkienė [7] išdėsto virtualiųjų laboratorijų taikymo ypatumus, tarp jų šiuos svarbiausius:

- mokinių skaičius;
- laiko lankstumas;
- programinė įranga, padedanti atlikti laboratorinio darbo ataskaitą bei vertinimą;
- duomenų saugumas ir sistemos darbo patikimumas.

Daugelis mokslininkų tvirtina, kad naudojant virtualias laboratorijas vietoj tradicinių, fizinių mokinių mokymosi pasiekimai neprastėja. Mokymosi procese virtuali laboratorija gali būti net efektyvesnė už fizinę laboratoriją [8]. Panašius rezultatus pateikia Dietmar'as Kennepohl'as [9], atlikęs tyrimą su chemijos studentais. Tie, kurie atliko laboratorinius darbus su virtualiomis laboratorijomis, pasiekė gerus arba geresnius rezultatus negu tie, kurie atliko tuos darbus fizinėje laboratorijoje.

Mokiniai, turintys galimybes mokytis virtualiosiose laboratorijose, yra pasiekę geresnius rezultatus negu tie, kurie naudojami tik fizinėmis laboratorijomis [10]. Įdomus ir aktualus pastebėjimas, kad

mokinių rezultatai žymiai mažiau priklauso nuo mokymosi stiliaus, kai naudojamos virtualiosios laboratorijos.

Pastebimi virtualiųjų laboratorijų naudojimo mokyklose privalumai [11]:

- aplinkos lankstumas;
- išteklių ir priemonių įvairovė;
- geresnė teorijos-praktikos integracija;
- užduočių įvairovė ir diferencijavimas;
- didesnis mokinių aktyvumas ir savarankiškumas.

Galima palyginti 3 laboratorijų tipus (fizinės, nutolusios ir virtualiosios) pagal šiuos kriterijus [12]: tikslus (kokius mokymosi gebėjimus ir kompetencijas ugdo) bei techninius aspektus (pasiekiamumą, infrastruktūros kaštus, ir kt.).

Apibendrinant galima teigti, kad virtualiųjų laboratorijų privalumai yra šie:

- neturi laiko bei vietos apribojimų;
- mokymosi procese efektyviai padeda suprasti sąvokas. Turi aukštą pedagoginį naudingumą;
- saugios. Dėl to mokymesi gali būti naudingesnės už fizines laboratorijas (pavyzdžiui, kai reikia eksperimentuoti su pavojingomis medžiagomis);
- pigios. Palyginti su fizinėmis laboratorijomis, kurios reikalauja didelių investicijų, virtualiosioms laboratorijoms užtenka turėti elektroninį prietaisą su prieiga prie interneto.

Mokiniai susiduria su tokiais sunkumais, kai naudojamas tyrimais grįstas mokymosi metodas [13]:

- sunku pasirinkti darbo kintamuosius;
- iškelti hipotezes, kurias būtų galima patikrinti;
- daro išvadas, kurios dažnai neatitinka eksperimento rezultatų;
- sunku rasti teisingus ryšius tarp duomenų ir hipotezių. Išankstinės nuomonės kliudo, neleidžia galvoti kūrybiškai apie naujas galimybes, nors eksperimento rezultatai rodytų priešingai;
- kartais nepavyksta susieti teorijos su praktika;
- tuo pačiu metu eksperimentuoja su daugeliu kintamųjų ir „pasimeta“ rezultatų interpretacijoje.

Šie sunkumai nereiškia, kad metodas neefektyvus, o tik rodo, kad neteisingai taikomas. Nėra realu kelti įdomų tyrimo klausimą mokiniams ir tikėtis, kad jie patys viską spręs: tyrimais grįstas mokymasis be vadovavimo yra neefektyvus mokymosi būdas [14]. Koks turėtų būti tas vadovavimas? Čia mokytojas negali smulkiai visko, ką mokiniui daryti, išaiškinti. Tai būtų visiškai kita metodika. Tyrimais grįstas mokymasis turi išugdyti mokinių savarankiškumą. Tai yra aktyvus metodas, reikalaujantis mokinio sprendimų ir veikimo. Čia reikia kompleksiskai žiūrėti į klausimą ir kreipti dėmesį į visus tyrimo veiklos aplinkos aspektus [13]. Svarbiausia pritaikyti tyrinėjimo aplinką prie mokinių poreikių, nes jiems, norint efektyviai pasiekti rezultatų, reikės teorinės medžiagos, nurodymų, patarimų, pagalbos, gairių ir sprendimo taisyklių iš kitų dalykų.

Virtualiųjų laboratorijų taikymas gali būti tyrimais grįsto mokymosi proceso dalimi. Įtraukiant į mokymosi veiklas virtualiąją laboratoriją privaloma numatyti, kaip veiklai bus vadovaujama ir kaip bus teikiama reikalinga pagalba. Efektyviausia integruoti virtualiąją laboratoriją į virtualią mokymosi aplinką, kurioje yra visi tyrimo procesui reikalingi įrankiai ir pagalba. Naujosios technologijos lengvina tyrimais grįstą mokymąsi, į tyrimo aplinką įtraukiant vadovavimą, bendradarbiavimo galimybes, duomenų apdorojimo ir analizės įrankius, galimybę pasitarti su ekspertais, gaires, vizualizacijas ir simuliacijas [15]. Visi aplinkos komponentai skatina mokinio savarankišką darbą ir

išlaisvina mokytoją, kuriam atsiranda daugiau laiko sąveikauti su mokiniais. Mokytojui nebereikia gaišti laiko atsakant į klausimą „ką toliau daryti“. Jis gali skirti daugiau laiko mokslo klausimų aptarimui su mokiniais.

Galima padaryti išvadą, kad virtualioji laboratorija turi būti integruota į tinkamą virtualią mokymosi aplinką.

1.3. Virtualiųjų laboratorijų apžvalga ir jų integravimas į virtualiąsias mokymosi aplinkas

Virtualioji laboratorija yra kompiuterinė sistema (paprastai programinė įranga), kurios tikslas yra simuliuoti tikrą fizinę laboratoriją. Tai yra daroma pagal tam tikslui sudarytą matematinį modeliavimą.

Virtualiųjų laboratorijų konstravime šie aspektai yra svarbūs [16]:

- klausos ir vaizdo komunikavimas;
- interaktyvumas ir naudotojo sprendimai (galimybės pasirinkti alternatyvas);
- laisvas naršymas tarp įvairių suprogramuotų galimybių;
- realaus laiko informacijos apdorojimas ir greitas rezultatų pateikimas;
- vartotojo draugiška sąsaja;
- patrauklus dizainas, kuris sudomintų studentus;
- naudojimo paprastumas ir tinkamos instrukcijos.

Virtualiųjų laboratorijų įvairovė yra gana plati. Pavyzdžiui, yra įdiegiamos kompiuterinės laboratorijos, kurią galima parsisiųsti iš interneto arba įdiegti tiesiog iš laikmenos. Šios laboratorijos dažniausiai yra komercinės ir labai specializuotos, pavyzdžiui, „Siemens“ *LMS Virtual Lab*. Jų paskirtis yra pramoninė, t. y. jos yra darbo įrankiai, padedantys numatyti dizaino savybes prieš konstruojant prototipą. Jos padeda taupyti laiką ir pinigus.

2 priede pateiktas 10 laboratorijų sąrašas. Sąrašo tikslas yra parodyti virtualiųjų laboratorijų įvairovę ir prieinamumą.

Šiame darbe dėmesys skiriamas paprastesnėms laboratorijoms, kurių pagrindinė paskirtis yra mokymas(sis). Dažnai jos yra nemokamos, nereikia įdiegti arba parsisiųsti, galima prieiti ir naudoti per internetą. Šios virtualiosios laboratorijos yra ypač naudingos gamtamokslių dalykų nuotoliniam mokymuisi.

Šiam darbui yra labai aktualūs šie trys projektai:

- JAV universiteto „University of Colorado Boulder“ virtualiųjų laboratorijų rinkinys „PhET“ (<https://phet.colorado.edu/>). Projektas siūlo įvairias biologijos, chemijos, fizikos, matematikos virtualiąsias laboratorijas. Anksčiau naudojo *Flash* ir *Java* formatus. Pastaruoju metu verčia laboratorijas į modernų ir universalų HTML5 formatą. Galima parsisiųsti ir pridėti prie savo sistemos arba pridėti nuorodą. Autorinių teisių apribojimas yra pagal *Creative Commons Attribution license (CC-BY)*.
- Virtualiųjų laboratorijų bazė OSP (*Open Source Physics*: <https://www.compadre.org/osp/>). Bazėje yra surinkta daug virtualiųjų laboratorijų, kurios yra sukurtos su JAVA programine kalba (pavyzdžiui, su įrankiu EJS – *Easy Java Simulations*).
- Europos Sąjungos projektas GO-Lab (<https://www.golabz.eu/>), kurio virtualiųjų laboratorijų bazė surenka kelis šimtus laboratorijų iš viso pasaulio.

Kaip buvo minima anksčiau, tyrimais grįstam mokymuisi reikia vadovavimo. Naudojant virtualiąsias laboratorijas veiklos vadovavimas efektyviausiai vyksta virtualiosiose mokymosi aplinkose. Tam tikslui reikia integruoti virtualiąsias laboratorijas į virtualias mokymosi aplinkas. Virtualiosios laboratorijos gali būti naudojamos be jokios VMA, tačiau jos stokoja daug kitų mokymosi procesui reikalingų dalykų (galimybės bendrauti ir bendradarbiauti, pasitarti su mokytoju, pateikti ataskaitas, gauti vertinimą, ir kt.) [17]. Taip ir atsirado sprendimas kurti „Moodle“ papildinį, kuris padėtų integruoti su JAVA kalba suprogramuotas virtualiąsias laboratorijas į „Moodle“ virtualias mokymosi aplinkas.

Kiti integracijos pavyzdžiai yra „GO-Lab“ projektas, „Labster“ platforma ir „WISE“.

„GO-Lab“ siūlo tyrimais grįsto mokymosi virtualios aplinkos kūrimo platformą *Graasp*. Jos naudojimo paskirtis – konstruoti virtualią mokymosi aplinką pasirenkant iš Go-Lab laboratorijų bazės laboratorijas ir jų specializuotus įrankius. Galima papildyti virtualią mokymosi aplinką mokymosi medžiaga. Naudojant šį įrankį mokytojas gali:

- kurti naujas arba adaptuoti kitas jau sukurtas tyrimu pagrįsto mokymosi virtualias aplinkas;
- pritaikyti tas aplinkas prie savo mokinių specifinių poreikių;
- įvesti naujas veiklas į pamokas naudojant virtualias ir nuotoline laboratorijas iš viso pasaulio;
- bendrauti su kolegomis, dalintis idėjomis ir mokymosi medžiaga;
- pasinaudoti interaktyvumo galimybėmis ir skatinti mokinių aktyvumą: mokytojui padedant mokiniai turi galimybes tyrinėti, formuluoti hipotezes, išbandyti sprendimus, daryti išvadas ir jas aptarti.

„Labster“ – komercinė sistema labiau orientuota universitetams. Ši sistema sėkmingai integruoja virtualią mokymosi aplinką, papildomą realybę ir 3D virtualiąsias laboratorijas.

Kitas naujesnis būdas integruoti virtualiąsias laboratorijas į mokymosi aplinkas yra pasinaudoti HTML5 galimybėmis. Pavyzdžiui, su H5P įrankiu galima įterpti į „Moodle“ sistemą PhET virtualiąsias laboratorijas, kurios yra HTML5 formatu.

Virtualiąsias laboratorijas praktiškai taikyti pamokose nėra lengva, nes dauguma mokytojų nėra tam pasiruošę. Įvairūs projektai bando įveikti šią problemą internetiniais kursais. Tačiau, tie kursai būna skirti IKT mokytojams, o kitų dalykų mokytojai juos atmeta dėl sudėtingumo. Pvz., Diana V. Pop kūrė kursą, kurio tikslinė grupė yra „inžinerinį ar informatiko išsilavinimą turintys mokyklų mokytojai, kurie nori taikyti nuotoline laboratorijas savo mokymo procese.“ [18] Tokie mokymai netiks pradinė klasių mokytojai, kuri norėtų panaudoti virtualiąsias laboratorijas mokant pasaulio pažinimo. Pabrėžiamas dabartinis poreikis gerinti STEM dalykų mokytojų elektroninio mokymosi ir technologijų kompetencijas [19]. Mokyklos gamtamokslių dalykų mokytojai privalėtų turėti el. mokymo kompetencijas, kad naudojant tokius išteklius, kaip nutolusias laboratorijas ir virtualiąsias laboratorijas, gebėtų kurti bei vadovauti tyrimo veikloms.

Minėtas „GO-Lab“ projektas turi įvairius pagalbos įrankius ir kursus mokytojams. Projekto kūrėjams yra aišku, jog mokytojams reikia tinkamo mokymo, kad galėtų naudoti savo pamokose ne tik šią sistemą, o bendrai virtualiąsias laboratorijas.

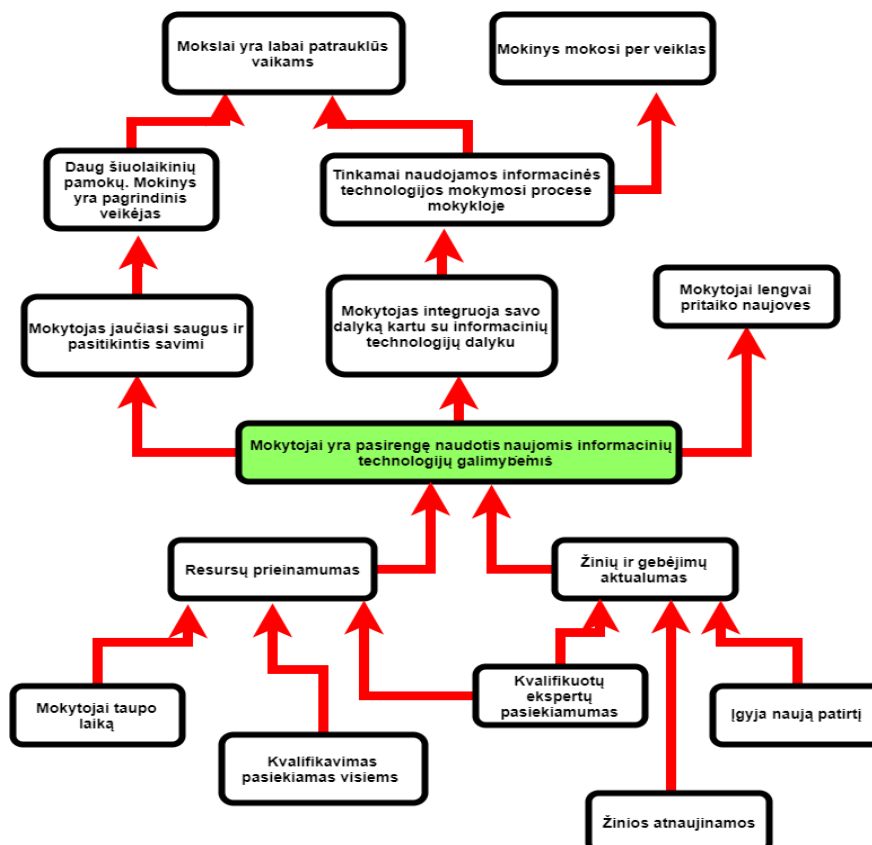
Dar vienas pavyzdys yra JAV sistema „WISE“. Tai virtuali mokymosi aplinka, skirta tyrimais grįstam mokymuisi. Taikyti šią metodiką kartu su informacinėmis technologijomis yra didelis iššūkis [20], dėl to dažnai mokytojai vengia ją naudoti. „WISE“ bando spręsti problemą teikiant mokytojams tyrimo projektus kartu su virtualia aplinka.

1.4. Bendras IKT priemonių taikymas mokyklose: problemos ir sprendimai

Mokytojas, kuris savo dalyko mokymo procese galėtų naudoti virtualias mokymosi aplinkas, virtualiąsias laboratorijas ir kitokias IKT priemones, ne visada yra pasiruošęs tai daryti. Gali būti, kad trūksta gebėjimų, laiko, resursų, norų arba motyvacijos. Kaip matyti 1 priede, kuriame pavaizduotas problemų medis, mokytojas, taikydamas inovatyvias technologijas savo dėstomo dalyko pamokose, dažnai susiduria su sunkumais. Kai sunkumai neįveikiami, nepasinaudojama galimybe integruoti e. mokymosi priemones, pvz., virtualiąsias laboratorijas, kurios padėtų mokiniams „mokyti kontekste“, integruoti tarpdisciplininius elementus, išplėsti galimybes mokytis virtualioje aplinkoje, padaryti pamokas šiuolaikiškomis ir kelti mokinių motyvaciją. Problemos medyje vaizduojamos iš mokytojo perspektyvos. Jos atskleidžia, kodėl mažai mokykloje naudojamos technologijos mokymosi procese:

- mokytojams dažnai trūksta pasirengimo naudotis naujomis informacinių technologijų galimybėmis;
- mokytojams trūksta laiko, resursų išmokti naujų dalykų;
- mokymosi įrankiai mokytojams būna netobuli. Jiems trūksta žinių naujovėms taikyti;
- mažai šiuolaikinių pamokų, kur pagrindinis veikėjas būtų pats mokinys;
- mokytojas jaučiasi nesaugus, kad pereitų nuo tradicinių pamokų prie šiuolaikinių;
- mokytojas negeba integruoti savo dalyko kartu su informacinių technologijų dalyku;
- trūksta įrangos, finansavimo;
- nėra kvalifikuoto personalo, kuris padėtų įdiegti naujas programas, sukurti uždavinius, projektus ir mokytų mokytojus.

Virtualiosios laboratorijos yra viena iš naujų informacinių technologijų galimybių. Jų naudojimui mokyklose galima priskirti tas pačias ką tik minėtas problemas. 1.2 pav. pateikti galimi sprendimai ir jų poveikiai.



1.2 pav. Problemos sprendimų medis

Pagrindinis punktas yra mokytojų pasirengimas naudoti ir integruoti naujas informacinių technologijų galimybes edukacinėje sistemoje. Konkrečiai šiame darbe nagrinėjamas vieno iš tų priemonių, virtualiųjų laboratorijų, naudojimas.

Mokytojas, gebantis integruoti virtualiąsias laboratorijas savo pamokose su tinkama įranga ir resursais (pvz., kompiuterių salė arba planšetiniai kompiuteriai, programinė įranga), gali pagerinti mokymo vertę ir mokymosi patyrimą.

1.5. Analizės išvados

Virtualiųjų laboratorijų naudojimas mokykloje:

1. internete galima rasti virtualiųjų laboratorijų saugyklų. Daug tų virtualiųjų laboratorijų yra nemokamos. Jas būtų galima naudoti mokykloje tyrimais grįstam mokymuisi. Tačiau jos mažai naudojamos, nes nėra pritaikytos prie mokymosi aplinkos bei metodikos;
2. rekomenduojama integruoti virtualiąsias laboratorijas virtualioje mokymosi aplinkoje, kurioje vyktų visos tyrimu pagrįsto mokymosi pagrindinės veiklos (problemos arba klausimo iškėlimas, informacijos ir paaiškinimų paieška formuluojant hipotezes, tyrimas su eksperimentais ir duomenų analizė, išvadų darymas ir pristatymas) kartu su įrankiais mokytojo vadovavimui ir bendradarbiavimui su mokiniais;
3. dauguma virtualiųjų laboratorijų yra suprogramuotos JAVA kalba ir pritaikytos prie HTML, kad būtų galima jas tiesiog naudoti su interneto naršykle. Tai teikia galimybę jas integruoti į sudėtingesnes sistemas (pvz., mokymosi turinio valdymo sistemas).

Mokytojų mokėjimo naudotis virtualiosiomis laboratorijomis galimybės:

4. gamtamokslio dalyko mokytojas turi vadovauti tyrimu pagrįsto mokymosi procesui (planuoti ir rengti veiklą, skatinti mokinių aktyvumą, konsultuoti juos, aptarti jų tyrimo rezultatus bei vertinti jų mokymąsi);
5. mokytojas turi gebėti naudotis virtualia mokymosi aplinka ir joje integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis.

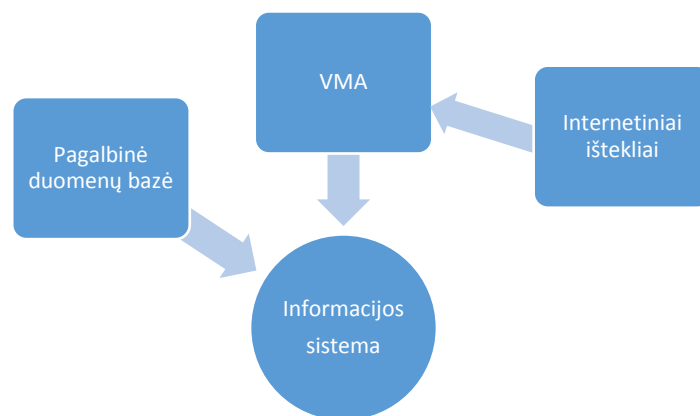
2. Projektas „Virtuali mokymosi aplinka skirta tyrimais grįstam mokymuisi naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas“

Analizės išvados rodo, kad galimas problemos sprendimas yra informacijos sistemos sukūrimas. Ši sistema bus virtuali mokymosi aplinka su integruotomis priemonėmis tyrimais grįstam mokymuisi. Tos priemonės, tai virtualiosios laboratorijos, įvairios interaktyvūs mokymosi turinio perdavimo įrankiai (pristatymai, interaktyvūs vaizdo įrašai, klausimynai), bendradarbiavimo įrankiai, duomenų analizės bei mokymosi veiklos dokumentavimo priemonės ir kt. Priemonės bus skirtos patenkinti gamtos mokslų mokytojų poreikius organizuojant tyrimais grįsto mokymosi veiklas. Taip pat, šios priemonės turėtų skatinti mokinių motyvaciją ir aktyvumą.

2.1. Informacijos sistemos aprašymas ir paskirtis

Informacijos sistema turės dvi dalis: pagrindinė dalis yra pati virtuali mokymosi aplinka. Joje bus integruojamos virtualiosios laboratorijos ir kitos pagalbinės priemonės.

Antra dalis yra pagalbinė duomenų bazė, su kuria bus tvarkoma informacija apie virtualiųjų laboratorijų tinkamumą ir panaudojimą. Duomenų bazė skirta veiklos organizavimui (pavyzdžiui, vienoje mokykloje) ir patirties kaupimui.



2.1 pav. Informacijos sistemos sudarymas

Šiame darbe bus analizuojamos įvairios sistemos ir technologijos, kad būtų galima išsirinkti tinkamiausią sprendimą. Kaip buvo minėta šio darbo analizėje, internete galima rasti gausybę virtualiųjų laboratorijų, pasiekti įvairias virtualiųjų mokymosi aplinkų sistemas bei kitus resursus. Tų resursų analizės ir jų išbandymo rezultatai vėliau bus pateikti šiame darbe.

Virtualiosios mokymosi aplinkos paskirtis – įgalinti gamtos mokslų mokytojus planuoti, kurti ir vesti tyrimais grįstą mokymąsi naudojant virtualiąsias laboratorijas.

Kuriama virtuali mokymosi aplinka bus naudojama kaip įrankis mokytojų kompetencijų tobulėjimui ir tuo pačiu metu mokytojai galės praktiškai ją naudoti savo pamokose. Mokytojas galės pritaikyti savo žinias ir įvertinti savo veiklą. Galima išskirti du tikslus, kurie yra svarbūs išsiaiškinant sistemos funkcionalumą: mokytojų įgalinimas ir mokymosi veiklos vykdymas mokyklos lygmenyje.

Mokytojų įgalinimo procesas sunkiai vyks be vadovo arba kuratoriaus. Dėl to yra reikalingas žmogus, kuris galėtų mokytojui patarti, jį konsultuoti bei spręsti iškilusias problemas. Taip pat, reikia sistemos administratoriaus. Šiame projekte administratorius ir kuratorius bus tas pats asmuo, tai yra dalyvis, administruojantis virtualiąją mokymosi aplinką bei kuruojantis mokytojus.

Mokymosi aplinka bus naudojama įvairiais būdais:

- nuotolinis ir asinchroninis mokymasis: mokytojai virtualioje mokymosi aplinkoje patys mokysis naudoti virtualiąsias laboratorijas;
- akivaizdinis ir sinchroninis mokymasis: mokytojai naudos virtualiąją aplinką savo pamokose ir kitose integruotose veiklose;
- nuotolinis ir asinchroninis būdas: mokiniai, kad atliktų užduotį, jungsis prie aplinkos pagal poreikį.

Sistema bus realizuojama ir testuojama Kauno Simono Daukanto progimnazijoje. Progimnazija yra atrinkta tapti Lietuvos STEAM mokyklų tinklo nare. Per pastaruosius keturis metus Kauno Simono Daukanto progimnazijoje inicijuotos įvairios veiklos, skirtos STEAM dalykų (gamtos mokslų, informacinių technologijų, matematikos) mokymosi stiprinimui. Veiklos apima platesnį STEAM dalykų programų įgyvendinimą, integruotus projektus (pvz., mokinių konferencija „Tirk. Atrask. Apibendrink. Dalinkis“), įvairias integruotas veiklas (pvz., „Mokinys – mokslininkas“, „Laboratorija + kombinezonas“, „Eksperimentų diena“, robotika, „Tyrinėjimas ir konstravimas“, ir kt.).

Įgyvendinant STEAM ugdymo koncepciją svarbų vaidmenį turi informacinių ir komunikacinių technologijų naudojimas ugdymo procese, aktyvaus ugdymo metodų taikymas pamokose ir mokytojų kompetencijos. Dėl to, Kauno Simono Daukanto progimnazijos vadovybė palaiko šį projektą, kuris prisidės diegiant mokykloje virtualiąją mokymosi aplinką kartu su priemonėmis, padedančiomis kurti ir vesti mokymosi veiklas pagal STEAM koncepciją. Tikima, kad nauja informacinė sistema skatins tyrimais grįsto mokymosi metodikos taikymą, padės gamtos mokslų mokytojams tobulinti savo gebėjimus taikant ir naudojant IKT priemones savo pamokose.

Kauno Simono Daukanto progimnazijos 5 – 8 klasių mokiniai dalyvauja integruotų veiklų „4x4“ projekte. Integruotos veiklos taikant problemos sprendimo grįsto ugdymo metodiką skatina mokinių kritinį mąstymą. Viena iš šių veiklų vadinasi „Mokinys – mokslininkas“. Mokiniai, naudodami „mokslininko metodą“, bando rasti atsakymus į probleminį klausimą ir įrodyti jo teisingumą. Tai, kaip ankščiau šiame darbe buvo minėta, atitinka tyrimais grįsto mokymosi metodiką.

2.2. Dalyviai

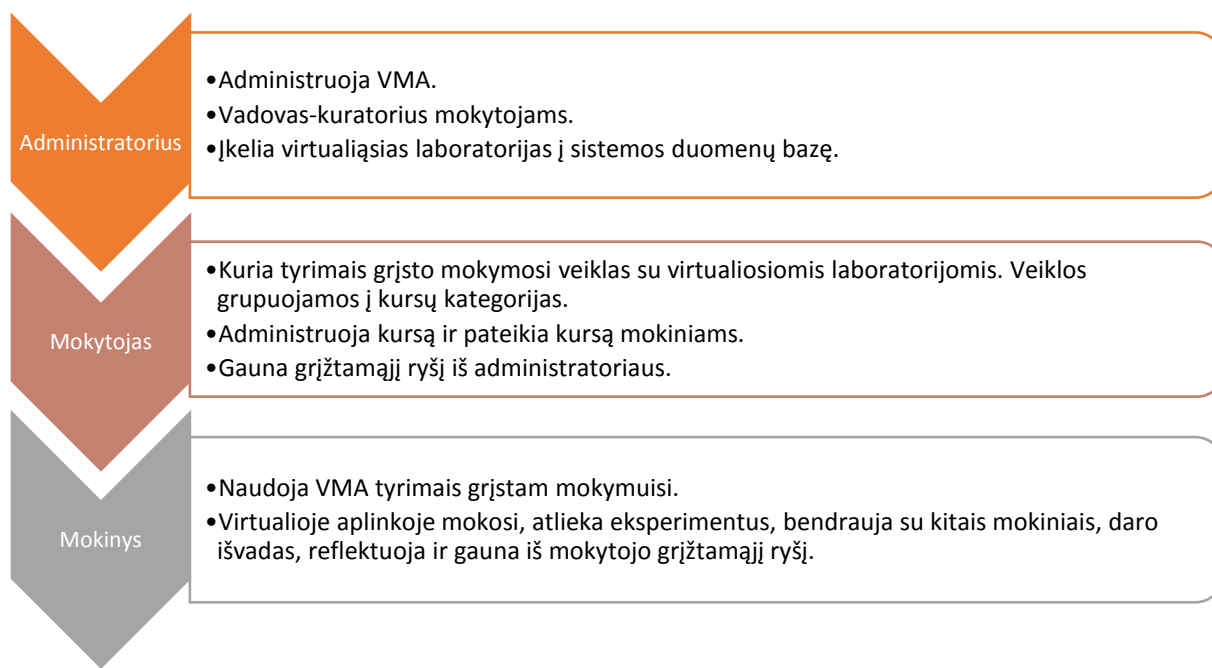
Informacijos sistemos pagrindiniai dalyviai bus trys: administratorius, mokytojas ir mokinys. Būtų galima skirstyti dar daugiau dalyvių, pvz., svečiai, kuratoriai, kurso kūrėjai. Dėl to, kad mokykla (šiuo atveju progimnazija) yra nedidelė, palyginti su kitomis įstaigomis, nenumatoma daugiau dalyvių. Tai nereiškia, kad mažėja poreikių skaičius, tai tik rodo, kad pats dalyvis turės atlikti daugiau funkcijų. Pavyzdžiui, šiame darbe neatskiriamas mokytojas, kuris gali naudoti resursus, nuo mokytojo, kuris ją gali sukurti: visi mokytojai galės ir kurti, ir naudoti. Dalyvių schema pateikiama 2.2 paveiksle.

Dalyvių aprašas:

- **Administratorius** rūpinasi visa aplinka, suteikia teises mokytojams ir juos kuruoja,. Jis kuria naudojimo vadovą su pavyzdžiais, įkelia reikalingus įrankius į sistemą, planuoja ir tvarko mokytojų įgalinimo veiklas.
- **Mokytojas** naudoja sistemą, kaip įrankį išmokti naudotis virtualiosiomis laboratorijomis. Taip pat, kuria tyrimo aplinkas veikloms su mokiniais, tai yra grupių arba klasių formavimas ir tyrimo veiklų priskyrimas virtualioje mokymosi aplinkoje. Veiklos turi būti nuoseklios: turi būti pateikta mokymosi medžiaga, įrankiai tyrimo eksperimentų įgyvendinimui, gautų rezultatų

duomenų analizei, galimybės rezultatų aptarimui, išvadų išskėlimui, vertinimo ir refleksijos įrankiai, galimybės mokytojui stebėti darbus ir juos įvertinti. Minėtos veiklos projekte bus vadinamos kursais.

- **Mokinys** dalyvauja virtualiosios aplinkos mokymosi veikloje. Jis galės mokytis, atlikti eksperimentus, išanalizuoti rezultatus, bendrauti su kitais mokiniais ir mokytoju, gauti grįžtamąjį ryšį, įvertinti savo veiklą.



2.2 pav. VMA dalyviai ir jų pagrindinės funkcijos

2.3. Virtualiosios mokymosi aplinkos dalyvių poreikiai

Dalyvių poreikiai gali būti funkciniai ir nefunkciniai, bendri ir specifiniai. Šiame projekte naudojamas paveldėjimo principas, pagal kurį mokytojas galės atlikti visas mokinio funkcijas, o administratorius visas mokytojo funkcijas. Dėl to apraše nekartojami tie poreikiai, kurie jau aprašyti prie vieno dalyvio. Dalyvių poreikiai yra susiję su procesais, todėl funkcijos yra specifikuojamos, kad atitiktų poreikius.

Mokinys turi prisijungti prie VMA, kad galėtų matyti savo kursus ir savo pasiekimus, pakeisti savo paskyros duomenis, turėtų galimybę bendrauti raštu su mokytoju ir kitais mokiniais. Prisijungęs prie kurso jis galės atlikti tyrimais grįsto mokymosi veiklą: susipažinti su tema, peržiūrėti mokymosi medžiagą, gauti arba formuoti užduotį (klausimą, inicijuojantį tyrimo veiklą), iškelti hipotezę, naudoti eksperimentų atlikimui virtualiąsias laboratorijas, analizuoti rezultatus, daryti išvadas, aptarti jas su kitais mokiniais, pateikti savo rezultatus, reflektuoti ir gauti grįžtamąjį ryšį.

Mokytojas, norėdamas parengti kursą, turi kreiptis į administratorių, kad šis sukurtų kursą ir suteiktų kurso valdymo teises. Kurso mokymosi turinį galima parengti įvairiais formatais ir įkelti į aplinką. Mokytojas gali kurti interaktyvias veiklas ir pridėti tyrimo įrankius (pvz., virtualiąsias laboratorijas), spręsti, kaip geriausiai ir kada pateikti turinį, kurį galima struktūrizuoti pagal tyrimais grįsto mokymosi metodiką. Tam tikslui galima naudoti administratoriaus sukurtus šablonus ir įrankius, priėti prie administratoriaus sukurtų instrukcijų bei naudojimo vadovo, pridėti mokinius prie savo valdomų kursų, kurti vertinimo veiklas ir įvertinti mokinių darbus, vertinimus su komentarais pateikti

mokiniais, kurti ir kitokiais būdais teikti grįžtamąjį ryšį. Mokytojas gali bendrauti su mokiniais ir administratoriumi virtualioje aplinkoje žinutėmis bei forumuose.

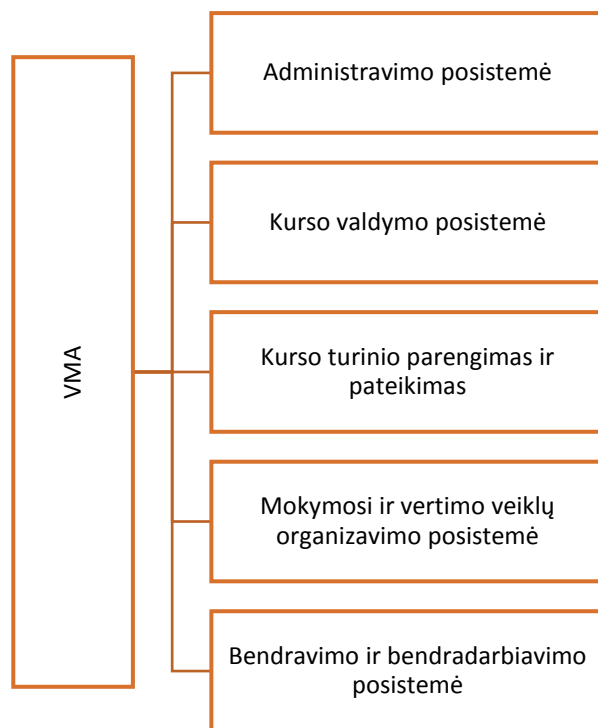
Administratorius gali atlikti visa tai, ką atlieka mokinys ir mokytojas. Jis atsakingas už sistemos diegimą ir valdymą. Administratorius gali nustatyti visus sistemos parametrus: temą, matomus modulius, kalbą, saugumo ir kitas pagal pasirenkamos sistemos specifikacijas (sistemos skiriasi ir ne visos sistemos siūlo tas pačias galimybes). Jis gali įdiegti papildomus modulius, kad pavyzdžiui būtų galima integruoti virtualiąsias laboratorijas, kurti naujus naudotojus bei jiems suteikti vaidmenį ir teises. Administratorius gali kurti ir įkelti mokymosi medžiagą, kurti veiklas, susijusias su mokytojų įgalinimu naudoti virtualiąsias laboratorijas, bendrauti su mokytojais žinutėmis ir tam tikslui sukurtame forume.

3 priede pateikiamos mokymosi veiklų dalyvių panaudojimų atvejų diagramos. Kitų panaudojimų atvejų diagramos (kursų kūrimo ir valdymo posistemės modelis, turinio kūrimo ir pateikimo posistemės modelis, bendravimo tarp dalyvių modelis) neįdėtos, nes jas teikia normali mokymosi valdymo sistemos programinė įranga.

2.4. Procesai ir posistemės: funkciniai poreikiai.

Virtualioje mokymosi aplinkoje vyksta daug įvairių procesų, kai kurie iš jų tiesiogiai yra susiję su mokymosi veikla, kiti su dalyvių bendravimu, dar yra vertinimo procesas, taip pat sistemos administravimas bei palaikymas. Visa sistema suskirstyta į posistemas (žr. 2.3 paveikslą) pagal ištirtus poreikius:

- **Administravimo posistemė.** Šioje posistemėje pagrindinis dalyvis – administratorius, kuris atlieka sistemos įdiegimo, palaikymo, atnaujinimo, naudotojų paskyrų administravimo funkcijas ir kt. Šiame projekte administratorius kuria paskyras kitiems naudotojams su skirtingais vaidmenimis ir teisėmis. Mokytojai ir mokiniai gauna savo prisijungimo duomenis, kad prisijungtų prie VMA. Administravimo posistemė atsakinga už šiuos procesus: sistemos palaikymas, naudotojų paskyrų administravimas, saugumo užtikrinimą.
- **Mokymosi kursų valdymo posistemė.** Šioje posistemėje pagrindinis veikėjas – mokytojas, kuris atsakingas už kurso medžiagą ir mokinius. Prieš tai administratorius turi kurti kursą arba pagal sistemos galimybes teikti mokytojui galimybę kurti kursą. Į kursą reikia pridėti mokinius, suteikti jiems prieigą prie kurso. Mokinys su kurso prieiga gali peržiūrėti pateiktą medžiagą, atlikti užduotis, bendrauti su bendrakursiais. Apibendrinant šios posistemės pagrindiniai procesai yra: kurso kūrimas ir jų administravimas, mokinių registravimas į kursus.
- **Kurso turinio parengimas ir pateikimas.** Kai yra kursas (modulis, mokymosi erdvė) reikia parengti ir pateikti kurso mokymosi medžiagą. Šiame projekte administratorius pateikia instrukcijas mokytojams, taip pat interaktyvias priemones (virtualiąsias laboratorijas, vertinimo įrankius, ir kt.). Mokytojas gali į savo kursus integruoti pateiktas priemones ir sukurti kitas. Pagrindinis atsakingas už šitos posistemės procesus yra mokytojas. Tačiau, per paveldėjimo principą administratorius turi galimybę atlikti visas mokytojo funkcijas. Tai svarbu šiame projekte, nes administratorius kuruoja mokytojus. Šios posistemės pagrindiniai procesai yra kurso turinio rengimas ir pateikimas. Šie procesai reikalauja ypatingų įrankių kūrimui ir galimybių importuoti, eksportuoti mokymosi medžiagą.



2.3 pav. Virtualiosios mokymosi aplinkos posistemės.

- **Mokymosi ir vertimo veiklų organizavimo posistemė.** Prie mokymosi medžiagos reikia numatyti, planuoti ir pridėti mokymosi veiklas (kas ir kada vyks, ar veiklos bus vertinamos, kaip besimokantysis gaus grįžtamąjį ryšį, kai pats besimokantysis tikrins savo pažangą ir pasiekimus). Posistemės pagrindiniai procesai: veiklų planavimas, turinio pateikimas pagal veiklą, užduočių ir vertinimo veiklų pateikimas, vertinimas ir grįžtamojo ryšio pateikimas.
- **Bendravimo ir bendradarbiavimo posistemė.** Čia atliekamos funkcijos, leidžiančios dalyviams komunikuoti. Komunikavimas yra labai svarbus, nes sistema skirta nuotoliniam mokymuisi (mokytojai gali susisiekti su administratoriumi, mokiniai gali diskutuoti apie savo eksperimentų rezultatus forume). Projekte yra numatytos dvi bendravimo priemonės: žinučių sistema, su kuria galima siųsti žinutes vienam arba visiems dalyviams, ir forumas. Forumas mokiniams yra reikalingas tyrimo veiklos rezultatų aptarimui ir diskusijai apie išvadas. Mokytojas privalo prie kiekvienos temos pridėti šią diskusijos priemonę ir teikti pavadinimą, sukonkretinti nurodymus mokiniams, kad jie galėtų teisingai atlikti šią mokymosi dalį. Pagrindiniai procesai šioje posistemėje yra žinučių siuntimas, pateikimas, publikavimas forume ir tų bendravimo sistemų administravimas.

Funkciniai poreikiai grupuojami pagal posistemę, kuri yra skirta patenkinti poreikį. Šis poreikių grupavimas pateikiamas 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Funkciniai poreikiai

Funkcija	Dalyvis	Posistemė
Įdiegti ir valdyti sistemą	Administratorius	Administravimo posistemė
Nustatyti sistemos parametrus	Administratorius	
Įdiegti, pridėti papildomus modulius	Administratorius	
Įdiegti modulį virtualiosioms laboratorijoms	Administratorius	

Funkcija	Dalyvis	Posistemė	
Pasirinkti temą	Administratorius		
Pasirinkti kalbą	Administratorius		
Pasirinkti failo įkėlimo maksimalų dydį	Administratorius		
Atnaujinti sistemą	Administratorius		
Kurti paskyras kitiems dalyviams ir suteikti teises	Administratorius		
Kurti prisijungimo vardą	Administratorius		
Kurti slaptažodį	Administratorius		
Pašalinti naudotoją	Administratorius		
Keisti naudotojo paskyrą	Administratorius		
Prisijungti	Visi		
Išsijungti	Visi		
Kurti mokymosi grupes, kursus, erdves	Administratorius	Kurso valdymo posistemė	
Paskirti kurso mokytoją	Administratorius		
Užsisakyti kursą	Mokytojas		
Teikti kurso mokytojo teises	Administratorius		
Padaryti kurso kopiją	Administratorius		
Pašalinti kursą	Administratorius		
Pridėti mokinius į kursą	Mokytojas		
Teikti mokinio prieigą prie kurso	Administratorius		
Prisijungti prie kurso	Mokinys (visi)	Turinio parengimo ir pateikimo posistemė	
Kurti, įkelti, kurso el. mokymosi medžiagą	Mokytojas		
Įkelti vaizdo įrašą	Mokytojas		
Įkelti virtualiąsias laboratorijas	Mokytojas		
Įkelti įvairius tekstinius ir grafinius failus	Mokytojas		
Įkelti atspausdinamą mokymosi medžiagą	Mokytojas		
Kurti HTML puslapį	Mokytojas		
Kurti interaktyvius el. mokymosi objektus	Mokytojas		
Importuoti el. mokymosi objektą	Mokytojas		
Publikuoti el. mokymosi turinį	Mokytojas		
Peržiūrėti el. mokymosi turinį	Mokinys		
Atsisiųsti mokymosi turinį	Mokinys		
Kurti ir administruoti vertinimo sistemą	Mokytojas		Mokymosi ir vertinimo veiklų organizavimo posistemė
Kurti mokymosi veiklas	mokytojas		
Parengti užduotį	Mokytojas		
Skaityti tekstą	Mokinys		
Žiūrėti vaizdo įrašą	Mokinys		
Klausytis garso įrašo	Mokinys		
Pateikti nurodymus	Mokinys		
Pridėti papildomus failus	Mokinys		

Funkcija	Dalyvis	Posistemė	
Pridėti virtualiąją laboratoriją	Mokinys		
Naudoti virtualiąją laboratoriją	Mokinys		
Atlikti interaktyvias veiklas	Mokinys		
Atsakyti į klausimus	Mokinys		
Pasirinkti atsakymus	Mokinys		
Atlikti praktinę užduotį	Mokinys		
Diskutuoti rezultatus	Mokinys		
Išdėstyti išvadas	Mokinys		
Pridėti individualią ataskaitą	Mokinys		
Pridėti grupėje parengtą ataskaitą	Mokinys		
Įvertinti pateiktą darbą	Mokytojas		
Peržiūrėti gautą įvertinimą	Mokinys		
Sekti mokinio darbą ir pažangą	Mokytojas		
Teikti / gauti grįžtamąjį ryšį	Visi		
Skaityti komentarą	Mokinys		
Parengti testą	Mokytojas		
Sukurti testo klausimą	Mokytojas		
Pridėti į testą klausimą	Mokytojas		
Nustatyti testo parametrus	Mokytojas		
Atlikti testą	Mokinys		
Atsakyti į testo klausimus	Mokinys		
Sužinoti įvertinimą	Mokinys		
Kurti diskusijų forumą	Mokytojas		Bendravimo ir bendradarbiavimo posistemė
Įvesti forumo pavadinimą	Mokytojas		
Pridėti forumo temą	Mokytojas		
Pateikti forumo aprašymą	Mokytojas		
Rašyti žinutę forume	Mokinys (visi)		
Skaityti žinutes forume	Mokinys (visi)		
Šalinti žinutę forume	Mokinys (visi)		
Rašyti paprastą žinutę	Mokinys (visi)		
Įvesti temos pavadinimą	Mokinys (visi)		
Nurodyti adresatą	Mokinys (visi)		
Rašyti žinutės tekstą	Mokinys (visi)		
Pridėti failą	Mokinys (visi)		
Skaityti gautas žinutes	Mokinys (visi)		
Atsakyti siuntėjui	Mokinys (visi)		
Šalinti žinutę	Mokinys (visi)		
Administruoti komunikavimo įrankius	Administratorius, mokytojas		

2.5. Nefunkciniai poreikiai

Analizuojant galimus nefunkcinius poreikius būtina prisiminti, kad sistema bus įdiegta progimnazijoje. Tai kelia sistemai tam tikrus reikalavimus, pvz., kad visi naudotojai galėtų prisijungti tuo pačiu metu. Sistemos našumo trūkumas gali pasunkinti pamoką, jos veiklą įgyvendinimą ir taip pat demotyvuoti mokinius. Kritinis momentas yra veiklos, kurios reikalauja tuo pačiu metu prijungti prie sistemos visus klasės kompiuterius. Tai paprastai vyks pamokos metu. Kai sistema naudojama nuotoliniu būdu, tikimybė, kad visi naudotojai prisijungs tuo pačiu metu labai maža. Šiame darbe visi bandymai bus realizuojami vienoje kompiuterių klasėje (16 kompiuterių).

Virtuali mokymosi aplinkos sąsaja turi būti adaptyvi pagal naudojamo prietaisą (kompiuterį, planšetę, išmanųjį telefoną).

Galima atskirti nefunkcinius poreikius pagal dalyvius.

Mokinio atžvilgiu:

- Prisijungimas turi būti patogus, saugus, greitas.
- Išsijungimas turi būti saugus, kad mokinys nepaliktų paskyros prijungimo padėtyje.
- Turi būti kitas prisijungimo būdas (per mokytoją), jei mokinys užmiršta slaptažodį. Paprastai mokinys neturi elektroninio pašto.
- Aplinkos sąsaja turi būti patraukli, naudojimas turi būti lengvas. Labai svarbus jos dizainas, kad mokinys galėtų visas veiklas realizuoti virtualioje mokymosi aplinkoje. Taip pat, kad mokinys labai greitai galėtų surasti bet kokią veiklą, tik vienu paspaudimu galėtų pakeisti veiklą.
- Susiorientavimui turi būti piktogramos (mokinys paprastai „skenuoja“, neskaito).
- Galimybė pritaikyti aplinkos dizainą prie specialiųjų poreikių mokinių.
- Turi būti lietuvių kalba.

Mokytojo atžvilgiu:

- Prisijungimas turi būti patogus, saugus, greitas.
- Mokytojai be ypatingų IKT žinių gali naudoti aplinką lengvai, paprastai po trumpo apmokymo.
- Turi būti aišku, kokia yra naudojimo sąsaja ir kokia redagavimo.
- Turi būti galimybė greitai susirasti pagalbą.
- Kūrimo aplinka turi būti lanksti ir aiški.
- Turi būti lietuvių kalba.
- Turi būti pasirinkimo meniu sistemos, kad būtų paprasčiau.

Administratoriaus atžvilgiu:

- Sistemos valdymas turi būti paprastas ir vizualus (administratorius gali nebūti programuotojas).
- Administravimo įrankis turi būti greitas ir suprantamas (gali būti anglų kalba).

2.6. Sprendimas ir priemonių pasirinkimas

Šiame skyriuje apibendrinamos priemonės, kuriomis būtų galima konstruoti norimą sistemą ir patenkinti išdėstytus dalyvių poreikius. Tos priemonės yra lyginamos ir tarp jų visų išrenkamos tinkamiausios šiam darbui.

Virtualiųjų laboratorijų pasiūla ir jų veikimas, formatas ir suderinamumas. Poskyryje 1.3 buvo trumpai pristatyta virtualiųjų laboratorijų apžvalga, kurioje dėmesys buvo nukreiptas į pedagogines, mokomąsias laboratorijas. Šios virtualiosios laboratorijos dažniausiai naudoja šiuos formatus:

- *Flash*;
- *Java*;
- HTML5.

Įgyvendinant šį darbą buvo atlikta nemaža virtualiųjų laboratorijų paieška ir bandymai internete. Tos paieškos ir bandymų rezultatas, rodo, kad laboratorijų su *Flash* formatu yra daug, tačiau jos pasenusios ir nebeatnaujinamos, dažnai neveikia, kaip numatyta. Problema su šiomis laboratorijomis dar kyla dėl to, kad modernios naršyklės nebenaudoja arba vengia *Flash* formato failų dėl saugumo reikalavimų ir dėl resursų taupymo.

Virtualių mokymosi aplinkų galimybės integruojant virtualiąsias laboratorijas: tyrimais grįsto mokymosi efektyvumas priklauso nuo vadovavimo. Vadovavimas vyksta bendraujant mokiniui su mokytoju fizinėje arba virtualioje mokymosi aplinkoje ir per metodikos instrukcijas, nurodymus, ataskaitų šablonus ir kt. Naudojant virtualiąsias laboratorijas ir siekiant mokinio aktyvumo bei savarankiškumo galima integruoti šias laboratorijas į virtualias mokymosi aplinkas.

Analizuojant virtualių mokymosi aplinkų galimybes integruoti virtualiąsias laboratorijas visų pirma reikia išdėstyti reikalavimus. Šiame darbe reikalavimai grupuojami pagal tris aspektus:

- Universalumas – tai galimybė importuoti įvairių standartų arba formatų laboratorijas.
- Pasiekiamumas – tai atviras kodas, lengvas naudojimas, resursų prieinamumas.
- Mokymosi proceso valdymo įrankiai – galimybės sekti veiklas ir mokinius viso proceso metu, vertinti, bendrauti, teikti grįžtamąjį ryšį.

Per praktinius bandymus integruojant HTML5 ir Java laboratorijas buvo išbandytos kelios sistemos. 2.2 lentelėje pateikiami analizės ir bandymų rezultatai pagal išdėstytus kriterijus:

- Su *Moodle* pavyko paprastai įkelti laboratorijas, sukurti aplink ją tyrimais grįstą mokymosi veiklą, sėkmingai išbandyti sukurtą veiklą su 6 klasės mokiniais.
- Buvo išbandyta GO-Lab projekto *Graasp* mokymosi aplinka. Sėkmingai sukurtos mokymosi veiklos buvo naudojamos 6 klasės mokinių. Atsirado sunkumai dėl resursų prieinamumo ir dėl mokymosi proceso valdymo.
- *Office 365* platforma leido sukurti ir sėkmingai su 6 klasės mokiniais išbandyti tyrimais grįstą mokymosi veiklą. Tačiau apribojimai yra dideli. Dėl sistemos saugumo reikalavimų buvo galima naudoti tik gamintojo aprobuotus resursus su tam tikromis programėlėmis. Šiuo atveju pavyko įterpti PhET laboratoriją į *Sway* pristatymą. Mokiniai, prisijungę prie savo *Office 365* paskyros, galėjo individualiai atlikti laboratorinį darbą. Galima daryti išvadą, kad sistema nėra lanksti plačiam tinklo atvirų resursų naudojimui.
- *Wordpress* su *LearnPress* sistema buvo išbandyta ir pavyko integruoti laboratorijas su HTML5 technologija. Tačiau sistema nėra tinkama mokyklai, nes valdymas sudėtingas dideliame mokinių sraute. Sistema gali būti naudinga trumpiems kursams. Dėl sudėtingumo nebuvo išbandyta su mokiniais.

2.2 lentelė. Sistemų galimybių integruoti virtualias laboratorijas paliginimas

	Universalumas	Pasiekiamumas	Valdymas
<i>Moodle</i>	+	+	+
<i>Graasp</i>	+	+	-
<i>Office 365</i>	-	+	+/-
<i>Wordpress</i>	+	+/-	-

Šiam projektui tinkamiausias sprendimas bus pasirinkti Moodle. Toliau bus išanalizuojami konkretūs metodai, su kuriuos galima integruoti virtualiąsias laboratorijas Moodle aplinkoje.

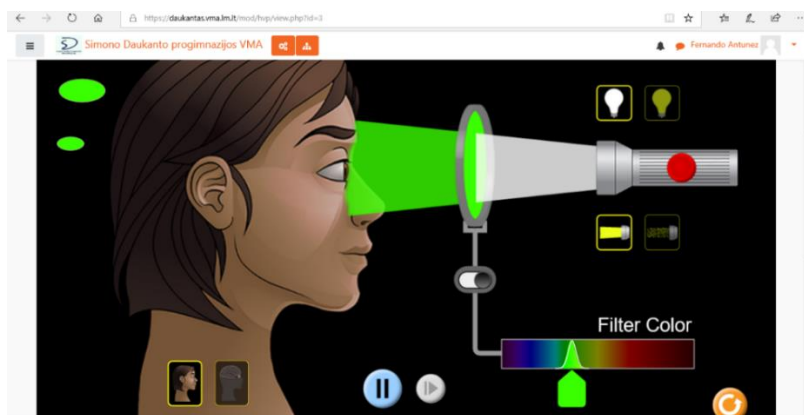
2.7. Moodle galimybės integruojant virtualiąsias laboratorijas

Moodle sistema siūlo nemažai galimybių įkelti ir integruoti išorinius resursus. Kurso redagavimo sąsajoje galima pasirinkti naujos veiklos arba išteklių įtraukimą. Grafinis meniu leidžia pasirinkti resursus iš sąrašo. Pasirinkimo galimybių kiekis priklauso nuo įdiegtų modulių ir papildinių.

Standartiniuose Moodle įdiegimo įrankiuose galima rasti išorinių resursų, kuriuos būtų galima panaudoti integruojant virtualiąsias laboratorijas:

- URL. Šis įrankis leidžia pasiekti išorinius resursus pagal internetinį adresą. Kurso medžiagoje galima pridėti interneto pasiekiamos virtualiosios laboratorijos adresą. Mokiniai gali prisijungti prie tos laboratorijos. Toks sprendimas yra paprastas, tačiau laboratorija nėra realiai integruojama į veiklą. Mokymosi aplinka padalinta: mokinys turi išeiti iš vienos aplinkos, kad galėtų naudoti tam tikrais mokymosi resursais.
- SCORM paketas. Šis įrankis leidžia mokytojui įkelti į kursą mokymosi medžiagą, kuri atitinka SCORM modelį ir AICC standartą. Mokymosi medžiaga supakuota pagal SCORM modelį gali būti įkelta, išpakuota ir panaudota sistemose, kurios turi SCORM suderinamumą, kaip pavyzdžiui Moodle. Tai reiškia, kad virtualiosios laboratorijos supakuotos pagal SCORM modelį galėtų būti keliamos ir integruojamos į Moodle kursą. Tačiau kyla problemos, kai laboratorijos yra pagrįstos Java technologijomis. Galima rasti sprendimą naudojant scormRTE JAVA paketą [21]. Vis dėlto, toks sprendimas yra per sudėtingas, kad praktiškai būtų masiškai pritaikytas. Nerandama tokiu formatu virtualiųjų laboratorijų internete. Pastebėjimas, labai retai, bet galima pakuoti laboratoriją, pavyzdžiui sukurta su EJS (Easy Java Simulations) sistema, pagal SCORM modelio reikalavimus ir eksportuoti į mokymosi valdymo sistemas, kaip Moodle. Vėliau šiame darbe bus nagrinėjami papildiniai, kurie tiesiog ir paprastesniu būdu atlieka šį darbą Moodle aplinkoje.
- Išorinis įrankis. Išorinis įrankis leidžia įtraukti į Moodle kursą išorinius įrankius, kurie palaiko *Mokymosi įrankio sąveikos standartą* (MSI). Tokius įrankius galima rasti internete. Per šį standartą išorinis įrankis turi priėmimą prie naudotojo informacinių duomenų. Dėl to vyksta tikras integravimas. Šiuo atveju, reikia ieškoti teikėjų, kurie siūlytų virtualiąsias laboratorijas su minėtu standartu. Tam tikslui galima tikrinti *IMS Global Learning consortium* svetainę ir *eduappcenter* saugyklą. Ten siūlomi resursai pagal MSI standartą, tarp kurių yra labai nedaug laboratorijų sistemų. Kiek buvo galima nagrinėti, tos sistemos yra labai specifinės ir neatitinka šio darbo tikslo, kuriam universalumas yra svarbus parametras.
- Moodle papildiniai. Galima įdiegti papildomus papildinius, kurie padėtų integruoti virtualiąsias laboratorijas. Kaip anksčiau buvo minėta, dauguma virtualiųjų laboratorijų yra *Java* pagrįstos simuliacijos arba HTML5 formatu. Dėl to nagrinėjami papildiniai, kurie leistų integruoti laboratorijas su šiais formatais, pavyzdžiui, EJSApp papildinių grupė. Tai yra 6 papildiniai, skirti EJS (*Easy Java Simulations*) virtualiosioms laboratorijoms integruoti Moodle aplinkoje. EJS yra atviro kodo įrankis, leidžiantis kurti simuliacijas *Java* aplinkoje. O.S.P. (*Open Source Physics*) saugykla, <https://www.compadre.org/osp/index.cfm>, siūlo daug tokių virtualiųjų laboratorijų. EJSApp papildinis leidžia įkelti simuliacijos failą į Moodle aplinką ir sukurti interaktyvią veiklą, kurios turinys yra ta virtualioji laboratorija. Su šiuo įrankiu mokytojas gali priėti prie daugelio nesudėtingų virtualiųjų laboratorijų ir jas įtraukti į savo mokymosi veiklą.

- H5P papildinys. Dar vienas naudingas papildinys yra H5P. Įdiegtas papildinis Moodle sistemoje leidžia sukurti H5P veiklas. H5P modulio „*Iframe embedder*“ įrankis gali lengvai importuoti *JavaScript* turinį ir HTML5 formatu turinį. Dėl paprastumo yra idealus įrankis išorinio turinio kėlimui.



2.4 pav. Virtualiosios laboratorijos integravimas Moodle sistemoje naudojant H5P papildinį.

2.4 paveiksle pateikiamas pavyzdys, kaip mokyklos Moodle aplinkoje kuriama H5P veikla, su kuria yra įtraukiama PhET virtualioji laboratorija. Šio pavyzdžio laboratorija padeda atlikti virtualius eksperimentus su šviesa ir tyrinėti žmogaus gebėjimą matyti spalvas. Privalumas mokyklai yra tas, kad su vienu H5P papildiniu galima prieiti prie labai įvairių ir interaktyvių turinio kūrimo įrankių. Su tais įrankiais galima papildyti visą tyrimais grįsto mokymosi aplinką (pristatyti tyrimo objektą, sukurti hipotezes, atlikti eksperimentus, padaryti išvadas, apklausas).

Technologijų ir priemonių pasirinkimas sistemos realizacijai. Pagal atliktą analizę ir bandymus galima teigti, kad šiam projektui tinka panaudoti standartinę Moodle sistemą su H5P papildiniu. Šis papildinys palengvina virtualiųjų laboratorijų integravimą į Moodle aplinką.

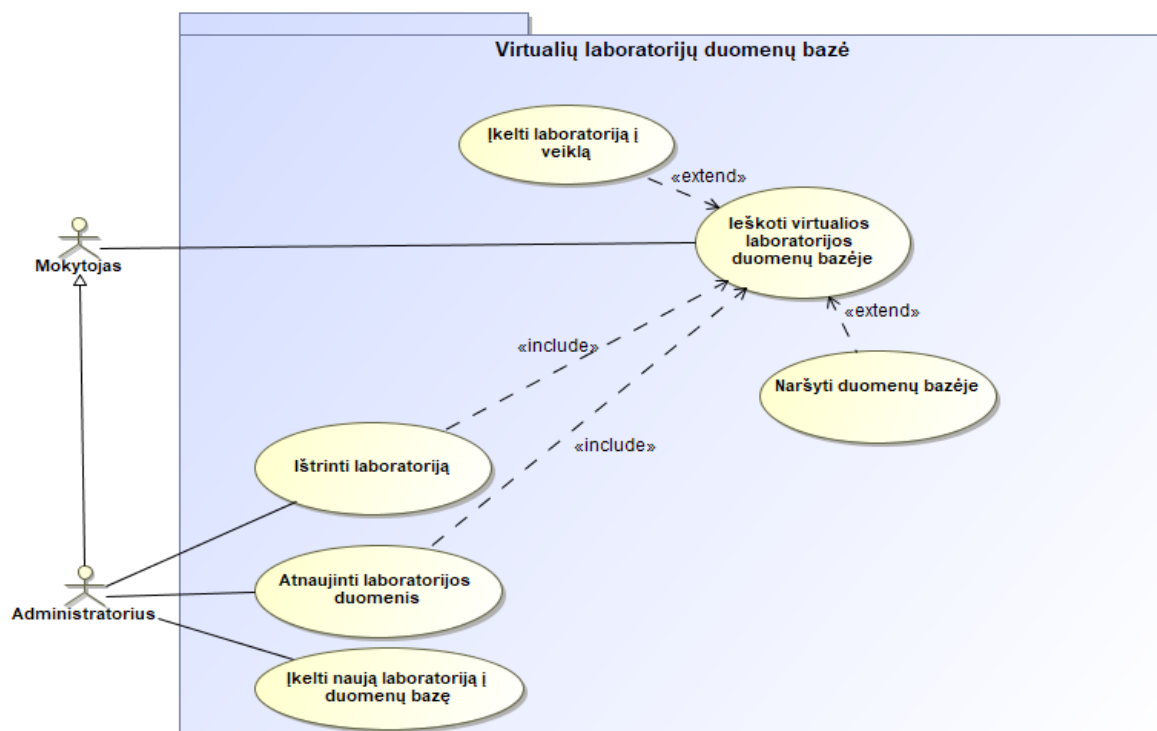
2.8. Rekomenduojamų virtualiųjų laboratorijų ir veiklos organizavimo duomenų bazė

Sistemos svarbi funkcija yra galimybė integruoti virtualiąsias laboratorijas. Mokytojas, kuris kuria tyrimais grįsto mokymosi veiklą, gali pats surasti virtualiąsias laboratorijas internete. Tačiau yra naudinga, kad pati sistema, kuri bus naudojama mokykloje, turėtų sąrašą laboratorijų, kurios yra rekomenduojamos arba jau naudojamos to pačio arba kitų mokytojų. Tam tikslui, šio darbo sistema sukurs duomenų bazę, kurioje bus galima surinkti reikalingą informaciją apie tinkamas laboratorijas ir apie jų panaudojimą mokyklos veiklose. 2.5 paveiksle pateikiama šios duomenų bazės posistemės panaudos atvejų diagrama.

Dalyvių funkcijos:

1. Mokinys naudoja tik jau integruotą virtualiąją laboratoriją. Dėl to, šis dalyvis neturi ryšio su duomenų bazės posisteme.
2. Mokytojas ieško duomenų bazėje, gali registruoti naujas veiklas ir pridėti įtrauktas laboratorijas. Duomenų bazėje išrenka tinkamą laboratoriją savo kuriamai mokymosi veiklai (Moodle aplinkoje).
3. Administratorius:
 - administruoja virtualiųjų laboratorijų duomenų bazę;
 - įveda su visa reikalinga informacija virtualiąsias laboratorijas į duomenų bazę;
 - ištrina nebenaudojamas laboratorijas;

- pildo laboratorijų aprašymus.



2.5 pav. Duomenų bazės posistemės panaudos atvejų diagrama

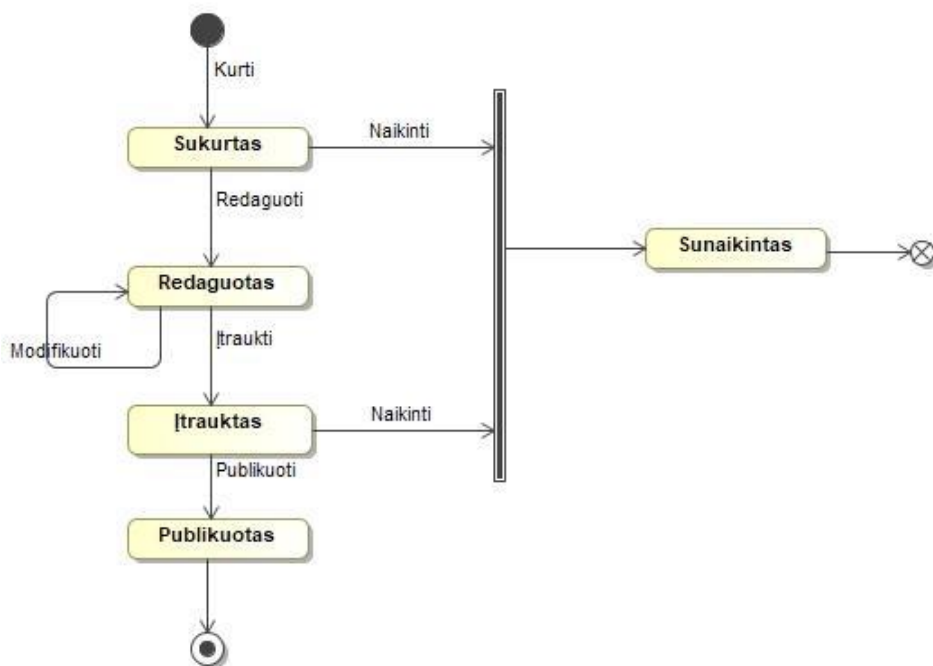
Duomenų bazės posistemėje realizuojamos funkcijos yra šios:

- Virtualiųjų laboratorijų duomenų bazės naujo elemento kūrimas.
- Virtualiosios laboratorijos duomenų įvedimas į duomenų bazę.
- Duomenų bazės elemento (virtualiosios laboratorijos) naikinimas.
- Duomenų bazės elemento (virtualiosios laboratorijos) atnaujinimas.
- Duomenų bazės elemento (virtualiosios laboratorijos) paieška.
- Duomenų bazės elemento (virtualiosios laboratorijos) duomenų perkėlimas į mokymosi veiklos aplinką.
- Mokytojų ir jų veiklų registravimas.

Sistemoje yra 2 pagrindiniai objektai. Pirmas objektas yra mokymosi aplinkos *veikla*, o antras yra *virtualioji laboratorija*. Veikla yra mokomasis objektas, integruojantis visus tyrimais grįstam mokymuisi reikalingus elementus, tarp jų ir virtualiąją laboratoriją.

Laboratorijos objektas kuriamas duomenų bazėje pridedant bei įtraukiant reikalingą informaciją. Moodle aplinkoje kuriama veikla, kurioje integruojama virtualioji laboratorija. Ši veikla registruojama duomenų bazėje (žr. 2.6 pav.).

4 priede pateikiama duomenų bazės pagrindinių panaudojimo atvejų aprašai ir konstravimo diagramos.



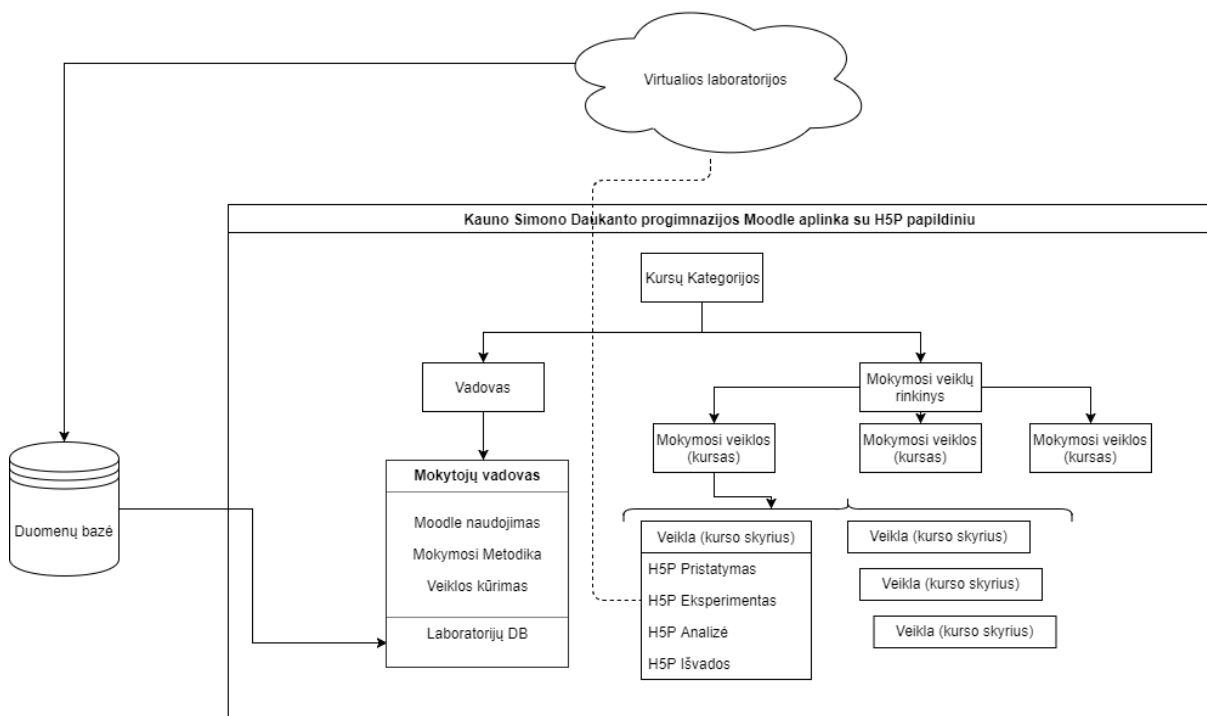
2.6 pav. Mokymosi veiklos būsenų diagrama

2.9. VMA projektavimas

Kaip anksčiau paminėta, šiame darbe projektuojamos informacijos sistemos pagrindinė dalis yra mokymosi aplinka su integruotomis priemonėmis tyrimu grįstam mokymuisi. Tarp įvairių galimybių šiam projektui buvo išrinkta Moodle sistema.

Projekto įgyvendinimui buvo prašoma leidimo Kauno Simono Daukanto progimnazijai dalyvauti projekte „Up2U“. Projektas padeda vidurinių mokyklų mokiniams mokytis dirbti su IKT įrankiais, kaip pvz., virtualios mokymosi aplinkos, kurias sutiks įstojus į universitetus. Tokiu būdu gerinimas mokinių pasiruošimas studijuoti aukštosiose mokyklose. Kauno Simono Daukanto progimnazijai buvo sukurta Moodle pagrįsta VMA. Sistemoje yra įjungta H5P papildinio versija 1.14. Taip pat, yra įjungtas duomenų bazės modulis. Dar vienas sistemos privalumas – galimybė suderinti Moodle sistemą su jau veikiančia mokykloje Office 365 platforma.

Antra dalis yra pagalbinė duomenų bazė, su kuria bus tvarkoma informacija apie virtualiųjų laboratorijų tinkamumą ir panaudojimą. Duomenų bazė realizuojama su *Microsoft SQL Server Manager*, o naudotojų sąsaja – su *Microsoft Access*. Informacija sukaupta duomenų bazėje yra eksportuojama CSV tipo dokumentu ir importuojama į Moodle duomenų bazę. 2.7 paveiksle pateikiama sistemos darbinio varianto schema.



2.7 pav. Sistemos schema

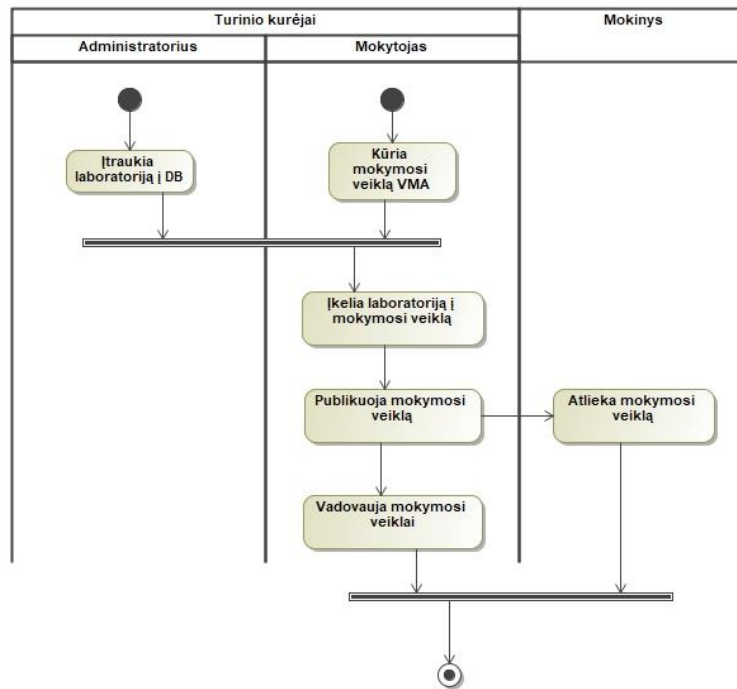
Ši virtuali mokymosi aplinka organizuojama kuriant dvi kursų kategorijas. Viena kategorija surinks veiklas skirtas mokytojams ir kita – mokiniams (žr. 2.8 pav.). Mokytojams skirtų veiklų kategorijos pavadinimas yra „Tyrimais grįsto mokymosi vadovas“. Šios kategorijos elementai yra trumpas vadovas mokytojams ir kursas su pavyzdžiais. Tikslas yra įgalinti gamtos mokslų mokytoju gebėti naudojantis VMA, sukurti tyrimais grįsto mokymosi veiklas su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis bei tvarkyti tas veiklas.

Mokiniams skirtų veiklų kategorijos pavadinimas yra „Mokinys – mokslininkas“ (integruota veikla „4x4“) pagal anksčiau šiame darbe paminėtą mokyklos veiklos pavadinimą.



2.8 pav. VMA kursų kategorijos

2.9 paveiksle pateikiamas būdas, kaip organizuoti tyrimais grįsto mokymosi veiklos procesą.



2.9 pav. Veiklos diagrama: tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimas ir panaudojimas

Sistemos administratorius į mokyklos sistemos Moodle duomenų bazę įkelia informaciją apie naudotinas virtualiąsias laboratorijas. Mokytojas, kuris yra kurso kūrėjas, gali iš laboratorijų sąrašo pasirinkti tinkamą savo veiklai laboratoriją ir ją įkelti į H5P interaktyvaus turinio modulį. Kai mokytojas publikuoja naują turinį, mokinys, prisijungęs prie mokyklos Moodle, gali jį naudoti ir atlikti mokymosi veiklą.

Mokytojų vadovas. Tai projektuojama pirma mokyklos VMA kursų kategorija, kuri skirta surinkti medžiagą, skirtą mokytojų įgalinimui. Šios kategorijos pagrindiniai kursai yra:

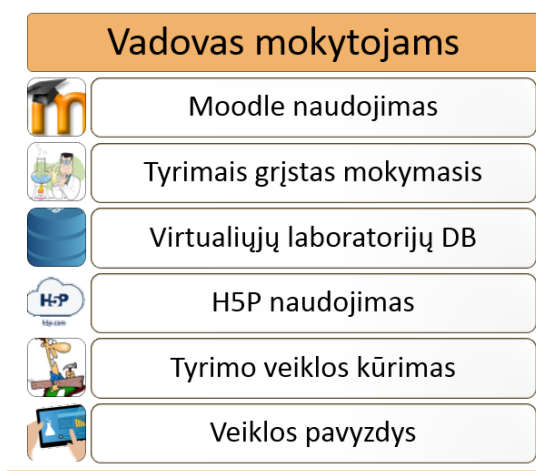
- Įvadinis kursas: „Jaunasis mokslininkas. Mokytojų vadovas“.
- Kursas su įvairių temų pristatymais ir integruotomis laboratorijomis („Pristatymų ir laboratorijų pavyzdžiai“). Šiame kurse pateikiami pavyzdžiai mokytojams, kad jie galėtų pasirinkti iš įvairių pristatymų ir virtualiųjų laboratorijų.
- Šabloninis kursas mokytojų bandymams. Šablonas skirtas sukurti bandymo kursus mokytojams. Mokytojai gali tuos kursus keisti, ištrinti, pridėti informaciją, išbandyti įvairius papildinius.

Pradiniam kursui „Jaunasis mokslininkas. Mokytojų vadovas“ projektuojamas šis turinys (žr. 2.10 pav.):

- trumpos mokyklos Moodle naudojimo instrukcijos. Šioje kurso sekcijoje surinkta informacija apie Moodle ir jo naudojimą. Tikslas, kad mokytojai galėtų lengvai suprasti VMA pagrindus ir naudoti. Pateiktos nuorodos į Moodle vadovus internete ir į kitus naudingus resursus;
- tyrimais grįsto mokymosi metodika. Naudojant H5P kuriami interaktyvūs resursai, pristatoma tyrimais grįsto mokymosi metodika. Mokytojai gali šiuos išteklius naudoti savo kursuose;
- virtualiųjų laboratorijų duomenų bazė. Į Moodle duomenų bazę galima perkelti pagrindinę informaciją apie naudotinas virtualiąsias laboratorijas. Nuo sistemos pagalbinės duomenų bazės galima eksportuoti informaciją su CSV tipo failais ir įterpti į šią Moodle duomenų bazę.

Taip pat, duomenų bazėje mokytojas gali rasti H5P failus su virtualiųjų laboratorijų duomenimis, kuriuos gali įkelti į savo H5P veiklas. Tai supaprastina ir beveik automatizuoja veiklos kūrimo procesą.

- H5P įrankių naudojimas interaktyviam turiniui kurti. Sekcija skirta H5P papildinio naudojimo supratimui. Sekcijoje yra tinkamos nuorodos į bendrą H5P technologijų informaciją. Čia skiriamas dėmesys H5P failų įkėlimui į H5P veiklas, nes tai leidžia mokytojams lengvai keisti ir kartotinai naudoti resursus (pvz., virtualiosios laboratorijos, interaktyvūs pristatymai);
- tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimas mokyklos Moodle aplinkoje. Pateikiami mokymosi veiklos dokumentavimo įrankiai. Šie įrankiai išsamiau pristatomi kartu su tyrimais grįsto mokymosi veiklos modulių;
- tyrimais grįsto mokymosi veiklos pavyzdys integruojant virtualiąją laboratoriją. Ši sekcija pristato pagrindinio tyrimais grįsto mokymosi veiklos modulio pavyzdį.



2.10 pav. Vadovas mokytojams (mokyklos Moodle sistemoje)

Tyrimais grįsto mokymosi veiklos kursų kategorija. Tai antra VMA kursų kategorija, kurioje sudaromas veiklos šablonas, pagal kurį sukuriamas mokymosi veiklų rinkinys. Šabloninis kursas turi reikalingus įrankius tyrimais grįsto mokymosi veikloms. Tie įrankiai (žr. 2.11 pav.) atlieka šias funkcijas: pristatyti temą, dokumentuoti veiklą, integruoti laboratoriją ir palengvinti mokiniui pristatyti įvadas bei įvertinti mokymosi procesą.

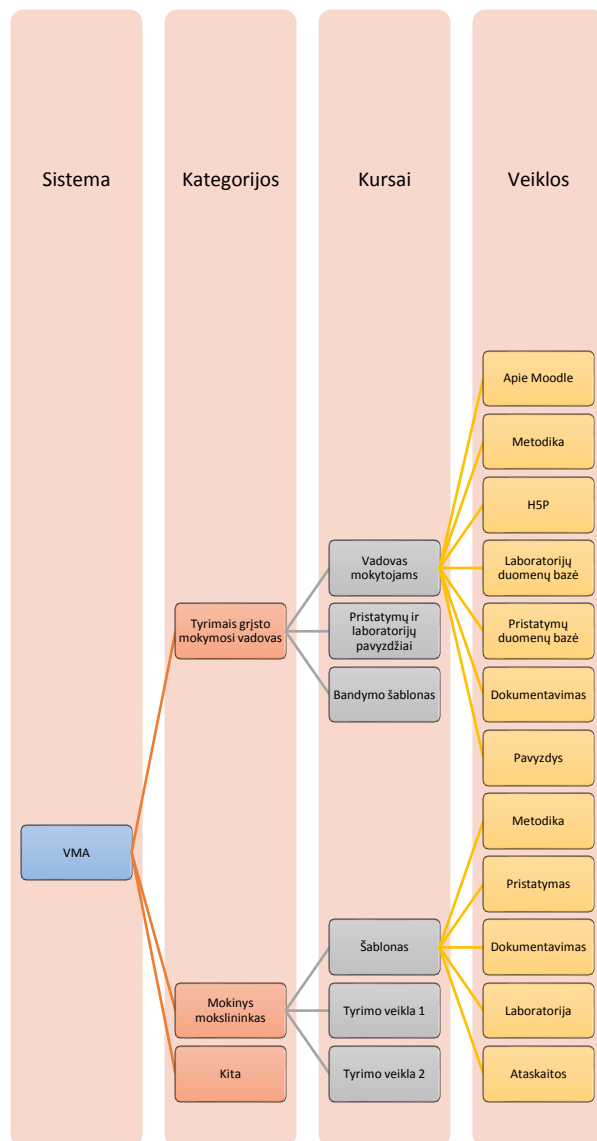


2.11 pav. Veiklų rinkinio struktūra

Naujos veiklos kūrimui užtenka atkurti šabloną su nauju pavadinimu ir skirti mokytojo vaidmenį. Šią funkciją atlieka sistemos administratorius. Priskirtas mokytojas gali įregistruoti mokinius, pakeisti kurso turinį. Naudojant H5P įrankius kurso temas pristatymui ir virtualiosioms laboratorijoms, mokytojui užtenka įkelti norimus H5P failų (pvz., iš duomenų bazės) į kurso H5P veiklas. Šiame darbe specifiniai mokytojui panaudojimo atvejai susiję su tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimu yra:

- Kurti veiklą su interaktyviais mokymosi objektais (tyrimais grįsto mokymosi veiklą).
- Įkelti laboratoriją.
- Publikuoti el. mokymosi turinį.

2.12 paveiksle pateikiama VMA projekto struktūra.



2.12 pav. Projekto VMA struktūra

Lentelėse 2.3, 2.4 ir 2.5 pateikiami šių panaudojimų atvejų aprašai.

2.3 lentelė. Panaudojimo atvejis „Kurti veiklą su interaktyviais mokymosi objektais“

PA Nr. 1	KURTI VEIKLĄ SU INTERAKTYVIAIS MOKYMOŠI OBJEKTAIS
Tikslas	Su sistemoje įdiegtais įrankiais kurti mokymosi veiklą su objektais, kurie yra interaktyvūs. Jie reikalauja tam tikros mokinio veiklos: pvz.

	atsakyti į klausimus, pildyti formą, daryti kryžiažodį. Gali būti mokomieji žaidimai, virtualiosios laboratorijos.
Dalyviai	Mokytojas
Ryšiai su kitais PA	Įkelti laboratoriją Publikuoti el. mokymosi turinį
Nefunkciniai reikalavimai	Kūrimo aplinka su grafine sąsaja, kad mokytojas greitai susiorientuotų.
Prieš-sąlygos	Kursas yra sukurtas. Sistemoje turi būti įrankiai tiesiog kurti arba importuoti interaktyvus mokymosi objektus: H5P.
Sužadinimo sąlyga	Kurso valdymo ir redagavimo aplinkoje pasirinkti galimybę kurti arba importuoti naują interaktyvų mokymosi objektą: įterpti H5P veiklą.
Po-sąlyga	Baigtas interaktyvus mokymosi objektas gali būti publikuotas.
Pagrindinis scenarijus	Mokytojas sukuria objektą.
PA Alternatyvūs scenarijai	Mokytojas sukuria pusiau ir reikia išsaugoti ir nepublikuoti, kol bus baigtas mokymosi objektas.

2.4 lentelė. Panaudojimo atvejis „Įkelti virtualiąją laboratoriją“

PA Nr. 2	ĮKELTI VIRTUALIĄ LABORATORIJĄ
Tikslas	Įkelti į VMA virtualiąją laboratoriją.
Dalyviai	Mokytojas
Ryšiai su kitais PA	Ieškoti laboratorijos. Kurti veiklą su interaktyviais mokymosi objektais.
Nefunkciniai reikalavimai	
Prieš-sąlygos	Duomenų bazėje randami virtualiosios laboratorijos duomenys arba H5P failą.
Sužadinimo sąlyga	Veiklos redagavimo aplinkoje bus meniu su pasirinkimu pridėti H5P interaktyvaus turinio veiklą.
Po-sąlyga	Įkeltas išteklius paruoštas naudojimui.
Pagrindinis scenarijus	Kurso valdymo aplinkoje mokytojas prideda veiklą, kuri yra virtuali laboratorija.
PA Alternatyvūs scenarijai	Mokytojas bando įkelti nesuderinamą virtualią laboratoriją.

2.5 lentelė. Panaudojimo atvejis „Publikuoti el. mokymosi turinį“

PA Nr. 3	PUBLIKUOTI EL. MOKYMOSI TURINĮ
Tikslas	Padaryti taip, kad sukurtas arba įkeltas turinys būtų prieinamas mokiniams.
Dalyviai	Mokytojas
Ryšiai su kitais PA	Kurti html puslapį. Kurti veiklą su interaktyviais mokymosi objektais. Įkelti el. mokymosi medžiagą.
Nefunkciniai reikalavimai	Turinio pateikimas turi būti praktiškas, struktūrizuotas.
Prieš-sąlygos	El. mokymosi turinys sukurtas arba importuotas su tinkamais formatais.
Sužadinimo sąlyga	Turinio valdymo meniu bus publikavimo pasirinkimai: data ir kitos galimos sąlygos.
Po-sąlyga	Mokinys gali prieiti prie pateikiamo el. mokymosi turinio.

Pagrindinis scenarijus	Nustatomas įkeltos el. mokymosi turinio pateikimas.
PA Alternatyvūs scenarijai	Įkelto turinio formatas neatitinka reikalavimų.

2.10. Išvados

1. Standartinė Moodle sistema su H5P papildiniu turi visus reikalingus įrankius, kad būtų galima kurti tyrimais grįsto mokymosi veiklas integruojant virtualiąsias laboratorijas. Integruojamos virtualiosios laboratorijos su *Java* arba HTML5 formatais gali būti išrinktos iš įvairių internetinių šaltinių. Jų įvairovė yra didelė ir galima nemokamai naudoti.
2. Rekomenduojama sukurti naudotinių virtualiųjų laboratorijų duomenų bazę, kurioje saugoma informacija apie virtualiąsias laboratorijas bei jų panaudojimą mokymosi veikloje. Ši informacija svarbi planuojant naujas mokymosi veiklas.
3. Virtualiosios laboratorijos turi būti integruojamos virtualioje mokymosi aplinkoje. Rekomenduojama, kad šioje aplinkoje būtų reikalingi įrankiai mokytojų įgalinimui: sistemos instrukcijos, mokymosi medžiaga, praktikos galimybės, metodikos pristatymas ir tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimo vadovas.
4. Rekomenduojama, kad virtualioje mokymosi aplinkoje būtų „tyrimais grįsto mokymosi veiklos šablonas“, kuriuo naudodamiesi mokytojai galėtų lengvai sukurti savo mokymosi veiklas.
5. H5P papildinys palengvina sukurtų išteklių pakartotinį naudojimą. Tai supaprastina mokytojų darbą. Rekomenduojama, kad sistemoje būtų duomenų bazės, skirtos H5P resursų saugojimui.

3. Sistemos realizacija

3.1. Virtuali mokymosi aplinka su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis

LITNET įgyvendinant Up2U projektą įdiegė Kauno Simono Daukanto progimnazijoje Moodle sistemą su H5P papildiniu. Šioje Moodle sistemoje sėkmingai buvo sukurtos projekte aprašytos kurso kategorijos, kursai ir veiklos:

- Kurso kategorijos „Tyrimais grįsto mokymosi vadovas“, skirtas mokyklos mokytojų įgalinimui, ir „Mokinys – mokslininkas“ (integruota veikla „4x4“), skirta mokymosi veikloms.
- Moodle kursai „Jaunasis mokslininkas. Mokytojų vadovas“, „Pristatymų ir laboratorijų pavyzdžiai“.
- Šabloninis kursas mokytojų bandymams „4x4 Spalvų matymas. Nr.“.
- Šabloninis kursas tyrimais grįsto mokymosi veiklų kūrimui „Mokinys – mokslininkas per 6 žingsnius“.

Naudojant šabloninius kursus buvo sukurti 5 kursai mokytojų bandymams ir 9 kursai su devyniomis skirtingomis virtualiosiomis laboratorijomis veikloms su mokiniais (žr. 4.1 lentelę).

Sistema buvo išbandoma 3 mėnesius ir nebuvo registruoto jokio trikdžio. 4 kartus per savaitę šeštos klasės mokiniai prisijungdavo prie sistemos per integruotą veiklą „Mokinys – mokslininkas“. Tuo pačiu metu prisijungė net 16 paskyrų. Sistemos našumas atitinka veiklos reikalavimus.

Sukurtos veiklos (kurso sekcijose):

- Virtualiųjų laboratorijų Moodle duomenų bazė. Duomenų bazė, kai šis darbas buvo rašomas, turėjo 29 įrašus. Įrašo duomenys yra: *Pavadinimas*, *Eksperimentas*, *Dalykas*, *Klasė*, *Kalba*, *URL*, *Formatas* ir *H5P failas*. Mokytojas gali parsisiųsti šį failą, labai paprastai įkelti į savo H5P veiklą ir panaudoti virtualiąją laboratoriją.

Laboratorijos pavadinimas	Kalba	Klasė	Dalykas	Daugiau
Pagrindinės elektrinės grandinės	LT	8	Fizika	🔍
Gravitacijos jėgos laboratorija	LT	8	Fizika	🔍
Sukurk atomą	LT	8	Chemija	🔍
Stygų vibracijos	LT	8	Fizika	🔍
Osciliatorius	EN	8	Fizika	🔍
Slegio ir tūrio santykis	EN	8	Fizika	🔍
Vandenyno rūgštėjimas	EN	8	Chemija	🔍
Energijos formos ir jų pokyčiai	LT	7	Fizika	🔍
Riedlentinių energijos parkas	LT	7	Fizika	🔍
Krateriai Žemėje ir kitose planetose	EN	7	Fizika	🔍

Pavadinimas: Sukurk atomą
Eksperimentas: Išbandyti įvairias atomo sandaras, kokios ten medžiagos?
Išsiaiškinti apie atomo elektronus ir branduolį, protonus ir neutronus.
Dalykas: Chemija
Klasė: 8
Kalba: LT
AccessURL: Adresas
Architektūra: HTML5
Failas: sukurk atomą.h5p
Fernando Antunez

3.1 pav. Virtualiųjų laboratorijų duomenų bazė (Moodle sistemoje)

- Interaktyvių pristatymų Moodle duomenų bazė. Duomenų bazė yra kurso „Jaunasis mokslininkas. Mokytojų vadovas“ sekcija. Čia mokytojai gali rasti interaktyvius H5P formatu pristatymus ir juos perkelti į savo H5P veiklas.

- Dokumentavimo įrankis (sudaryta su Moodle duomenų bazės įrankis). Kiekvienas įrašas surenka vieno mokinio arba mokinių grupės tyrimo veiklos duomenis. Įrašas yra konstruotas kaip anketa. Tai palengvina mokiniams pildyti įrašą tuo pačiu metu kai dirba ir atlieka eksperimentus, aptaria rezultatus bei daro kitas užduotis. Įrašė rašoma tyrimo tema, mokinių vardai, eksperimentų planavimas, aprašai, rezultatai ir kt. 7 priede pateikiami mokinių šiuo įrankiu atliktų užduočių pavyzdžiai.
- H5P metodikos aiškinimas. Sistemoje yra sukurtos 3 H5P interaktyvios veiklos, kurios pristato mokslininko metodą. Tai mokymosi priemonė, kuri yra šabloninio kurso pradžioje ir dėl to atsiranda kiekvienoje sukurtoje tyrimais grįsto mokymosi veikloje. Jų tikslas yra padėti mokiniams suprasti arba prisiminti kiekvieno metodo žingsnį. Kadangi jos pristato tą pačią informaciją, mokytojas gali ištrinti vieną ir/arba visas. Tai 3 veiklos: H5P interaktyvus vaizdo įrašas, H5P „Flash cards“ ir H5P akordeonas.
- H5P interaktyvus pristatymas. Tyrimais grįsto mokymosi veiklos šablone naudojamas šis įrankis temos pristatymui. Įrankis leidžia įtraukti į pristatymą interaktyvias priemones, pvz., apklausas, testus, vaizdo įrašus ir kt.
- H5P „Iframe embedder“ naudojama virtualiųjų laboratorijų įtraukimui. Šis H5P įrankis yra tyrimais grįsto mokymosi veiklos šablono dalis. Mokytojas tik turi įkelti ten savo pageidaujamos laboratorijos H5P failą.
- H5P dokumentavimo įrankis šablone tinka ataskaitos kūrimui. Įrankis nurodo mokiniams visus reikalingus žingsnius, kad gebėtų tvarkingai rašyti savo mokymosi veiklos ataskaitą, ją pateikti mokytojui arba eksportuoti į tekstinį failą, pvz., *MS Word* formatu. 8 priede pateikiami mokinių atliktų ataskaitų pavyzdžiai.
- Naudojama Moodle atsiliepimo veikla, kad mokiniai galėtų pateikti savo tyrimo veiklos probleminį klausimą (tyrimo pradžioje) ir savo išvadas (tyrimo pabaigoje).

3.1 lentelėje matoma, kaip tyrimais grįsto mokymosi veikloje naudojami šie įrankiai.

3.1 lentelė. Standartiniai tyrimais grįsto mokymosi veiklos komponentai

Šabloninis kursas „Mokinys – mokslininkas per 6 žingsnius“		
Sekcija	Veikla	Įrankis
Metodika	Mokslinio metodo daina	H5P interaktyvus vaizdo įrašas
	Kaip mes atliekame tyrimą	H5P „Flash cards“
	Susipažinkime su mokslinio metodo žingsniais	H5P Akordeonas
Stebėjimas ir probleminis klausimas	Temos pristatymas	H5P interaktyvus pristatymas
	Probleminis klausimas	Moodle atsiliepimo veikla
Dokumentavimas	Dokumentavimas	Moodle duomenų bazė
Laboratorija	Laboratorija	H5P „Iframe embedder“
Išvados ir ataskaitos	Išvados	Moodle atsiliepimo veikla
	Ataskaita	H5P dokumentavimo įrankis

3.2. Pagalbinės duomenų bazės realizacija

Duomenų bazė yra suprojektuota ir realizuota su Microsoft SQL Server Manager. Naudotojo sąsaja sukurta su Microsoft Access. Duomenų bazė yra pagalbinė priemonė sistemos administratoriui. Duomenų bazėje yra mokyklos mokytojai, virtualiųjų laboratorijų aibė, dalykai ir veiklos. Įrankis

naudingas projekto realizavimui, nes leidžia tvarkingai surinkti informaciją apie virtualiąsias laboratorijas. Ta informacija vėliau eksportuota į Moodle sistemą per CSV failą.

Duomenų bazė gali būti naudinga, jei virtualių laboratorijų naudojimas didėja. 3.2 paveiksle pateikiamas pavyzdys, kuris rodo informaciją apie konkretų laboratorijų panaudojimą: kas naudoja, arba yra naudojęs virtualiąją laboratoriją ir per kokią veiklą naudoja. Surinkta visa informacija ateityje gali palengvinti laboratorijų atranką. Taip pat, gali padėti pasirinkti tai, kas geriausiai tinka pagal klasę, dalyką ir patirtį.



The screenshot shows a Moodle course page with a navigation menu at the top. The active page is 'Laboratorijų panaudojimas'. Below the title, there is a table with three columns: 'Laboratorija', 'Mokytojo vardas ir pavardė', and 'Veikla'. The table contains four rows of data.

Laboratorija	Mokytojo vardas ir pavardė		Veikla
Balionas ir elektrostatika	Giedrius	Petrakis	Kas yra elektrostatika? 5e Jaunasis mokslinink
Energijos būsenos čiožimo parke	Fernando	Antunez	Čiuožimas ir judėjimas. 6c Jaunasis mokslinink
Pusiausvyra ir momentinė jėga	Laimutė	Leonavičienė	
Švytuoklė	Fernando	Antunez	Patyrinėkime švytuoklę. 6c Jaunasis mokslinink

3.2 pav. Duomenų bazės veiksmo pavyzdys

3.3. Išvados

1. Sukurta virtuali mokymosi aplinka su dviem pagrindinėmis dalimis (pirmoji yra skirta mokytojų įgalinimui, antroji – mokinių mokymosi veikloms), atsirado galimybės mokytojams sukurti tyrimais grįsto mokymosi aplinkas su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis. Jie gali lengvai tai padaryti naudojant sukurtas instrukcijas ir mokymosi medžiagą bei įkeltus H5P resursais. Mokytojai gali administruoti savo kursus ir mokymosi veiklas, užregistruoti mokinius, valdyti mokymosi procesui.
2. Sistemoje sukurtos duomenų bazės efektyviai leidžia išsaugoti H5P išteklius, kad mokytojai lengvai ir paprastai galėtų jais naudotis savo veiklose. Tie ištekliai yra virtualių laboratorijų įterpimo informacija (H5P formatu failai) ir interaktyvūs H5P pristatymai.
3. Sukurta pagalbinė duomenų bazė efektyviai leidžia sistemos administratoriui organizuoti sistemos veiklas, surinkti informaciją apie dalyvius ir virtualiąsias laboratorijas.

4. Sistemos išbandymas ir panaudojimo efektyvumo tyrimas

4.1. Mokinių dalyvavimas bandyme. Bandymo aprašymas

Sistemą išbandė šeštos klasės mokiniai. Bandymas vyko 2018 – 2019 mokslo metų antrą pusmetį Kauno Simono Daukanto progimnazijoje per integruoto projekto „4x4“ veiklą „Mokinys – mokslininkas“. Šis projektas skirtas „stiprinti mokinių asmenybės tobulėjimo bei atviros bendruomenės kūrimo procesus“ (ištrauka iš programos pristatymo).

Veikla „Mokinys – mokslininkas“ skirta skatinti mokinius domėtis gamtos bei inžineriniais mokslais.

Bandymas vyko nuo 2019 m. vasario 25 dienos. Pastebėjimai buvo fiksuojami ir dokumentuojami. Balandžio 18 dieną mokiniai atsakė į klausimyną. Stebėjimas vyks iki bandymo pabaigos, tai yra iki gegužės 15 dienos.

Bandymo etapai pagal mokinių veiklas:

- supažindinimas su moksliniu metodu;
- susipažinimas su virtualiąja mokymosi aplinka;
- tyrimais grįsta mokymosi veikla (naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas) ir veiklos dokumentavimas;
- tyrimų rezultatų pristatymas.

Klasės charakteristika.

Sistemą išbandė Kauno Simono Daukanto 6c klasės mokiniai. Klasėje yra 27 mokiniai, iš jų 13 mergaičių ir 14 berniukų. Peržvelgus minėtos klasės mokinių mokymosi rezultatus pastebėta, kad mokinių gamtamokslių dalykų ir informatikos pažymių vidurkis yra aukštas. Visi klasės mokiniai per informacinių technologijų bei robotikos pamokas dirba laisvai su Office 365 mokymosi aplinka ir naudoja programinę įrangą „Class Notebook“. Dėl to, buvo tikimasi, jog jie lengvai išmoks naudotis naujomis IKT priemonėmis, tarp jų su Moodle sistema sukurta virtualiąja mokymosi aplinka bei virtualiosiomis laboratorijomis.

Veiklos etapai, jų tikslai, įgyvendinimas ir stebėjimas.

Pirmas veiklos etapas yra supažindinti mokinius su tyrimais grįstu mokymusi. Tam tikslui naudojamas mokslinio metodo pritaikymas. Šiame projekte mokslinis metodas modeliuojamas 6 žingsniais:

- stebėjimas;
- probleminis klausimas;
- hipotezės;
- eksperimentavimas;
- duomenų analizė;
- išvados.

Per 2 savaites mokiniai susipažino su metodika. Tam buvo naudojamos įvairios priemonės, tarp jų interaktyvios priemonės, kurios yra integruotos tiriamoje sistemoje (H5P interaktyvus vaizdo įrašas, H5P „Flash cards“ ir H5P „Accordion“).

Dirbdami grupėmis mokiniai pasirinko po 4 gamtos, fizikos arba chemijos reiškinius ir juos stebėjo. Jie bandė kelti klausimus, kurie būtų tyrimo proceso išeities tašku. Po to, bandė kurti paaiškinimus,

spėlioti galimus atsakymus į tuos klausimus ir iškelti savo hipotezes. Taip pat, mėgino patys savarankiškai aprašyti eksperimentus, kurie patvirtintų arba atmestų jų iškeltas hipotezes.

Pirmo etapo rezultatas:

Buvo pastebėta, kad mokiniai, naudodami sistemos priemones, geba teoriškai atskirti metodikos etapus, tačiau ypač sunkiai iškelia probleminius klausimus. Galima teigti, kad mokiniams nesuteikiama galimybė patiems sugalvoti esminius klausimus, susijusius su jų mokymusi. Šiuo atžvilgiu tyrimais grįstas mokymasis padeda mokiniams iškelti esminius ir probleminius klausimus, pozityviai paveikia jų kritinio mąstymo gebėjimų vystymąsi.

Antro veiklos etapo tikslas buvo supažindinti mokinius su sistemos mokymosi virtualiąja aplinka. Etapas vyko dvi savaites. Šiame etape mokiniai, dirbdami Moodle pagrįstoje sistemoje, turėjo sukurti temos pristatymą su H5P interaktyvių pristatymų modulių.

Šiame etape įgyvendinti darbai:

- mokiniai susiskirstė į darbo grupes;
- sukurtos sistemoje kiekvienam mokiniui asmeninės paskyros;
- sistemoje sukurtas Moodle bandymo kursas, skirtas mokinių pristatymų kūrimui naudojant H5P;
- sudarytas sąrašas iš galimų PHET (University of Colorado Boulder) siūlomų HTML5 formatu virtualiųjų laboratorijų, kurios tiktų klasės mokiniams;
- mokiniai pasirinko temas;
- laboratorijų turinys išverstas į lietuvių kalbą (žr. 4.1 lentelę);
- mokiniai, naudodamiesi H5P, sukūrė temų pristatymus.

4.1 lentelė. Mokinių pasirinktos temos ir laboratorijos, kurios šiame darbe buvo išverstos į lietuvių kalbą.

Temos pasirinkimas	Originali PHET laboratorija	Vertimas į lietuvių
Bangos	Wave on a string	Stygos vibracijos
Trintis	Energy Skate Park (Basics)	Riedlentinių energijos parkas (pagrindai)
Spalvos	Color Vision	Spalvų matymas
Balistika	Projectile Motion	Šovinio judėjimas
Atomo sudėjimas	Build an Atom	Sukurk atomą
Energijos pokyčiai	Energy Forms and Changes	Energijos formos ir pokyčiai
Gravitacija ir orbitos	Gravity and Orbits	Gravitacijos ir orbitos
Elektrinių grandinių pagrindai	Circuit Construction Kit: DC	Elektrinės grandinės sudarymas
Gravitacijos jėga	Gravity Force Lab	Gravitacijos jėgos laboratorija

Antro etapo rezultatas:

- mokiniai, naudodamiesi savo asmeninėmis paskyromis, lengvai priprato dirbti Moodle aplinkoje;
- mokiniai, naudodami H5P priemones, sukūrė paprastus savo pasirinktos temos pristatymus;
- mokiniai nevisapusiškai išnaudojo H5P priemonių galimybes (pavyzdžiui, mažai naudojo interaktyvumą). Tai suprantama, nes nebuvo duota daugiau laiko, kad mokiniai įvaldytų naują įrankį, kuris iš esmės labai skiriasi iš kitų pateiktųjų rengyklų (pvz., Microsoft PowerPoint);

- su H5P priemonėmis sukurti pristatymai perkelti pagal temą į sistemos tyrimo veiklos modulius, kuriuos mokiniai galės panaudoti trečiame etape. Taip pat, pristatymai yra įkelti į duomenų bazę, kad mokytojai arba kiti mokiniai galėtų juos panaudoti ir ateityje patobulinti.

Trečias etapas yra tyrimais grįsto mokymosi veiklos naudojant integruotas virtualiąsias laboratorijas vykdymas. Tam tikslui mokiniams yra sukurtas sistemos modulis (Moodle kurso pagrindu) su pasirinkta tema ir atitinkama virtualiąja laboratorija. Šitas etapas vyko nuo kovo 25 dienos iki balandžio 18 dienos, t.y. 4 savaites.

Trečio etapo tikslas – sudaryti mokiniams tinkamas sąlygas, kad naudodamiesi šio darbo objekto sistema (virtualiąja mokymosi aplinka su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis) įgyvendintų pilną tyrimais grįsto mokymosi veiklą: nuo pastebėjimo iki išvadų darymo. Trečio etapo pabaigoje atlikta mokinių apklausa. Klausimynas pridedamas (žr. 5 priedą).

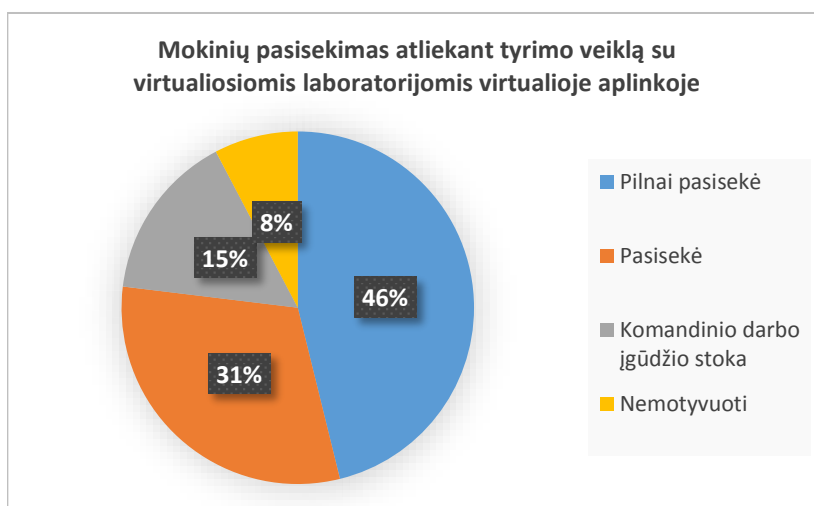
Naudojant sistemos įrankius mokiniai turėjo atlikti 4.2 lentelėje nurodytas užduotis.

4.2 lentelė: Tyrimais grįsto mokymosi veiklos užduotys ir naudojami išteklių

	Užduotis	Ištekliai
1.	Prisiminti mokslinio metodo žingsnius	H5P interaktyvus „akordeonas“, H5P „Flash Cards“, H5P interaktyvus vaizdų įrašas
2.	Susipažinti su tema	H5P interaktyvus pristatymas
3.	Pateikti probleminį klausimą	Moodle atsiliepinimas
4.	Išdėstyti hipotezės	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
5.	Aprašyti planuojamus eksperimentus	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
6.	Atlikti eksperimentus	H5P integruota virtuali laboratorija
7.	Užrašyti darbo eigos stebėjimus	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
8.	Aprašyti eksperimentų rezultatus	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
9.	Išdėstyti išvadas	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
10.	Pateikti išvadas	Moodle atsiliepinimas
11.	Įvertinti savo veiklą	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
12.	Įvertinti sistemą	Dokumentavimo įrankis (Moodle duomenų bazė)
13.	Pateikti ataskaitą	H5P Dokumentavimo įrankis

Trečio etapo rezultatai

Po 4 savaičių darbo 21 mokinys (iš 27 mokinių) atliko pilną tyrimo veiklą, iš jų 12 pateikė pilną darbų ataskaitą, o 9 dokumentavo visą veiklą sistemoje, bet nespėjo pateikti ataskaitos (13 užduotis, žr. 4.2 lentelę). 6 mokiniams nepavyko pabaigti tyrimo veiklos. Pagal mokytojo stebėjimus jiems nesisekė dėl dviejų priežasčių, kurios nėra susijusios su sistema. 2 mokiniai nebuvo pakankamai motyvuoti (ši integruota veikla nevertinama pažymiais), 4 mokiniai stokoja darbo grupėse įgūdžių. Šitie mokiniai dirbo, bet sunkiai sekasi atlikti užduotis ir sistema jiems nepadėjo.



4.1 pav. Mokinių pasisekimas

Mokiniai, naudodamiesi sistemos dokumentavimo įrankiu, įvertino savo tyrimo veiklą ir sistemą. 4.3 lentelėje pateikiami reikšmingiausi komentarai (neigiamų komentarų nebuvo).

4.3 lentelė. Komandų įsivertinimai ir sistemos vertinimai.

Įsivertinimas	Apie sistema
Supratau, kaip mokslininkai dirba	Sistema praktiškai padėjo aprašyti darbus ir padaryti ataskaitą
Buvo įdomu atlikti tyrimus	Labai patiko sistema
Mano gebėjimas dirbti komandoje tobulėjo	Sistema naudingai padėjo atlikti eksperimentus

Mokinių tyrimo veiklos dokumentavimo pavyzdžiai yra surinkti 7 priede, veiklų ataskaitų pavyzdžiai – 8 priede.

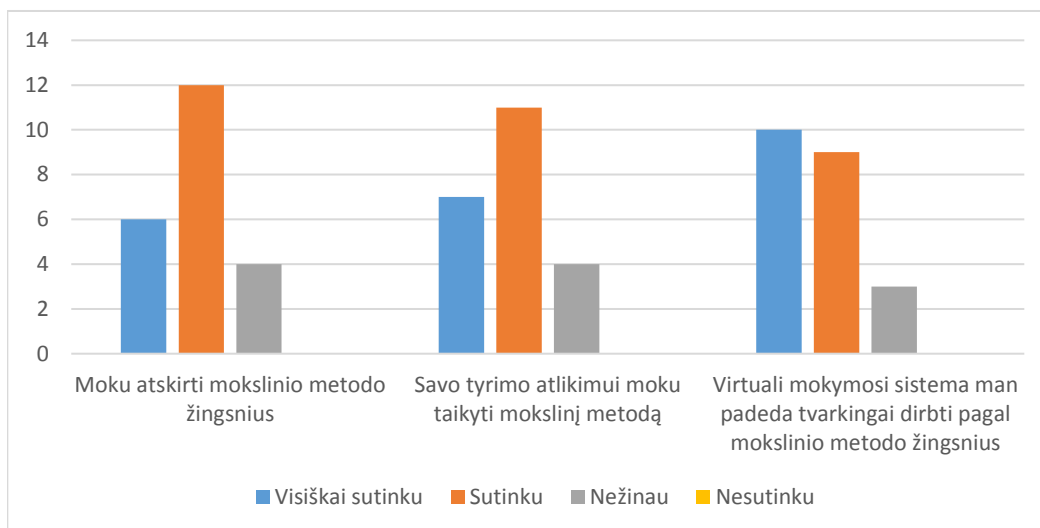
Ketvirtas bandymo etapas yra mokinių tyrimų rezultatų pristatymas. Pati sistema generuoja tik veiklos ataskaitą. Sistema naudinga, kai reikia pristatyti rezultatus, nes atliktas dokumentavimas padeda mokiniams sukurti savo pateiktis. Nustatyta, jog mokiniai, gebantys panaudoti proceso metu dokumentavimo įrankį, greitai ir efektyviai susiranda reikalingą informaciją. Taip pat, prirėikus virtualioje laboratorijoje bus galima atkartoti eksperimentus, juos įrašyti arba padaryti ekrano nuotraukas.

Mokinių apklausos duomenų analizė.

Apklausoje (žr. 5 priedas) dalyvavo 22 iš 27 mokinių. Buvo siekiama išsiaiškinti:

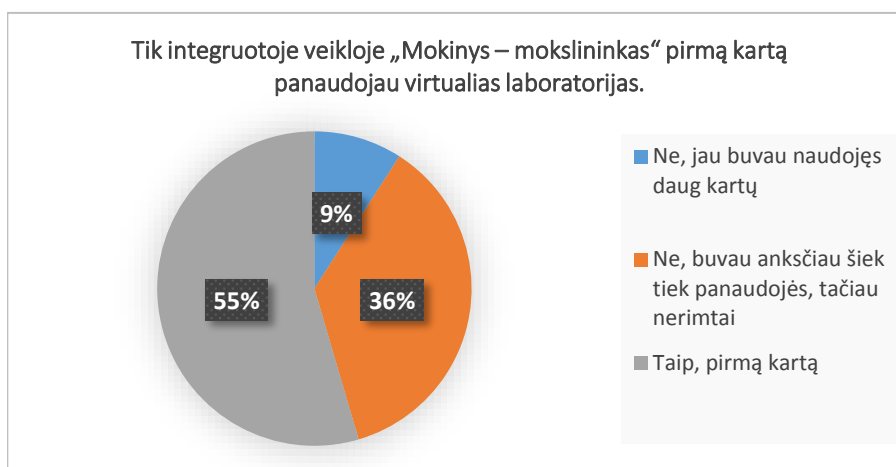
- Ar tiriama sistema efektyviai padeda mokiniams tvarkingai atlikti tyrimais grįsto mokymosi veiklą?
- Ar virtualiųjų laboratorijų naudojimas teigiamai veikia mokymosi procesą?
- Ar tiriamos sistemos dokumentavimo įrankiai yra efektyvūs ir pateisina virtualiųjų laboratorijų integravimą virtualioje mokymosi aplinkoje?
- Ar pasiteisina tiriamos sistemos taikymas integruotose projekto „Mokinys – mokslininkas“ veiklose?

4.2 paveiksle pateikiami mokinių atsakymai apie sistemą ir metodiką. Galima teigti, kad sistema padeda mokiniams efektyviai atlikti mokymosi veiklą pagal mokslinio metodo žingsnius.



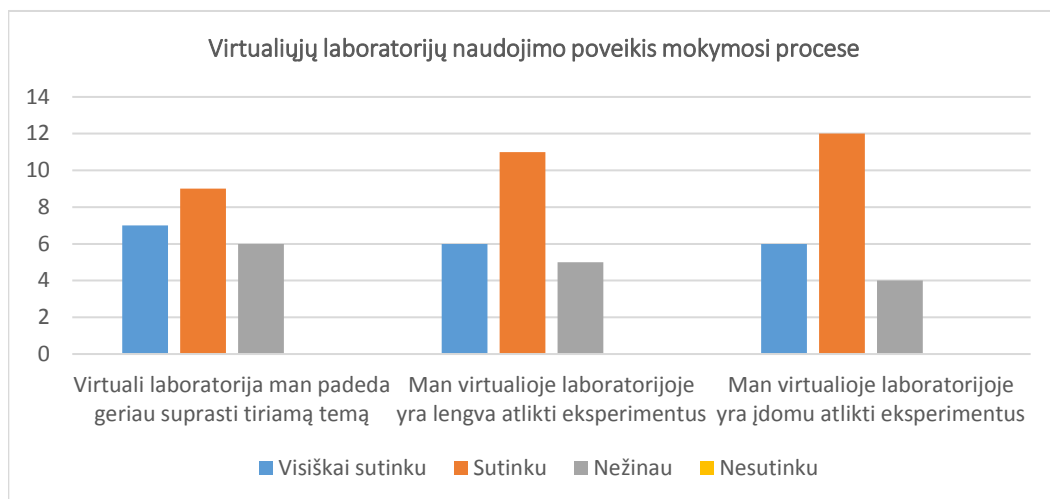
4.2 pav. Sistemos efektyvumas metodikos taikymui.

Analizuojant virtualiųjų laboratorijų naudojimo poveikį, visų pirma reikia išsiaiškinti, ar mokiniai jas naudojo pirmą kartą. Į klausimą „Tik integruotoje veikloje „Mokinys – mokslininkas“ pirmą kartą panaudojau virtualias laboratorijas“ dauguma mokinių atsakė, kad taip, tai pirmą kartą, arba, kad buvo šiek tiek nerimtai panaudoję. Tik du mokiniai teigia, kad anksčiau esą rimtai dirbę su tokiomis laboratorijomis. 4.3 paveiksle pateikiami atsakymai. Galima teigti, kad per šią veiklą 91% mokinių pirmą kartą rimtai naudojo virtualiąsias laboratorijas, kaip priemonę mokymosi procese.



4.3 pav. Mokinių VMA išankstinė naudojimo patirtis

Mokiniai naudojo virtualiąsias laboratorijas ir 4 savaites eksperimentavo. Mokinių pasirinktos temos labiausiai buvo susijusios su fizikiniais reiškiniams. Naudodami virtualiąsias laboratorijas mokiniai galėjo patogiai keisti eksperimento sąlygas, tyrinėti kintamųjų reikšmių pokyčių poveikį, kartoti eksperimentus tiek kartų, kiek jiems reikėjo, dirbti savarankiškai. 4.4 paveiksle diagrama rodo mokinių nuomonę apie virtualiųjų laboratorijų naudojimo poveikį mokymosi procese.



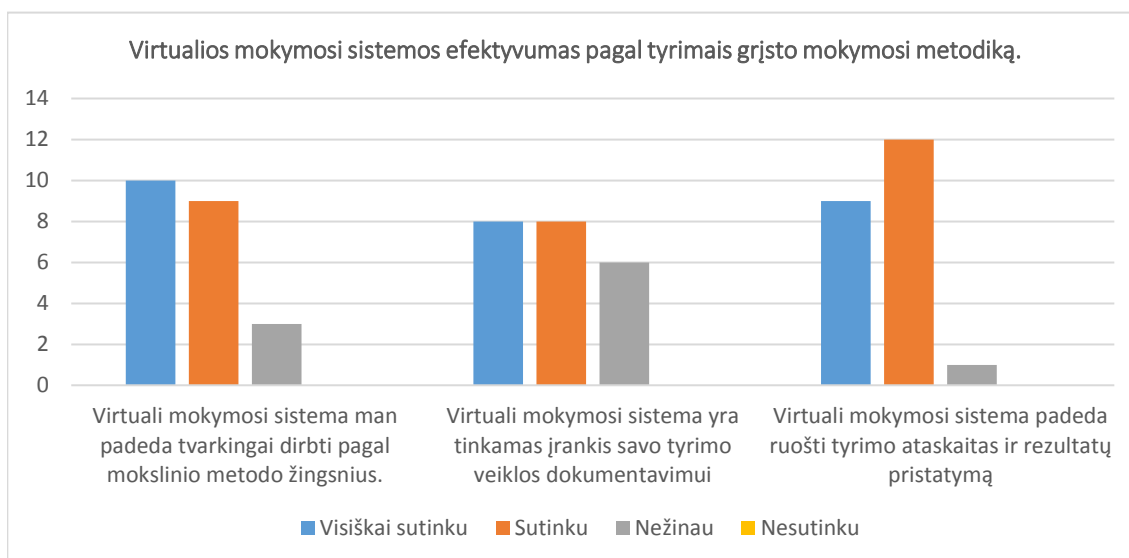
4.4 pav. Virtualiųjų laboratorijų taikymo poveikis.

Kaip matyti, 73% mokinių sutinka, arba visiškai sutinka su teiginiu, kad virtualiųjų laboratorijų panaudojimas padeda suprasti tiriamą temą. Kiti 27% nežino, ar virtualiųjų laboratorijų panaudojimas jiems padėjo geriau suprasti temą (gal neįtę poveikio arba nepakako patirties, kad turėtų aiškesnę nuomonę).

Taip pat dauguma sutiko, arba visiškai sutiko su teiginiu, kad virtualioje laboratorijoje yra lengva atlikti eksperimentus (77%) ir, su tuo, kad yra įdomu (82%).

Galima daryti išvadą, kad virtualiosios laboratorijos integruotos virtualioje mokymosi sistemoje yra efektyvi aktyvaus mokymosi priemonė, padedanti mokiniams giliau suprasti temas ir motyvuojanti juos aktyviai atlikti eksperimentus.

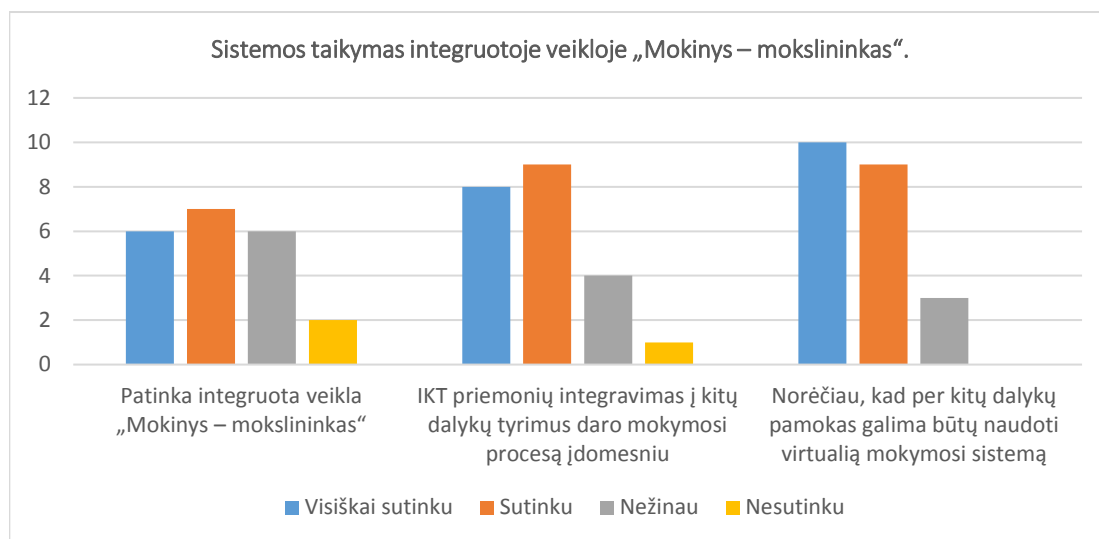
Norint išsiaiškinti, ar sistema turi tinkamus įrankius, kad mokiniai galėtų dokumentuoti savo veiklą ir, ar tie įrankiai yra efektyvūs, buvo suformuluoti keli klausimai. Šis žingsnis yra ypač svarbu, nes tai atsako į klausimą, ar pasiteisina virtualiųjų laboratorijų integravimas virtualioje mokymosi aplinkoje. 4.5 paveiksle pateikiami mokinių atsakymai į klausimą apie sistemos efektyvumą dirbant sistemai pagal metodiką, renkant duomenis, dokumentuojant veiklą ir ruošiant ataskaitas.



4.5 pav. Sistemos efektyvumas taikant tyrimais grįšto mokymosi metodiką.

Kaip anksčiau buvo paminėta, 86% mokinių sutinka, kad sistema padeda dirbti pagal nurodytą metodiką. 72% mokiniai sutinka arba visiškai sutinka, kad naudojant sistemą galima tinkamai dokumentuoti savo tyrimais grįsto mokymosi veiklą. 96% mokinių teigia, kad sistema padeda ruošti ataskaitas ir rezultatų pristatymus. Galima padaryti išvada, kad tiriamoje sistemoje yra efektyvūs įrankiai, kurie padeda mokiniams atlikti aktyvaus mokymosi veiklas pagal mokslinį metodą nuo pirmų to metodo žingsnių iki rezultatų pristatymo bei ataskaitų pateikimo.

Paskutinis tiriamas aspektas buvo išsiaiškinti, ar pasiteisina sistemos taikymas integruoto projekto „4x4“ veikloje „Mokinys – mokslininkas“. 4.6 paveiksle pateikiami mokinių atsakymai.



4.6 pav. Sistemos taikymas integruotoje veikloje.

Iš visų apklaustų mokinių 62% sako, kad patinka integruota veikla „Mokinys – mokslininkas“, o 10% teigia, jog jos nemėgsta, 28% neturi nuomonės. Žinant tai, kad ši veikla yra privaloma (nepasirenkama), ir vyksta tarp pamokų, galima teigti, kad pasitenkinimo rezultatas yra aukštas. Šiame kontekste 77% mokinių sutinka arba visiškai sutinka, kad IKT priemonių integravimas daro mokymosi procesą įdomesniu, net 86% mokinių norėtų, kad per kitas pamokas būtų galima naudoti virtualiąją mokymosi sistemą. Galima daryti išvadą, kad tiriamos sistemos taikymas šiai integruotai veiklai visapusiškai pasiteisino.

Apklausoje mokinių buvo prašoma palikti komentarus apie tiriamą sistemą. 4.4 lentelėje pateikti pagrindiniai atsakymai.

4.4 lentelė. Mokinių komentarai apie sistemą

Vertina sistemą kaip sunkią, sudėtingą	
1	Su šia sistema kartais būna sunku dirbti.
2	Nelabai tiksli, bet padedanti sistema, kuri padeda suprasti tavo tiriamą eksperimentą
Vertina sistemą kaip gerą sistemą	
3	Labai gera mokymosi programa vaikams

4	Labai gera sistema
	Vertina sistemą kaip naudingą mokymosi procesui
5	tai yra labai gera mokymosi sistema
6	Sistema padedanti suprasti ir atlikti pamokos uždavinį
7	Padedą suprasti.
8	Gerai, nes su virtualia mokymosi programa greičiau vyksta darbas, lengviau suprasti.
	Vertina sistemą kaip motyvuojančią priemonę, kuri daro mokymosi procesą įdomesniu
9	Virtualioje sistemoje mokytis yra įdomu
10	Man patinka su ja mokytis
11	Tai įdomus būdas mokytis
12	Buvo labai smagu su ja dirbti.
13	Smagi programa
14	Labai patiko
	Vertina sistemos elementų integravimą
15	Labai patogi, integruota programa.
16	Man patinka 4x4 integruota veikla naudojant technologijas.

Iš komentarų galima daryti išvadą, kad IKT taikymas mokymosi procese padidina šiuolaikinio mokinio motyvaciją ir daro mokymosi procesą įdomesniu. Taip pat, verta paminėti, kad apklausti mokiniai gebėjo išvardyti net po kelis tiriamos sistemos aspektus (galimą sunkumą, integravimą, padedančią suprasti priemonę, darbą greitinančią priemonę).

4.2. Mokytojų dalyvavimas sistemos bandyme

Sistemą buvo pasiūlyta išbandyti 5 dalykų (fizikos, biologijos, geografijos, anglų kalbos ir IKT) mokytojams. Jie nuotoliniu būdu turėjo atlikti dvi užduotis. Pirmą užduotį – susipažinti su sistema, antrą užduotį – išbandyti sistemą, t.y. praktiškai sukurti tyrimais grįsto mokymosi veiklą. Bandyme dalyvavę mokytojai atsakė į paprastą apklausą (žr. 6 priedas).

Bandymui mokytojams buvo sukurtas šabloninis kursas su instrukcijomis. Pirmame etape jie galėjo išbandyti virtualiąją mokymosi aplinką, susipažinti su sistemos galimybėmis bei išmėginti pagrindines tyrimo veiklos modulio priemones.

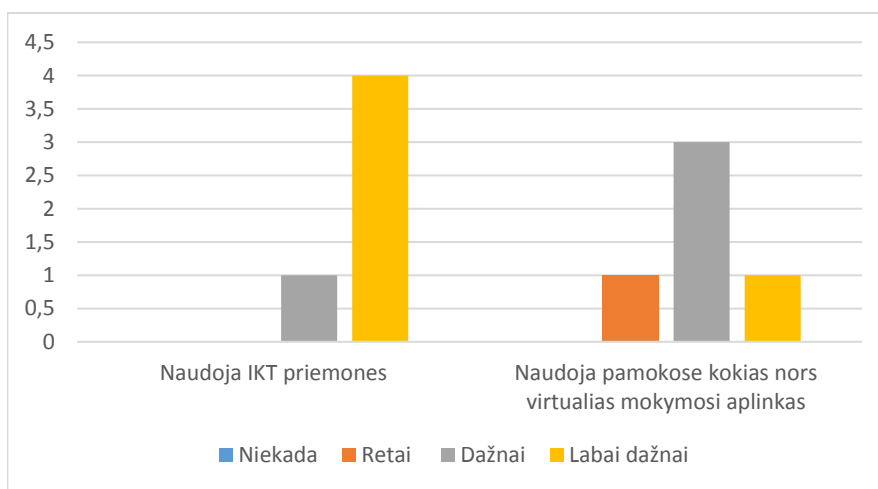
Antras etapas buvo skirtas praktinei veiklai, kurios tikslas – transformuoti šabloninį bandymo kursą (tyrimais grįsto mokymosi veiklą) į konkrečią veiklą. Mokytojai turėjo atlikti šias užduotis:

- keisti kurso pavadinimą;
- registruoti mokinius;
- keisti šablono temos pristatymo pateiktį, t.y. įkelti naujos pateikties H5P failą į kurso pristatymo sekciją;
- keisti šablono virtualiąją laboratoriją nauja laboratorija (čia reikėjo pakeisti senos laboratorijos H5P failą nauju failu);
- peržiūrėti sistemą.

Dėl laiko stokos buvo neįmanoma surengti bendro užsiėmimo – pamokos su mokiniais. Rekomenduojama ateityje atlikti naujus bandymus, kuriuose mokytojai galėtų išbandyti sistemą savo pamokose kartu su mokiniais. Tokie bandymai padėtų išaiškinti sistemos gerąsias savybes bei tobulintinus aspektus.

Bandymo rezultatai:

Visi mokytojai teigia, kad dažnai arba labai dažnai savo pamokose naudojami IKT priemonėmis (žr. 4.7 pav.). Mažiau, tačiau gana dažnai, savo pamokose naudoja virtualiąsias aplinkas (pvz., Eduka, Ema, Google Class, ir kt.).



4.7 pav. Mokytojų IKT naudojimas

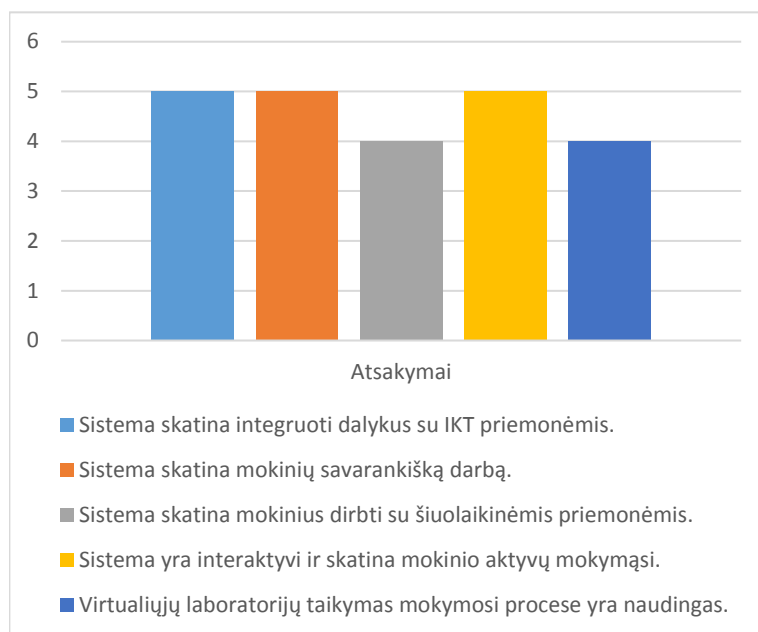
Mokytojų nuomonė apie sistemą ir jų bandymų rezultatai:

Mokytojų pateikti atsakymai į tris klausimus atskleidžia vartotojo palankų požiūrį į sistemos naudojimą:

- visiems mokytojams sistema pasirodė nesudėtinga;
- mokytojams pavyko įregistruoti mokinius į kursą;
- 3 iš 5 mokytojai gebėjo perkelti naują virtualiąją laboratoriją į savo veiklą.

Tobulintinas sistemos aspektas yra tas, kad ne visi mokytojai gebėjo įkelti virtualiąją laboratoriją. Tai rodo, jog reikėtų tikslesnių instrukcijų arba rengti mokymus, kuriuose visi mokytojai galėtų savarankiškai kurti savo veiklą.

Kitas tiriamas sistemos aspektas yra jos taikymo efektyvumas. 4.8 paveiksle pateikiami mokytojų atsakymai į susijusius klausimus.



4.8 pav. Sistemos taikymo efektyvumas

Sistemą išbandę mokytojai teigia, kad ją sėkmingai galima taikyti mokomųjų dalykų, savarankiško darbo integravimui, mokinio skatinimui. Dauguma mokytojai sutaria, kad virtualiųjų laboratorijų panaudojimas mokymosi procese yra naudingas.

4 mokytojai pageidavo daugiau sužinoti apie tokias sistemas ir jas panaudoti savo pamokose. Visi vieningai teigė, jog tokia sistema bus naudinga įvairiuose projektuose.

Mokytojai paminėjo sistemoje pastebėtus plusus ir minusus. Jie pateikiami 4.5 lentelėje.

4.5 lentelė. Mokytojų atsiliepimai apie sistemą

Stiprios sistemos pusės	Tobulintinos pusės
Galima pateikti mokymosi medžiagą naudojant įvairius išteklius.	Tobulinti naršymo sistemą.
Leidžia naudoti įvairias interaktyvias priemones, motyvuojančias mokinius.	Pradedant dirbti su šia programa reikėtų gal asmeninių konsultacijų,
Mokiniai gali dirbti ir pasirinktu laiku.	Manau, kad nereikėtų metodikos pristatymui net 3 skirtingų būdų, nes 2 ir 3 labai jau panašūs: kortelės atvertimui ir akordeonui reikia atlikti tą patį veiksmą,
Mokytojui patogiu sekti mokinių įvykdytas veiklas.	
Naudojant šią sistemą pamokos tampa šiuolaikiškos interaktyvios.	
Įdomu dirbti mokiniui.	
Sistemos panaudojimas skatina mokinių savarankiškumą, kūrybiškumą, ugdo kritinį mąstymą, didina mokymosi motyvaciją.	
Ji labai naudinga problemų sprendimu ir tyrinėjimu grindžiamam ugdymui, projektiniam darbui.	

Skatina mokytojus integruoti dalykus su IKT šiuolaikiškomis priemonėmis.	
Mokytojams nesunku naudotis sistema, nes aiškus ir konkretus, tikslus naudotojo vadovas.	
Modulis aiškiai atliepia tyrinėjimu grindžiamo ugdymo tikslus: temos pristatymas, šeši mokslininko žingsniai, laboratorija, dokumentavimo įrankis ir ataskaitos bei galimybė jas eksportuoti bei panaudoti kitose sistemose.	

Apibendrinant mokytojų atlikto sistemos bandymo bei apklausos rezultatus, galima teigti, kad šios sistemos taikymas mokymosi procese bus naudingas ir efektyvus. Mokytojai išskyrė šios sistemos taikymo privalumus:

- palengvina tyrimais grįsto mokymosi metodikos taikymą;
- skatina dalykų integraciją;
- skatina mokinių motyvaciją ir aktyvų mokymąsi;
- skatina mokinių savarankiškumą;
- skatina mokytojus integruoti dalykus su IKT šiuolaikiškomis priemonėmis.

4.3. Tyrimo išvados

1. Sistema padeda mokiniams efektyviai atlikti tyrimais grįsto mokymosi veiklą.
2. Virtualioje mokymosi sistemoje integruotų virtualiųjų laboratorijų panaudojimas yra efektyvi aktyvaus mokymosi priemonė, padedanti mokiniams giliau suprasti temas ir motyvuojanti juos aktyviai atlikti eksperimentus.
3. Sistema turi efektyvius įrankius, kurie padeda mokiniams atlikti aktyvaus mokymosi veiklas pagal mokslinį metodą nuo pirmų to metodo žingsnių iki rezultatų pristatymo bei ataskaitų pateikimo.
4. Tiriamos sistemos taikymas „Mokinys – mokslininkas“ integruotai veiklai visapusiškai pasiteisino.
5. Sistema įgalina mokytojus sukurti mokymosi veiklas naudojant VMA integruotas virtualiąsias laboratorijas.

Išvados

1. Internete galima rasti įvairių virtualiųjų laboratorijų saugyklų. Šias virtualiąsias laboratorijas būtų galima naudoti mokykloje tyrimais grįstam mokymuisi, tačiau vartojimą apsunkina tai, kad jos nėra pritaikytos prie mokymosi aplinkos bei metodikos.
2. Dėl įvairių priežasčių mokytojams dažnai trūksta pasirengimo naudotis inovatyviomis informacinių technologijų galimybėmis, tarp jų ir virtualiosiomis laboratorijomis. Mokytojų mokymai apie virtualiųjų laboratorijų priemonių naudojimą dažnai yra skirti IKT specialistams. Jie retai būna pritaikyti mokytojams.
3. Gamtos mokslų mokytojų įgalinimas naudoti virtualiąsias laboratorijas apima kelis aspektus:
 - gebėjimas naudotis šiuolaikinėmis IKT priemonėmis;
 - gebėjimas taikyti tinkamą metodiką savo dalyko pamokose arba integruotuose projektuose. Šiame darbe pateikiamas tyrimais grįsto mokymosi metodas, kaip tinkamiausias;
 - galimybė naudoti virtualią mokymosi aplinką su integruotomis reikalingomis priemonėmis, kad mokytojai galėtų organizuoti mokymosi veiklas ir į jas įtraukti savo mokinius;
 - mokytojų prieiga prie įrankių, kurie palengvintų virtualiųjų laboratorijų įterpimą virtualioje mokymosi aplinkoje ir jų naudojimą;
 - mokytojų įgalinimui reikalingų įrankių buvimas mokymosi aplinkoje: sistemos instrukcijos, mokymosi medžiaga, praktikos galimybės, metodikos pristatymas ir tyrimais grįsto mokymosi veiklos kūrimo vadovas.
4. Standartinė Moodle sistema su H5P papildiniu turi visus reikalingus įrankius, kad būtų galima kurti tyrimais grįsto mokymosi veiklas integruojant virtualiąsias laboratorijas. Integruojamos virtualiosios laboratorijos su HTML5 formatu gali būti paimtos iš įvairių internetinių šaltinių. Jų įvairovė yra didelė ir galima nemokamai naudoti.
5. Kauno Simono Daukanto progimnazijoje įdiegta ir išbandyta šio projekto sistema - Moodle virtuali mokymosi aplinka naudojant H5P papildinį tyrimais grįsto mokymosi priemonių kūrimui ir virtualiųjų laboratorijų integravimui. Ši sistema įgalina mokytojus kurti mokymosi veiklas naudojant VMA integruotas virtualiąsias laboratorijas. Virtualiųjų laboratorijų naudojimas yra efektyvi aktyvaus mokymosi priemonė, padedanti mokiniams giliau suprasti temas ir motyvuojanti juos atlikti eksperimentus. Sistema turi tinkamus įrankius, kurie padeda mokiniams atlikti aktyvaus mokymosi veiklas pagal mokslinį metodą nuo pirmų to metodo žingsnių iki rezultatų pristatymo bei ataskaitų pateikimo. Apibendrinant galima teigti, kad sistemos praktiškas naudojimas palengvina tyrimais grįsto mokymosi metodikos taikymą, skatina mokytojus integruoti dalykus su IKT šiuolaikiškėmis priemonėmis, gerina mokinių motyvaciją, savarankiškumą bei aktyvų mokymąsi.

Literatūros sąrašas

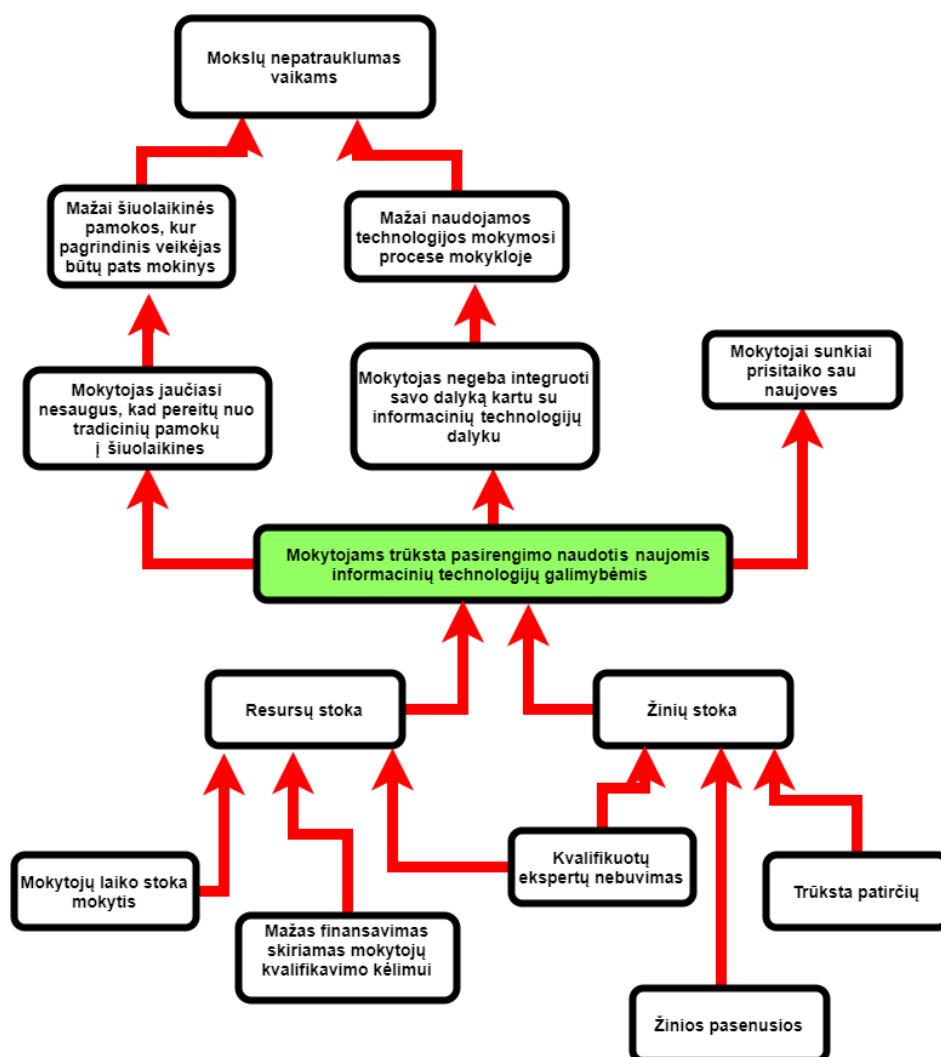
1. ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. Pranešimas spaudai, [interaktyvus] 2016 04 26. [peržiūrėta 2017 10 14] Prieiga per www.smm.lt,
2. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Board on Science Education, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press. ISBN 0-309-66069-6 (pdf) [interaktyvus], 2007, [peržiūrėta 2018 06 14] Prieiga per <https://www.nap.edu/read/11625/chapter/4#34> .
3. ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, *Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. OECD, Paris [interaktyvus], 2004, [žiūrėta 2018-05-14],
prieiga per <http://www.oecd.org/education/school/programmeforinternationalstudentassessmentpisa/34002216.pdf>
4. PEDASTE, M.;MÄEOTS, M.;SIIMAN, L.;DE JONG, T.;VAN RIESEN, S.;KAMP, E.;MANOLI, C.; ZACHARIA, Z.; TSOURLIDAKI, E. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*. [interaktyvus], 2015, Vol. 14, 2 [žiūrėta 2018-05-14], prieiga per <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
5. GUIMARAES, E. G.; CARDOZO, E.; MORAES, D. H.; COELHO, P. R. "Design and implementation issues for modern remote laboratories," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, Vol. 4, pp. 149–161, Apr./Jun. [interaktyvus] 2011. ISSN: 1939-1382 [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: DOI: [10.1109/TLT.2010.22](https://doi.org/10.1109/TLT.2010.22)
6. PYATT, K. SIMS, R. J. Virtual and Physical Experimentation in Inquiry-Based Science Labs: Attitudes, Performance and Access. *Journal of Science Education and Technology*. [interaktyvus] 2012, 21. ISSN 1573-1839. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9291-6>
7. SLOTKIENĖ, Asta. *Elektroninės laboratorijos prototipo sudarymo metodika*: Magistro darbas. [interaktyvus] Kauno Technologijos Universitetas. Kaunas, 2004. 70 p. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:1843210/1843210.pdf>
8. FINKELSTEIN, N. D. , ADAMS W. K. , ir kt. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Physics Education Research*. [interaktyvus] 2005. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: DOI <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103>
9. KENNEPOHL, Dietmar. Using Computer Simulations to Supplement Teaching Laboratories in Chemistry for Distance Delivery. *International Journal of E-Learning and Distance Education*. [interaktyvus] 2001. VOL. 16, No. 2, ISSN: 0830-0445 [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <http://www.ijede.ca/index.php/jde/article/view/178/124>
10. KOUN-TEM, Sun. YUAN-CHENG, Lin. CHIA-JUI, Yu. A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students. *Computers & Education*. [interaktyvus] 2008, 50, 4 [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.01.003>
11. BABATEEN, Huda Mohammad. The role of Virtual Laboratories in Science Education. *2011 5th International Conference on Distance Learning and Education IPCSIT* vol.12 (2011) [interaktyvus] IACSIT Press, Singapore. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <http://airccse.org/journal/nsa/6314nsa06.pdf>

12. YASSER, Ū., ELAWADY, H., TOLBA, A.S. Educational Objectives Of Different Laboratory Types: A Comparative Study. *International Journal of Computer Science and Information Security*, IJCSIS, [interaktyvus] 2009, Vol. 6, Nr. 2, pp. 089-096. ISSN 1947 5500 [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0912/0912.0932.pdf>
13. DE JONG, T. Technological Advances in Inquiry Learning. *Science*, [interaktyvus] 2006. psl. 532-533. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1127750>
14. KLAHR, D., NIGAM, M. The Equivalence of Learning Paths in Early Science Instruction Effects of Direct Instruction and Discovery Learning. *Psychological Science*, [interaktyvus] 2004., Vol. 15, Nr.10 [žiūrėta 2018 04 25] Prieiga per: <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00737.x>
15. MARCIA, C. LINN; DAVIS, E. A.; BELL, P. B.; *Internet Environments for Science Education* Editor Routledge, 2013 ISBN 1135631832
16. CATALDI, Z.; DONNAMARIA, C.; LAGE, F. Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos. *Universidad de Buenos Aires*. [interaktyvus] 2019. [žiūrėta 2019 05 05] Prieiga per: https://labvirtualquimica.weebly.com/uploads/1/4/2/8/14284831/simuladores_y_laboratorios_quimicos_virtuales.pdf
17. DE LA TORRE, Luis. GUINALDO, Maria. HERADIO, Ruben. DORMIDO, Sebastian. The Ball and Beam System: A Case Study of Virtual and Remote Lab Enhancement With Moodle. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. [interaktyvus] 2015, 11, 4. INSPEC Accession Number: 15327485 [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: DOI: [10.1109/TII.2015.2443721](https://doi.org/10.1109/TII.2015.2443721)
18. POP, Diana V. PESTER, Andreas. AUER, Michael E. ZUTIN, Danilo G. Zutin. Kaip naudoti nuotolines laboratorijas?. [interaktyvus kursas] Projektas OLAREX. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: https://weblab.deusto.es/olarex/cd/kaernten/RemLab_LT_new_27.09.2013/index.html
19. GARCIA-ZUBIA, Javier; ANGULO, Ignacio; DZIABENKO, Olga; ORDUÑA, Pablo. OLAREX project: Open Learning Approach with Remote Experiments. *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, [interaktyvus] 2013 IEEE. [žiūrėta 2018 01 15] Prieiga per: DOI: [10.1109/EduCon.20136530143](https://doi.org/10.1109/EduCon.20136530143)
20. SLOTTA, James D. The Web-based Inquiry Science Environment (WISE): Scaffolding knowledge integration in the science classroom. *Internet environments for science education*, Išleido Linn, M. C., Davis, E. A., Bell, P. 203–231. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. [interaktyvus], 2004, [žiūrėta 2018 03 18], Prieiga per: https://tccl.arcc.albany.edu/knilt/images/3/36/Slotta_WISE.pdf
21. RUANO RUANO, Ildefonso; GARCIA GAMEZ, Javier; GOMEZ ORTEGA, Juan. Building SCORM embedded WebLabs with LMS interaction. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings*. [interaktyvus], 2014, [žiūrėta 2018 12 07] Prieiga per: DOI: [10.1109/FIE.2014.7043993](https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7043993)

Priedai

1 priedas. Problemų medis

Paveiksle rodomas darbo autoriaus sudarytas problemų naudojant naujas IKT priemones pamokose medis. Tai autoriaus savo darbo aplinkos stebėjimų išvados. Autorius nori pabrėžti tai, kad mokytojas dažnai sutinka sunkumus taikant inovatyvias technologijas prie savo dėstomų dalykų. Kai sunkumai neįveikiami, praleidžiama galimybė integruoti e. mokymosi priemones, pvz. virtualias laboratorijas, kurios padėtų mokiniams mokytis kontekste savarankiškai, integruoti tarpdisciplininius elementus, išplėsti galimybes mokytis virtualioje aplinkoje, padaryti šiuolaikiškesnes pamokas ir kelti mokinių motyvaciją.



1 pav. Problemų medis

Priedai

2 priedas. Virtualiųjų laboratorijų sąrašas

1. <http://go-lab-project.eu/>

EU projektas skirtas mokymui(si) su e. laboratorijomis. Projektas teikia galimybes sukurti laboratorijas ir jas integruoti į tam skirtą mokymosi aplinką: *personalized Inquiry Learning Spaces (ILSs)*. Laboratorijos ir tyrimo aplinkos yra su daug skirtingų Europos šalių kalbomis. Tačiau šio darbo rašymo metu dar nebuvo ne vienos laboratorijos lietuviškai.

2. NSO <http://gamta.vdu.lt/bakalaurai/laboratorija.htm>

Septynios virtualiosios laboratorijos su gamtos ir chemijos tematika. Laboratorijos yra tyrimo darbo rezultatas ir neaišku kiek iš tikrųjų naudojamos.

3. Portalas emokykla.lt siūlo daug mokymosi objektų pagal „Bendrąsias ugdymo programas“. Tarp jų yra virtualios laboratorijos (chemijos, gamtos mokslų, fizikos). Šios laboratorijos yra sukonstruotos su *Flash* technologija. Šiuolaikinės naršyklės atsisako tos technologijos ir tai pasunkina šių išteklių naudojimą. Privalumas yra, kad jos atitinka galiojančias 2008 m. bendrąsias ugdymo programas. Tačiau ugdymo programos, kaip ir technologijos, keičiasi. Šio darbo rašymo metu ruošiamos naujos programos. Yra galimybė, kad šios saugyklos virtualiosios laboratorijos liks pasenusios ir nenaudotinos.

4. Virtuali chemijos laboratorija. Vokiečiu kalba. Cheminės medžiagos, cheminės reakcijos. Sąsaja su Bendrosiomis ugdymo programomis (klasės: 7-8 kl., 9-10 kl., 11-12 kl.) http://lom.emokykla.lt/public/object_view.php?object_id=5873 Virtualioji laboratorija siūlo daug galimybių: galima studijuoti cheminius elementus, žiūrėti vaizdo įrašus, konsultuoti knygas. Mokymosi medžiaga pateikiama interaktyviai. Mokinys gali naršyti per laboratoriją ir naudoti įvairius resursus, tačiau negali atlikti eksperimentus. Ši laboratorija labai naudinga, kad mokiniai išmoktų, kaip atrodo tikra fizinė laboratorija ir ką jie ten suras.

5. VIRTUAL LABS <http://vlab.co.in/>

Didelis Indijos valstybinis projektas. Jame bendradarbiauja keli šalies universitetai. Siūloma daug virtualiųjų laboratorijų, kurios pasiekiamos internete. Tikslas yra , kad ugdymo įstaigos visoje šalyje galėtų jas panaudoti. Dauguma laboratorijų yra skirtos universitetinėms studijoms.

6. <http://labonlaptop.com>

Švietimo programinė įranga skirta Indijos mokykloms, nors taip pat siūlo kelias studentų lygmens laboratorijas. Produktas yra komercinis ir naudoja *Flash* technologiją.

7. <http://www.hhmi.org/biointeractive/explore-virtual-labs>

Nemokamų gamtos mokslų mokymosi išteklių saugykla. Joje galima rasti vaizdo įrašus, pristatymus, pamokas, įvairias interaktyvias priemones. Šioje saugykloje yra kelios biologijos virtualiosios laboratorijos. Jos naudoja *JavaScript* technologija ir kelios laboratorijos jau pateikiamos HTML5 formatu. Šiose laboratorijose mokinys atlieka eksperimentus interaktyvu būdu pagal instrukcijų seką, pats negali suplanuoti eksperimentus. Laboratorijos siūlo galimybes užrašyti eksperimentų stebėjimus ir rezultatus, taip pat atsakyti į klausimynus.

8. <http://virtuallabs.nmsu.edu/index.php>

New Mexico State Universiteto maisto technologijų virtualioji laboratorija. Šioje laboratorijoje studentai mokosi pagrindines laboratorijų naudojimo technikas ir įgūdžius. Jų paskirtis yra ruošti studentus, kad galėtų vėliau naudoti tikras fizines laboratorijas. Programinė įranga naudoja *Flash*, ir tai gali kelti sunkumus šiuolaikinėms naršyklėms.

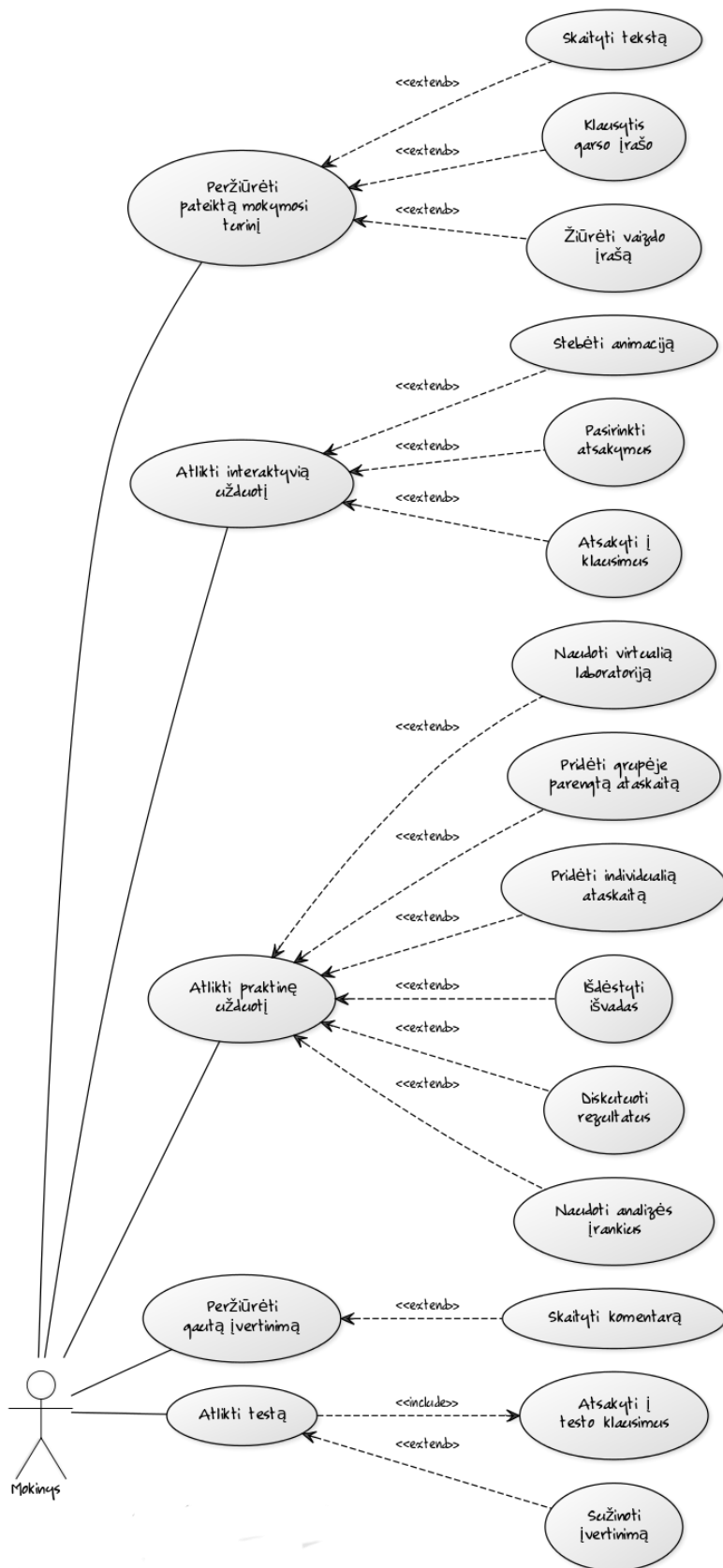
9. <https://sites.google.com/a/stanlycountyschools.org/tommythompson/science/virtual-labs>

Labai įdomus ir praktiškas sąrašas su virtualiomis laboratorijomis iš viso pasaulio: „*This page was designed for students that enjoy virtual science labs. Virtual labs are excellent for getting students excited about science and technology.*“ Šios laboratorijos apima temas, kurios 5-8 klasių mokiniai mokosi per gamtos mokslų pamokas. Kelios laboratorijos yra neatnaujintos.

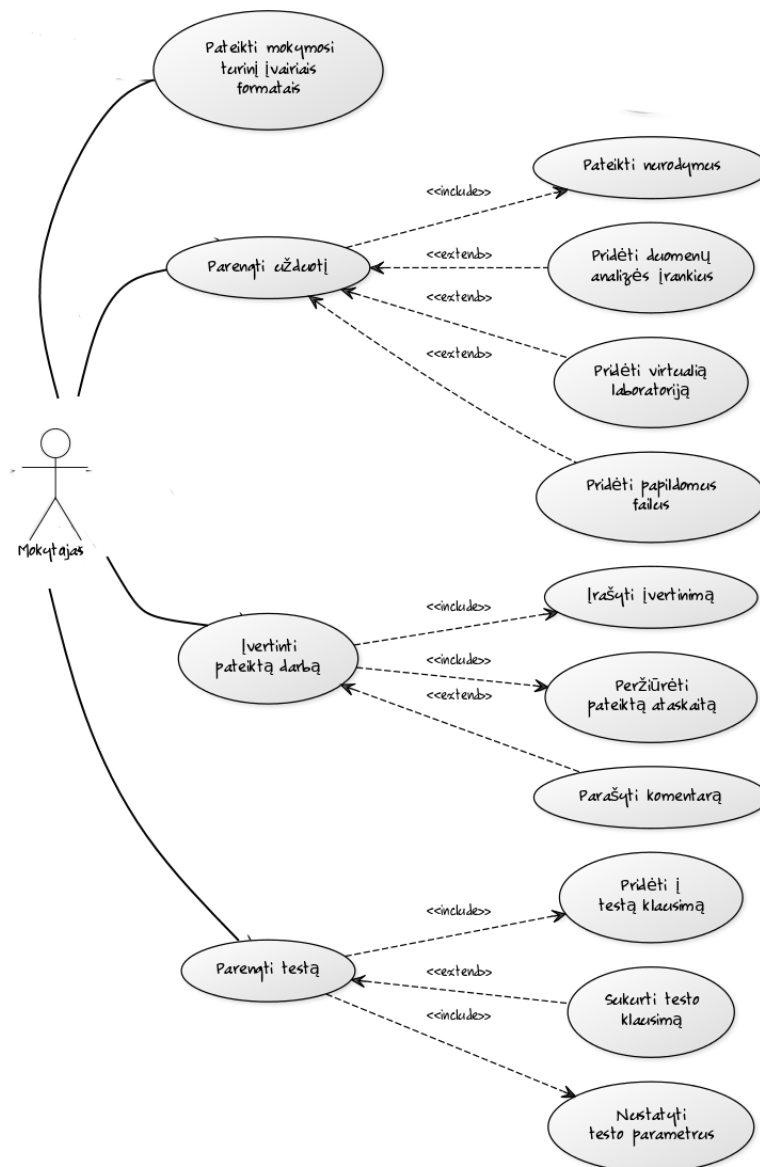
10. Labster <https://www.labster.com/> Komercinės 3D virtualiosios laboratorijos. Jos integruojamos VMA (pvz., Moodle, Blackboard ir kt.). Pagrindinė paskirtis yra universitetinėms studijoms, ypač apima medicinos, biologijos ir chemijos temas.

Priedai

3 priedas. Projektuojamos sistemos PA diagramos: mokymosi veiklos.



2 pav. Dalyvių panaudojimų atvejų diagrama. Mokinys



3 pav. Dalyvių panaudojimų atvejų diagrama. Mokytojas

Priedai

4 priedas. Pagalbinės duomenų bazės konstravimas

Virtualiųjų laboratorijų duomenų bazės administravimo panaudojimo atvejai.

1. Kurti laboratorijos įrašą.
2. Modifikuoti laboratorijos įrašą.
3. Ištrinti laboratorijos įrašą.
4. Ieškoti laboratorijos įrašo.

PA Nr. 1 KURTI LABORATORIJOS ĮRAŠĄ	
Tikslas	Duomenų bazėje kurti naują laboratoriją su visais reikalingais duomenimis.
Dalyviai	Administratorius
Ryšiai su kitais PA	Modifikuoti laboratorijos įrašą. Ištrinti laboratorijos įrašą.
Nefunkciniai reikalavimai	Kūrimo aplinka su grafine sąsaja, kad administratorius greitai susiorientuotų.
Prieš-sąlygos	Prisijungimas prie duomenų bazės. Teisė keisti duomenų bazę.
Sužadinimo sąlyga	Duomenų bazės naudotojo sąsajoje pasirinkti galimybę kurti naują laboratorijos įrašą.
Po-sąlyga	Laboratorijos įrašas gali būti publikuota.
Pagrindinis scenarijus	Administratorius sukuria laboratoriją.
PA Alternatyvūs scenarijai	Administratorius sukuria pusiau ir reikia išsaugoti ir nepublikuoti, kol bus baigtas darbas.

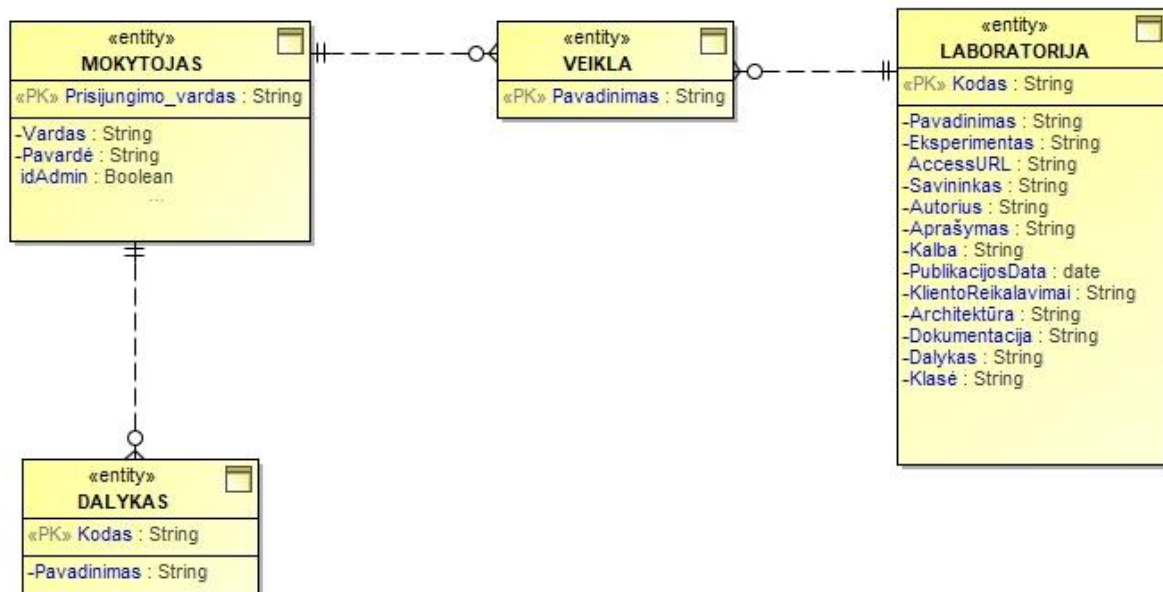
PA Nr. 2 MODIFIKUOTI LABORATORIJOS ĮRAŠĄ	
Tikslas	Duomenų bazėje keisti jau įvestos laboratorijos duomenis.
Dalyviai	Administratorius
Ryšiai su kitais PA	Kurti laboratorijos įrašą. Ištrinti laboratorijos įrašą. Ieškoti laboratorijos įrašo.
Nefunkciniai reikalavimai	Kūrimo aplinka su grafine sąsaja, kad administratorius greitai susiorientuotų.
Prieš-sąlygos	Prisijungimas prie duomenų bazės. Teisė keisti duomenų bazę. Rasti norimą laboratoriją.
Sužadinimo sąlyga	Duomenų bazės naudotojo sąsajoje pasirinkti laboratoriją ir galimybę ją modifikuoti.
Po-sąlyga	Laboratorijos įrašas gali būti publikuotas.
Pagrindinis scenarijus	Administratorius modifikuoja laboratorijos įrašo duomenis.
PA Alternatyvūs scenarijai	Administratorius daro pusiau ir reikia grįžti į ankstesnę būseną.

PA Nr. 3 IŠTRINTI LABORATORIJOS ĮRAŠĄ	
Tikslas	Iš duomenų bazės ištrinti laboratorijos įrašą.
Dalyviai	Administratorius

Ryšiai su kitais PA	Kurti laboratorijos. Modifikuoti laboratoriją. Ieškoti laboratorijos.
Nefunkciniai reikalavimai	Kūrimo aplinka su grafine sąsaja, kad administratorius greitai susiorientuotų.
Prieš-sąlygos	Prisijungimas prie duomenų bazės. Teisė keisti duomenų bazę. Rasti norimos laboratorijos įrašą.
Sužadinimo sąlyga	Duomenų bazės naudotojo sąsajoje pasirinkti laboratoriją ir galimybę ją ištrinti.
Po-sąlyga	Laboratorijos įrašo nebėra.
Pagrindinis scenarijus	Administratorius ištrina laboratorijos įrašą.
PA Alternatyvūs scenarijai	Administratorius daro pusiau ir reikia grįžti į ankstesnę būseną.

PA Nr. 4 IEŠKOTI LABORATORIJOS ĮRAŠO	
Tikslas	Surasti tinkamos laboratorijos įrašą duomenų bazėje .
Dalyviai	Administratorius, Mokytojas .
Ryšiai su kitais PA	Kurti laboratoriją. Įkelti laboratoriją.
Nefunkciniai reikalavimai	Kūrimo aplinka su grafine sąsaja, kad naudotojas greitai susiorientuotų.
Prieš-sąlygos	Prisijungimas prie duomenų bazės.
Sužadinimo sąlyga	Duomenų bazės naudotojo sąsajoje pasirinkti laboratorijos paiešką.
Po-sąlyga	Laboratorijos duomenys gali būti įkelti.
Pagrindinis scenarijus	Naudotojas randą laboratoriją.
PA Alternatyvūs scenarijai	Nerandama ir reikia vėl ieškoti.

Būtų galima sukurti analoginius PA aprašus mokytojų, dalykų ir veiklų įrašams (kurti, modifikuoti, ieškoti, naikinti). Reliacinė duomenų bazės schema pateikiama 4 pav. Duomenų bazės konstravimui yra sekančios esybės: „Mokytojas“, kuris turi prisijungimo vardą, gali būti (arba nebūti) sistemos administratorius, turi vardą ir pavardę. Mokytojas gali kurti veiklą (tai yra kita esybė) ir mokytojas dėsto bent vieną dalyką (esybė „Dalykas“). Esybė dalykas turi kodą ir pavadinimą. Kita pagrindinė esybė yra „Laboratorija“, kuri turi keletą atributų (žr. 4 pav.). Kai esybė „Mokytojas“ kuria mokymosi „Veiklą“, jai priskiria „Laboratoriją“. Veiklos esybė turi tik atributą pavadinimą, bet yra susijusi su „Mokytojo“ ir „Laboratorijos“ atributais.



4 Pav. Virtualių laboratorijų duomenų bazės ER diagrama

Duomenų bazėje galima įrašyti ir rasti informaciją apie:

- virtualiąsias laboratorijas;
- mokyklos mokytojus, kurie naudoja sistemą;
- tyrimais gristo mokymosi veiklas;
- virtualių laboratorijų naudojimą veiklose;
- mokytojų sistemos panaudojimą.

Priedai

5 priedas. Klausimynas (mokinių apklausa)

Šis klausimynas skirtas išsiaiškinti Kauno Simono Daukanto progimnazijos šeštokų patirtį dirbant virtualioje mokymosi aplinkoje Moodle su integruotomis virtualiomis laboratorijomis (toliau virtuali mokymosi sistema).

Tai anoniminė apklausa. Gauti duomenys bus panaudoti moksliniam darbui.

1. Virtuali mokymosi sistema man padeda suprasti mokslinę metodiką ir jos žingsnius
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
2. Moku atskirti mokslinio metodo 6 žingsnius
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
3. Patinka integruota veikla „Mokinys – mokslininkas“
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
4. Tik integruotoje veikloje „Mokinys – mokslininkas“ pirmą kartą panaudojau virtualias laboratorijas
Ne, jau buvau naudojęs daug kartų
Ne, buvau anksčiau šiek tiek panaudojęs, tačiau nerimtai
Taip, pirmą kartą
5. Virtuali laboratorija man padeda geriau suprasti tiriamą temą
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
6. Man virtualioje laboratorijoje yra lengva atlikti eksperimentus
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
7. Man virtualioje laboratorijoje yra įdomu atlikti eksperimentus
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
8. Savo tyrimo atlikimui moku taikyti mokslinį metodą
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
9. Virtuali mokymosi sistema man padeda sistemiškai dirbti pagal mokslinio metodo žingsnius
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
10. Virtuali mokymosi sistema yra tinkamas įrankis savo tyrimo veiklos dokumentavimui
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
11. Virtuali mokymosi sistema padeda ruošti tyrimo ataskaitas ir rezultatų pristatymą.
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
12. IKT priemonių integravimas į kitų dalykų tyrimus daro mokymosi procesą įdomesniu.
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
13. Norėčiau, kad per kitų dalykų pamokose galima būtų naudoti virtualią mokymosi sistemą.
Nesutinku Nežinau Sutinku Visiškai sutinku
14. Įvertink virtualią mokymosi sistemą keliais žodžiais (parašyk)

Priedai


6 priedas. Klausimynas (mokytojų apklausa)

1. Kokį dalyką dėstote ir/ar vedate integruotas pamokas, veiklas, susijusias su gamtos mokslais? Ar dažnai savo pamokose naudojate IKT priemones? Niekada / Retai / Dažnai / Labai dažnai
2. Ar naudojate savo dalyko pamokose kokias nors virtualias mokymosi aplinkas (pvz.: Ėduką, Ema, Office 365, Google Class ir kt.)? Niekada / Retai / Dažnai / Labai dažnai
3. Pažymėkite teiginius, kurie, jūsų manymu, atitinka išbandytą VMA su integruotomis laboratorijomis (atsakymų skaičius neribotas).
 - Sistema man pasirodė sudėtinga.
 - Sistema skatina integruoti dalykus su IKT priemonėmis.
 - Sistema skatina mokinių savarankišką darbą.
 - Nepasisekė įregistruoti mokinius į modulį.
 - Lengvai įkėliau virtualią laboratoriją į modulį.
 - Sistema skatina mokinius dirbti su šiuolaikinėmis priemonėmis.
 - Virtualiųjų laboratorijų taikymas mokymosi procese yra naudingas.
 - Sistema yra interaktyvi ir skatina mokinio aktyvų mokymąsi.
 - Norėčiau daugiau žinoti apie tokias sistemas ir jas panaudoti savo pamokose.
 - Sistema bus naudinga dirbant su įvairiais projektais
4. Pakomentuokite VMA sistemos stipriąsias puses.
5. Parašykite, ką reikėtų tobulinti.

Priedai


7 priedas. Sistemos tyrimo mokymosi veiklos dokumentavimo pavyzdžiai (sukurti su Moodle duomenų bazės įrankiu).

1. Laidininkai

Pradžios data:	2019 balandžio 9
Komandos pavadinimas ir nariai:	Elektricity, Justas
Projekto pavadinimas:	4*4
Temos pavadinimas:	Laidininkai
Temos aprašas:	Tirsiu kokie daiktai yra laidininkai, o kurie yra izoliatoriai.
Pagrindinis probleminis klausimas:	Kokie daiktai (iš tiriamų) yra laidininkai?
Hipotezės:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daiktai, kurie praleidžia elektros srovę yra laidininkai; 2. Daiktai, kurie nepraleidžia elektros srovės yra laidininkai.
Eksperimento aprašymas:	Aš tirsiu turimus daiktus laboratorijoje ir tikrinsiu ar jie yra laidininkai.
Darbo eigos užrašai:	<p>Trintukas, ranka, doleris ir šuo yra izoliatoriai, kurie nepraleidžia elektros srovės. Pieštukas, sąvaržėlė, moneta yra laidininkai, kurie praleidžia elektros srovę.</p> <p>Dėl pieštuko aš turėjau abejonių, tačiau supratau, kad elektros energiją praleidžia grafitas, nes medis jos nepraleidžia.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Eksperimento tikslai ir rezultatai:	Sužinoti, kurie daiktai yra laidininkai, o kurie, ne.
Išvados:	Supratau, kad kai kurie daiktai yra laidininkai, o kiti sulaiko elektros energiją.
Įsivertinimas:	Buvo įdomu atlikti tyrimus
Sistemos vertinimas:	Sistema praktiškai padėjo aprašyti darbus ir padaryti ataskaitą

2. Atomas

Pradžios data:	2019 kovo 27
Komandos pavadinimas ir nariai:	Eglė, Marija, Viktorija, Karilė
Projekto pavadinimas:	Atomo sudėtis
Temos pavadinimas:	Atomo sudėjimas
Temos aprašas:	<p>Aiškinamės iš ko susideda atomas.</p> <p>Ar skirtingų medžiagų atomų sudėtis skiriasi?</p>

Pagrindinis probleminis klausimas:	Iš ko susideda atomas?
Hipotezės:	 <p>Hipotezė</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Atomai sudaryti iš mažesnių dalelių 2. Skirtingų medžiagų atomų sudėtis skiriasi dalelių kiekiu
Eksperimento aprašymas:	<p>Eksperimentai:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. „Laboratorijos“ pagalba sukursim atomo modelį. 2. Pačios sukursime pasirinkto atomo modelį. <p>Pasiruošimas eksperimentui:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Išstudijuosime cheminių elementų lentelę. 2. Pasiaiškinsime kas sudaro atomą 3. Išsiaiškinsime kas yra protonas, neutronas, elektronas. 4. Pasiaiškinsime kaip nustatyti atomą sudarančių dalelių: protonų, neutronų, elektronų kieki.
Darbo eigos užrašai:	<p>Balandžio 2 d.</p> <p>Išstudijavome cheminių elementų lentelę, Radžio, Helio atomus.</p> <p>Balandžio 3 d.</p> <p>Sukūrėme atomo modelį, išsiaiškino kaip skaičiuoti protonus, neutronus ir elektronus.</p> <p>Balandžio 4 d.</p> <p>Pasitikrinome žinias žaidimo pagalba, atlikome 3/4 teisingas užduotis, nes pirmoje užduotyje nėra tikslios tvarkos.</p>

	Balandžio 9 d. Šiandien mes nubraižėme Boro atomą, su visa schema.
Eksperimento tikslai ir rezultatai:	Tikslas: Išsiaiškinti atomo sudėti ir atsakyti į mums rūpimus klausimus Rezultatai: Ne tik atsakėme į klausimus, taip pasiekdamos tikslą, bet ir išsiaiškinome kada atomas neutralus, o kada įgavęs krūvį virsta jonu.
Išvados:	Atomą sudaro: protonai, neutronai, elektronai. Skirtingų medžiagų atomų sudėjimas skiriasi dalelių kiekiu, t.y. hipotezė pasitvirtino
Įsivertinimas:	Buvo įdomu atlikti tyrimus
Sistemos vertinimas:	Labai patiko sistema

Priedai

8 priedas. Sistemos tyrimo mokymosi veiklos ataskaitos pavyzdys

(sukurti su H5P dokumentavimo įrankiu).Projekto dokumentavimas

Projekto duomenys

Parašykite projekto pavadinimą

Elektros grandinių jungimo pagrindai

Pradžios data

2019-03-27

Komandos pavadinimas ir nariai. Rašykite vardus, pavardes ir klasę.

Elektricity, Justas 6c

Tyrimo tema, probleminis klausimas ir hipotezė

Temos pavadinimas

Laidininkai

Trumpai aprašykite savo temą

Tirsiu kokie daiktai yra laidininkai, o kurie yra izoliatoriai.

Pagrindinis probleminis klausimas

Kokie daiktai (iš tiriamų) yra laidininkai?

Hipotezės

Daiktai, kurie praleidžia elektros srovę yra laidininkai; Daiktai, kurie nepraleidžia elektros srovės yra laidininkai

Eksperimento aprašymas:

Aš tirsiu turimus daiktus laboratorijoje ir tikrinsiu ar jie yra laidininkai

Projekto darbo eigos užrašai

Tyriau laidininkus: Trintukas, ranka, doleris ir šuo yra izoliatoriai, kurie nepraleidžia elektros srovės. Pieštukas, sąvaržėlė, moneta yra laidininkai, kurie praleidžia elektros srovę.

Dėl pieštuko aš turėjau abejonių, tačiau supratau, kad elektros energiją praleidžia grafitas, nes medis jos nepraleidžia.

Tyriau: įtampa Varža 10 Srovė 0,9 Varža 20 Srovė 0,45 Varža 40 Srovė 0,22,5.

Tyrimo pasiekimo įvertinimas

Labai pasisekė

- Sužinoti kokie daiktai yra laidininkai
- Sužinoti kaip veikia įtampa
- Sužinoti kokio stiprumo turi būti srovė, kad lemputė įsijungtų

Priedai

9 priedas. Virtualiosios mokymosi sistemos diegimo aktas



KAUNO SIMONO DAUKANTO PROGIMNAZIJA

Biudžetinė įstaiga, Taikos pr. 68, LT-51300 Kaunas, tel. (8 37) 45 38 53,
el.p. progimnazija@daukantas.kaunas.lm.lt
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 190136734

PAŽYMA DĖL FERNANDO ANTUNEZ CID SUKURTOS VIRTUALIOSIOS MOKYMOŠI SISTEMOS

2019-05-15 Nr. T1-76
Kaunas

Pažymime, jog Kauno Simono Daukanto progimnazijos IKT mokytojas ir KTU studentas Fernando Antunez Cid 2018-2019 mokslo metais konstravo ir įdiegė virtualią mokymosi sistemą, skirtą tyrimais grįsto mokymosi veikloms organizuoti. Tai virtuali mokymosi aplinka (naudojant Moodle) su integruotomis virtualiosiomis laboratorijomis bei veiklos dokumentavimo įrankiais. Sistema turi pagalbinį vadovą mokytojams ir virtualiųjų laboratorijų duomenų bazę. Kauno Simono Daukanto progimnazijoje sistema yra įdiegta, išbandyta ir naudojama per integruotą problemų sprendimu grindžiamą ugdymo veiklą „Mokinys – mokslininkas“.

Direktorė

Jekaterina Juknevičienė