**Kauno technologijos universitetas**

Informatikos fakultetas

# Virtualiosios aplinkos, skirtos mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ technologijų dirbtuvėse, kūrimas ir taikymas

Baigiamasis magistro projektas

**Eglė Vaičiūnė**

Projekto autorė

**Doc. dr. Renata Burbaitė**

Vadovė

**Kaunas, 2026**

**Kauno technologijos universitetas**

Informatikos fakultetas

# Virtualiosios aplinkos, skirtos mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ technologijų dirbtuvėse, kūrimas ir taikymas

Baigiamasis magistro projektas

Nuotolinio mokymosi informacinės technologijos (6211BX010)

**Eglė Vaičiūnė**

Projekto autorė

**Doc. dr. Renata Burbaitė**

Vadovė

**Doc. prakt. dr. Vytenis Punys**

Recenzentas

**Kaunas, 2026**

**Kauno technologijos universitetas**

Informatikos fakultetas

Eglė Vaičiūnė

# Virtualiosios aplinkos, skirtos mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ technologijų dirbtuvėse, kūrimas ir taikymas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

1. baigiamąjį projektą parengiau savarankiškai ir sąžiningai, nepažeisdama kitų asmenų autoriaus ar kitų teisių, laikydamasi Lietuvos Respublikos autorių teisių ir gretutinių teisių įstatymo nuostatų, Kauno technologijos universiteto (toliau – Universitetas) intelektinės nuosavybės valdymo ir perdavimo nuostatų bei Universiteto akademinės etikos kodekse nustatytų etikos reikalavimų;

2. baigiamajame projekte visi pateikti duomenys ir tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti teisėtai, nei viena šio projekto dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar elektroninių šaltinių, visos baigiamojo projekto tekste pateiktos citatos ir nuorodos yra nurodytos literatūros sąraše;

3. įstatymų nenumatytų piniginių sumų už baigiamąjį projektą ar jo dalis niekam nesu mokėjusi;

4. suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo ar kitų asmenų teisių pažeidimo faktui, man bus taikomos akademinės nuobaudos pagal Universitete galiojančią tvarką ir būsiu pašalinta iš Universiteto, o baigiamasis projektas gali būti pateiktas Akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus tarnybai nagrinėjant galimą akademinės etikos pažeidimą.

Eglė Vaičiūnė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

Vaičiūnė, Eglė. Virtualiosios aplinkos, skirtos mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ technologijų dirbtuvėse, kūrimas ir taikymas. Baigiamasis magistro projektas / vadovė doc. dr. Renata Burbaitė; Kauno technologijos universitetas, Informatikos fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Programų sistemos (B03), Informatikos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: „FabLab“, virtualioji aplinka, mokytojų bendradarbiavimas, saviugda, ugdymo procesas, informacinės technologijos.

Kaunas, 2026. 85 p.

**Santrauka**

Šiuolaikinėje švietimo sistemoje, nuolat kintant technologijoms ir ugdymo turiniui, vis daugiau dėmesio skiriama veikloms, kurios ugdo praktinius gebėjimus, kūrybiškumą ir problemų sprendimo įgūdžius. „FabLab“ technologijų dirbtuvės sudaro sąlygas tokių gebėjimų ugdymui praktinėje veikloje, tačiau jų taikymas ugdymo procese dažnai susiduria su įvairiais iššūkiais. Mokytojams trūksta žinių ir praktinių įgūdžių dirbant su įranga, taip pat laiko planuoti ir įgyvendinti veiklas, o bendradarbiavimo ir metodinės pagalbos galimybės yra ribotos. Dėl šių priežasčių „FabLab“ technologijų potencialas ugdymo procese nėra išnaudojamas, todėl aktualu ieškoti sprendimų, kurie sudarytų sąlygas mokytojams tobulinti kompetencijas, dalintis patirtimi ir efektyviau taikyti šias technologijas ugdymo procese.

Siekiant darbo tikslo, atlikta mokslinės literatūros analizė, leidusi apibrėžti „FabLab“ integravimo į ugdymo procesą teorines prielaidas bei iššūkius. Taip pat atlikti kiekybiniai tyrimai, kurių metu analizuoti mokytojų patiriami sunkumai dirbant su „FabLab“ įranga, nustatytas virtualiosios aplinkos poreikis ir pageidaujami funkcionalumai. Remiantis tyrimų rezultatais, suformuluoti reikalavimai sistemai, suprojektuota virtualioji aplinka, apibrėžti jos panaudojimo atvejai ir funkcionalumas. Atliktas programinių priemonių palyginimas, parinkta tinkamiausia priemonė, realizuota virtualioji aplinka bei parengta naudotojo dokumentacija.

Sukurtoje virtualiojoje aplinkoje sudarytos galimybės mokytojams dalintis metodine ir mokomąja medžiaga, pamokų planais, „FabLab“ įrangos naudojimo patirtimi, bendrauti, diskutuoti ir spręsti praktinius klausimus. Virtualiosios aplinkos išbandymas parodė, kad ji yra tinkama naudoti realiomis sąlygomis ir teigiamai veikia mokytojų saviugdą bei praktinę veiklą. Nustatyta, kad aplinka padeda geriau suprasti „FabLab“ technologijų taikymą, skatina jų integravimą į ugdymo procesą ir leidžia efektyviau organizuoti darbą, naudojantis kitų mokytojų parengtais ištekliais, tačiau jos naudojimas dar nėra intensyvus ir dalis mokytojų tebėra susipažinimo etape.

Apibendrinant galima teigti, kad sukurta virtualioji aplinka sudaro prielaidas efektyvesniam „FabLab“ technologijų taikymui ugdymo procese ir gali būti toliau tobulinama, siekiant didesnio naudotojų įsitraukimo ir platesnio taikymo.

Vaičiūnė, Eglė. Development and Application of a Virtual Environment for Teachers' Self-Development and Collaboration in FabLab Workshops. Master's Final Degree Project / supervisor assoc. prof. dr. Renata Burbaitė; Faculty of Informatics, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Software Engineering (B03), Computing.

Keywords: FabLab, virtual environment, teacher collaboration, self-directed learning, educational process, information technologies.

Kaunas, 2026. 85 p.

**Summary**

In the modern education system, with continuously evolving technologies and curriculum changes, increasing attention is being paid to activities that develop practical skills, creativity, and problem-solving abilities. FabLab technology workshops provide conditions for developing these skills through practical activities; however, their application in the educational process often faces various challenges. Teachers lack knowledge and practical skills in working with the equipment, as well as time to plan and implement activities, while opportunities for collaboration and methodological support are limited. As a result, the potential of FabLab technologies in the educational process is not fully utilized, highlighting the need to seek solutions that would enable teachers to develop competencies, share experience, and apply these technologies more effectively in education.

To achieve the aim of the study, an analysis of scientific literature was carried out to define the theoretical assumptions and challenges of integrating FabLab into the educational process. Quantitative research was also conducted to analyze the difficulties faced by teachers when working with FabLab equipment, as well as to identify the need for a virtual environment and its desired functionalities. Based on the research results, system requirements were formulated, the virtual environment was designed, and its use cases and functionality were defined. A comparison of software tools was performed, the most suitable solution was selected, the virtual environment was implemented, and user documentation was prepared.

The developed virtual environment provides opportunities for teachers to share methodological and teaching materials, lesson plans, and experience in using FabLab equipment, as well as to communicate, discuss, and solve practical issues. Testing of the virtual environment showed that it is suitable for use in real conditions and has a positive impact on teachers' self-directed learning and practical activities. It was found that the environment helps teachers better understand the application of FabLab technologies, encourages their integration into the educational process, and enables more efficient work organization by using resources prepared by other teachers; however, its use is not yet intensive, and some teachers are still in the familiarization stage.

In conclusion, the developed virtual environment creates preconditions for more effective application of FabLab technologies in the educational process and can be further improved to increase user engagement and ensure wider application.

**Turinys**

**Lentelių sąrašas** ..... **8**
**Paveikslų sąrašas** ..... **9**
**Santrumpų ir terminų sąrašas** ..... **10**
**Įvadas** ..... **11**
**1. Teorinis „FabLab“ integravimo į ugdymo procesą kontekstas** ..... **13**
1.1. „FabLab“ koncepcija, raida ir taikymas švietime ..... 13
1.2. Technologijų taikymo švietime iššūkiai ..... 15
1.3. „FabLab“ integravimo iššūkiai tarptautinėje praktikoje ..... 16
1.4. Mokytojų saviugda, profesinis bendradarbiavimas ir kompetencijų bei laiko stygiaus problematika „FabLab“ integravimo kontekste ..... 17
1.4.1. Mokytojų saviugda: samprata ir reikšmė profesiniam tobulėjimui ..... 17
1.4.2. Profesinis bendradarbiavimas kaip saviugdos stiprinimo veiksnys ..... 18
1.4.3. Mokytojų žinių ir laiko stygiaus iššūkių sprendimo kryptys ir jų taikymo galimybės ..... 19
1.5. Skyriaus išvados ..... 21
**2. Mokytojų patiriamų iššūkių, virtualiosios aplinkos poreikio ir pageidaujamų funkcionalumų tyrimas** ..... **23**
2.1. Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą ir poreikis virtualiajai aplinkai ..... 23
2.1.1. Dalyviai ..... 23
2.1.2. Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „Fablab“ įrangą pamokose ..... 24
2.1.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis ..... 27
2.1.4. „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvos ..... 29
2.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimo ir veiklų jose poreikio tyrimas ..... 30
2.2.1. Dalyviai ..... 30
2.2.2. Mokytojų dalyvavimas virtualiose platformose ir erdvėse ..... 30
2.2.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos bendradarbiavimo galimybės ir informacinių technologijų taikymas ..... 32
2.3. Skyriaus išvados ..... 34
**3. FabLab“ technologijų taikymo ugdymo procese problemų analizė ir tikslų nustatymas** ..... **35**
3.1. „FabLab“ technologijų taikymo ugdymo procese iššūkių apžvalga ..... 35
3.2. Tikslų nustatymas ..... 36
3.3. Skyriaus išvados ..... 37
**4. „FabLab“ virtualiosios aplinkos projektavimas** ..... **38**
4.1. Projektuojamos virtualiosios aplinkos aprašas ..... 38
4.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos narių poreikiai ..... 39
4.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos panaudojimo atvejai ..... 41
4.3.1. Administravimo posistemė ..... 41
4.3.2. Naudotojo paskyros valdymo posistemė ..... 43
4.3.3. Bendravimo posistemė ..... 46
4.3.4. Turinio dalijimosi posistemė ..... 48
4.4. Skyriaus išvados ..... 51
**5. Sistemų ir programinių priemonių parinkimas „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimui** ..... **52**
5.1. Administravimo posistemė ..... 52
5.2. Naudotojo paskyros valdymo posistemė ..... 53
5.3. Bendravimo posistemė ..... 53

5.4. Turinio dalijimosi posistemė ... 54
5.5. Nefunkcinių reikalavimų atitikimo vertinimas ... 55
5.6. Skyriaus išvados ... 56
**6. „FabLab“ virtualiosios aplinkos realizavimas ... 57**
6.1. „FabLab“ virtualiosios aplinkos aprašas ... 57
6.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos parengimas darbui ... 57
6.2.1. „FabLab“ virtualiosios aplinkos administravimas ... 58
6.2.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudotojų paskyrų tvarkymas ... 59
6.2.3. Dalijimasis turiniu „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje ... 61
6.2.4. Bendravimo veiklų realizavimas „FabLab“ virtualioje aplinkoje ... 65
6.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudotojo dokumentacija ... 67
6.4. Skyriaus išvados ... 68
**7. „FabLab“ virtualiosios aplinkos išbandymas ir efektyvumo tyrimas ... 69**
7.1. Virtualiosios aplinkos naudojimo rezultatai ir jų analizė ... 69
7.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos efektyvumo tyrimas ... 71
7.3. Tyrimo rezultatai ... 71
7.3.1. Dalyviai ... 71
7.3.2. Virtualiosios aplinkos naudojimas ... 72
7.3.3. Poveikis mokytojų kompetencijoms ir praktinei veiklai ... 73
7.3.4. Poveikis darbo organizavimui ir bendradarbiavimui ... 75
7.3.5. Bendras aplinkos vertinimas ir tobulinimo galimybės ... 76
7.4. Pagrindinės įžvalgos ir rezultatai ... 77
7.5. Skyriaus išvados ... 78
**Išvados ... 79**
**Literatūros sąrašas ... 80**
**Priedai ... 86**
1 priedas. Klausimynas ... 86
2 priedas. Klausimynas ... 90
3 priedas. „FabLab“ virtualiosios aplinkos ontologija ... 95
4 priedas. Naudotojo paskyros ir profilio tvarkymo instrukcija ... 96
5 priedas. Mokomosios medžiagos įkėlimo į sistemą instrukcija ... 98
6 priedas. Bendravimo su kitais bendruomenės nariais instrukcija ... 100
7 priedas. Klausimų uždavimo ir dalyvavimo mokytojų diskusijų forume instrukcija ... 102
8 priedas. Diegimo aktas ... 106
9 priedas. Klausimynas ... 107
10 Priedas. Generatyvinio dirbtinio intelekto naudojimas darbe ... 110
11 Priedas. Straipsnio santraukos priėmimo patvirtinimas ... 111
12 Priedas. Straipsnio kopija ... 112

## Lentelių sąrašas

**1 lentelė.** Mokytojų žinių ir laiko stygiaus sprendimo krypčių palyginimas ..... 20
**2 lentelė.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos posistemės ir jų funkcijos ..... 38
**3 lentelė.** Funkciniai reikalavimai mokytojui-nariui ..... 39
**4 lentelė.** Funkciniai reikalavimai administratoriui ..... 40
**5 lentelė.** Nefunkciniai reikalavimai „FabLab“ virtualiajai aplinkai ..... 41
**6 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Pridėti naują naudotoją“ specifikacija ..... 42
**7 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Sukurti paskyrą“ specifikacija ..... 44
**8 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Sukurti naują diskusijos temą“ specifikacija ..... 47
**9 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ specifikacija ..... 49
**10 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ specifikacija ..... 53
**11 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal naudotojo paskyros valdymo posistemės funkcionalumą ... 53
**12 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal bendravimo posistemės funkcionalumą ..... 54
**13 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal turinio dalijimosi posistemės funkcionalumą ..... 54
**14 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal nefunkcinius reikalavimus ..... 55
**15 lentelė.** Mokomosios medžiagos įkėlimo kontekstinio grafo elementų aprašas ..... 65
**16 lentelė.** „FabLab“ virtualioje aplinkoje pateiktų išteklių taikymas mokytojų veikloje ..... 77

**Paveikslų sąrašas**

**1 pav.** Mokytojų žinių ir laiko stygiaus sprendimo būdų schema ... 19
**2 pav.** FabLab įrangos naudojimo pasiskirstymas veikloje ... 24
**3 pav.** Sunkumai, su kuriais susiduria mokytojai, naudodami „FabLab“ įrangą ... 25
**4 pav.** „FabLab“ įrangos naudojimo mokymų pakankamumas mokytojams ... 25
**5 pav.** „FabLab“ įrangos taikymo naudingumas skirtinguose mokomuosiuose dalykuose ... 26
**6 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikio vertinimas ... 27
**7 pav.** Mokytojų lūkesčiai dėl „FabLab“ virtualiosios aplinkos išteklių ... 28
**8 pav.** Mokytojų skiriamas laikas dalyvavimui virtualiose platformose ir erdvėse ... 31
**9 pav.** Pagrindinės priežastys, dėl kurių mokytojai dalyvauja virtualiose platformose ir erdvėse ... 31
**10 pav.** Veiksniai, skatinantys mokytojų įsitraukimą į „FabLab“ virtualiąją aplinką ... 32
**11 pav.** Respondentų nuomonė apie IT platformų tinkamumą virtualios aplinkos veiklai ... 33
**12 pav.** Problemų medis ... 35
**13 pav.** Tikslų medis ... 36
**14 pav.** Administravimo posistemės panaudojimo atvejis ... 42
**15 pav.** Panaudojimo atvejo „Pridėti naują naudotoją“ veiklos diagrama ... 43
**16 pav.** Naudotojo paskyros valdymo posistemės panaudojimo atvejis ... 44
**17 pav.** Panaudojimo atvejo „Sukurti paskyrą“ veiklos diagrama ... 45
**18 pav.** Bendravimo posistemės panaudojimo atvejis ... 46
**19 pav.** Panaudojimo atvejo „Sukurti naują diskusijos temą“ veiklos diagrama ... 47
**20 pav.** Turinio dalijimosi posistemės panaudojimo atvejų diagrama ... 48
**21 pav.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ veiklos diagrama ... 50
**22 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos administravimo vaizdas „Hostinger“ valdymo skydelyje 58
**23 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos pagrindinis puslapis, sukurtas naudojant „Astra“ temą ... 59
**24 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos registravimosi ir prisijungimo formos ... 60
**25 pav.** Naudotojo paskyros formos vertimo ir pritaikymo pavyzdys naudojant įrankį „Loco Translate“ ... 61
**26 pav.** Turinio dalijimosi požymių diagrama ... 62
**27 pav.** Mokomosios medžiagos įkėlimo formos struktūra „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje ... 63
**28 pav.** Puslapio „Pamokų planai“ vaizdas su filtravimo pagal įrangos tipą galimybe ... 64
**29 pav.** Mokomosios medžiagos įkėlimo kontekstinis grafas ... 64
**30 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos forumo diskusijų struktūra ir kategorijos ... 66
**31 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos asmeninių žinučių sistemos sąsaja ... 66
**32 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos puslapio „Naudotojo vadovas“ vaizdas ... 67
**33 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos lankomumo dinamika tyrimo laikotarpiu ... 70
**34 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos turinio peržiūrų pasiskirstymas pagal puslapius ... 70
**35 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimo trukmės pasiskirstymas ... 72
**36 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos funkcijų naudojimo pasiskirstymas ... 73
**37 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikis mokytojų kompetencijoms ir profesinei saviugdai ... 73
**38 pav.** „FabLab“ įrangos naudojimo dažnumo pokytis pamokose ... 74
**39 pav.** „FabLab“ veiklų integravimo planavimas pamokose ... 74
**40 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikio mokytojų darbo laikui ir krūviui vertinimas ... 75
**41 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikio mokytojų bendradarbiavimui vertinimas ... 75
**42 pav.** Bendras „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudos vertinimas ... 76

## Santrumpų ir terminų sąrašas

**Santrumpos:**

IT – informacinės technologijos.

CNC – skaitmeninis programinis valdymas.

**Terminai:**

**„FabLab“** – gamybos laboratorijos, veikiančios kaip atviros dirbtuvės, kurios suteikia visiems galimybę naudotis skaitmeninės gamybos technologijomis ir elektronikos įranga.

**Virtualioji aplinka** – skaitmeninė erdvė, kurioje teikiamos priemonės ir funkcijos procesui vykdyti, valdyti bei palaikyti. Ji leidžia dalyviams bendrauti, keistis informacija bei vykdyti veiklas nuotoliniu būdu.

**MVS (mokymosi valdymo sistema)** – informacinė sistema arba programinė platforma, skirta mokymosi procesams organizuoti, valdyti ir palaikyti virtualiojoje aplinkoje.

**TVS (turinio valdymo sistema)** – programinė platforma, skirta kurti, redaguoti, valdyti ir publikuoti skaitmeninį turinį internete.

**BDAR** – Bendrasis duomenų apsaugos reglamentas (angl. *General Data Protection Regulation*, GDPR), kuris yra Europos Sąjungos teisės aktas, reglamentuojantis asmens duomenų tvarkymą.

**3D** (angl. *three-dimensional*) – trimatis, vaizdinis, t. y. objektas turi ilgį, plotį ir aukštį.

**CSS** (angl. *Cascading Style Sheets*) – stiliaus aprašymo kalba, kuri kontroliuoja išvaizdą.

# Įvadas

Šiuolaikiniame technologijų pasaulyje švietimo įstaigos nuolat ieško būdų, kaip ugdyti mokinių kompetencijas, atitinkančias sparčiai kintančios visuomenės poreikius. „FabLab“ suteikia mokiniams galimybę ne tik gilinti teorines žinias, bet ir lavinti praktinius įgūdžius bei kūrybiškumą. Jos sudaro sąlygas aktyviam mokinių įsitraukimui į mokymosi procesą, skatinant savarankišką sprendimų priėmimą ir ugdant kritinį mąstymą [1, 2, 3, 4].

Nepaisant „FabLab“ potencialo, tyrimai atskleidžia, kad mokytojai dažnai susiduria su įvairiais iššūkiais, siekdami iki galo išnaudoti šių laboratorijų galimybes ugdymo metu. Vienas pagrindinių iššūkių – mokytojams neįprastas mokymo stilius: tradicinėse pamokose procesai yra aiškiai struktūruoti, o „FabLab“ veiklose mokymas grindžiamas kūrybiniu požiūriu ir neturi vieno teisingo atsakymo [5, 6]. Be to, mokytojams dažnai trūksta žinių ir įgūdžių, būtinų dirbant su „FabLab“ įranga, kurių įvaldymas reikalauja nemažai laiko ir pastangų [7, 8]. Papildomas iššūkis – laiko stygius, reikalingas naujoms pamokoms planuoti ir įgyvendinti, o egzaminų spaudimas dar labiau riboja galimybes integruoti „FabLab“ veiklas į ugdymo procesą [9, 10].

**Tyrimo problema** – neefektyvus „FabLab“ įrangos naudojimas ugdymo procese.

**Darbo objektas** – „FabLab“ įrangos naudojimas ugdymo procese.

**Tikslas** – pagerinti „FabLab“ technologinių išteklių panaudojimą ugdymo procese, integruojant virtualiąją aplinką, skirtą mokytojų bendradarbiavimui ir saviugdai „FabLab“ technologijų dirbtuvėse.

**Uždaviniai:**
1. išsiaiškinti mokytojų patiriamus iššūkius integruojant „FabLab“ įrangą į ugdymo procesą ir nustatyti jų saviugdos bei bendradarbiavimo poreikius;
2. nustatyti, kokia IT aplinka ir funkcionalumai geriausiai tinka virtualiajai aplinkai, skirtai Lietuvos mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ dirbtuvėse, kurti;
3. suprojektuoti virtualiąją aplinką, pritaikant nustatytus Lietuvos mokytojų poreikius atitinkančius sprendimus;
4. realizuoti suprojektuotą virtualiąją aplinką, skirtą mokytojų bendradarbiavimui ir saviugdai „FabLab“ technologijų dirbtuvėse;
5. įvertinti virtualiosios aplinkos poveikį „FabLab“ įrangos naudojimo efektyvumui ugdymo procese.

**Darbo produktas:** sukurta virtualioji aplinka, skirta mokytojų bendradarbiavimui, patirties dalijimuisi ir saviugdai „FabLab“ technologijų dirbtuvėse. Aplinkoje sudarytos galimybės mokytojams savarankiškai kelti ir dalintis mokomąja bei metodine medžiaga, „FabLab“ įrangos naudojimo patirtimi, pamokų planais ir projektų pavyzdžiais, taip pat bendrauti tarpusavyje, užduoti klausimus ir diskutuoti. Sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka naudojama Mykolo Romerio universiteto Marijampolės regioniniame STEAM atviros prieigos centre – tai patvirtina diegimo aktas (žr. 8 priedą).

**Darbo rezultatas:** pagerėjęs „FabLab“ technologinių išteklių panaudojimas ugdymo procese. Pagal darbo rezultatus parengtas straipsnis „EDULERAN26“ konferencijos leidiniui (žr. 11 ir 12 priedus).

**Darbo struktūra**

Darbą sudaro įvadas, septyni turinio skyriai, išvados, literatūros sąrašas ir priedai. Darbo apimtis – 85 puslapiai. Darbe pateikta 16 lentelių ir 42 paveikslai. Bibliografinį sąrašą sudaro 82 šaltiniai. Darbo pabaigoje pateikta 12 priedų, papildančių darbą.

Pirmajame skyriuje analizuojamas teorinis „FabLab“ integravimo į ugdymo procesą kontekstas. Aptariama „FabLab“ koncepcija, raida ir taikymas švietime, technologijų taikymo švietime iššūkiai, tarptautinė „FabLab“ integravimo praktika, mokytojų saviugda, profesinis bendradarbiavimas bei kompetencijų ir laiko stygiaus problematika.

Antrajame skyriuje pateikiamas mokytojų patiriamų iššūkių, virtualiosios aplinkos poreikio ir pageidaujamų funkcionalumų tyrimas. Analizuojami mokytojų sunkumai integruojant „FabLab“ įrangą pamokų metu, virtualiosios aplinkos poreikis, mokytojų dalyvavimas virtualiose platformose bei bendradarbiavimo galimybės.

Trečiajame skyriuje atliekama „FabLab“ technologijų taikymo ugdymo procese problemų analizė ir nustatomi tikslai. Skyriuje pateikiama iššūkių apžvalga, problemų ir tikslų analizė, leidžianti pagrįsti kuriamos virtualiosios aplinkos poreikį.

Ketvirtajame skyriuje aprašomas „FabLab“ virtualiosios aplinkos projektavimas. Pateikiamas projektuojamos aplinkos aprašas, narių poreikiai, funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai, taip pat administravimo, naudotojo paskyros valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi posistemių panaudojimo atvejai.

Penktajame skyriuje nagrinėjamas sistemų ir programinių priemonių parinkimas „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimui. Lyginamos priemonės pagal administravimo, naudotojo paskyros valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi posistemių funkcionalumą bei vertinamas jų atitikimas nefunkciniams reikalavimams.

Šeštajame skyriuje pateikiamas „FabLab“ virtualiosios aplinkos realizavimo aprašas. Aprašomas aplinkos parengimas darbui, administravimas, naudotojų paskyrų tvarkymas, turinio dalijimosi ir bendravimo veiklų įgyvendinimas, taip pat pateikiama naudotojo dokumentacija.

Septintajame skyriuje pristatomas „FabLab“ virtualiosios aplinkos išbandymas ir efektyvumo tyrimas. Analizuojami virtualiosios aplinkos naudojimo rezultatai, jos poveikis mokytojų kompetencijoms, praktinei veiklai, darbo organizavimui ir bendradarbiavimui, pateikiamos pagrindinės įžvalgos ir tyrimo rezultatai.

Darbo gale pateikiama 12 priedų. Generatyvinio dirbtinio intelekto naudojimo rengiant baigiamąjį projektą aprašas pateikiamas 10 priede.

# 1. Teorinis „FabLab“ integravimo į ugdymo procesą kontekstas

Šiame skyriuje analizuojamos teorinės prielaidos, sudarančios pagrindą „FabLab“ integravimui į ugdymo procesą. Aptariama „FabLab“ koncepcija ir jos raida, technologijų taikymo švietime iššūkiai, tarptautinė „FabLab“ praktika bei mokytojų saviugdos ir bendradarbiavimo reikšmė. Šių temų sintezė leidžia identifikuoti esminius veiksnius, lemiančius „FabLab“ integravimo sėkmę, ir pagrįsti poreikį kurti virtualiąją aplinką, skirtą mokytojų profesinei paramai ir kompetencijų stiprinimui.

## 1.1. „FabLab“ koncepcija, raida ir taikymas švietime

„FabLab“ yra angliško pavadinimo „Fabrication Laboratories“ trumpinys. Tai gamybos laboratorijos, veikiančios kaip atviros dirbtuvės, kurios suteikia visiems galimybę naudotis skaitmeninės gamybos technologijomis ir elektronikos įranga. Jose galima sukurti beveik bet kokį objektą – nuo pirminės idėjos iki galutinio fizinio produkto [11, 12]. „FabLab“ dirbtuvėse dažniausiai randami tokie prietaisai kaip 3D spausdintuvai ir skeneriai, lazerinės pjovimo staklės, CNC frezavimo staklės, medžio apdirbimo įrankiai, litavimo įranga, siuvimo mašinos [13, 14, 15]. „FabLab“ įrangai priskiriamos ir elektronikos priemonės: mikrovaldikliai, sensoriai, įvairūs jungikliai, LED šviesos diodai, relės, rezistoriai, kondensatoriai, tranzistoriai ir kiti elektronikos komponentai [16].

„FabLab“ koncepciją 1998 m. Masačusetso technologijos institute (MIT) sukūrė profesorius Neilas Gershenfeldas, dėstydamas kursą „Kaip pasigaminti (beveik) bet ką“. Šio kurso tikslas buvo išmokyti studentus, kaip naudotis pažangiomis skaitmeninės gamybos priemonėmis, tokiomis kaip 3D spausdintuvai, CNC ir lazerinės staklės, kuriant įvairius fizinius objektus [17, 18]. 2001 m. MIT Bitų ir atomų centre, kuriam vadovavo tas pats profesorius N. Geršenfeldas, buvo įkurta pirmoji „FabLab“ erdvė [19]. Jos įkūrimas sudarė sąlygas pratęsti kursą, suteikiant studentams galimybę toliau dirbti su skaitmeninės gamybos projektais, naudojant pažangiausius įrankius [20].

Šiuo metu visame pasaulyje yra daugiau negu 2400 „FabLab“ dirbtuvių, kurios yra įsikūrusios daugiau nei 90 šalių [21]. Paprastai „FabLab“ dirbtuvės yra valdomos ne pelno organizacijų, kurias įkuria valstybinės ar mokslo institucijos. Be to, „FabLab“ dirbtuves gali steigti ir pavieniai iniciatyvūs asmenys, kurie nori prisidėti prie technologijų prieinamumo didinimo ir kūrybinių galimybių plėtros savo bendruomenėje [22, 23]. Asmuo ar organizacija, steigianti naują „FabLab“, turi pasirašyti tarptautinę „FabLab“ chartiją, kuri nustato tris pagrindines įsteigimo nuostatas: viešą prieigą (t. y. nemokamą įėjimą bent tam tikram laikotarpiui), tam tikros įrangos turėjimą (įrangos sąrašas yra pateikiamas steigėjų tinklalapyje) ir dalyvavimą „FabLab“ bendradarbiavimo tinkle [24].

„FabLab“ erdvės vaidina esminį vaidmenį plėtojant inovacijų prieinamumą, leisdamos bendruomenės nariams, studentams, verslininkams ir socialiniams novatoriams aktyviai dalyvauti kūrybiniame procese [25]. Mokymasis šiose laboratorijose skatina studentų kūrybiškumą, ugdo bendradarbiavimo kompetenciją ir gerina jų akademinius pasiekimus [26, 27, 28]. Be to, šios mokymosi erdvės padeda ugdyti XXI amžiaus kompetencijas, įskaitant kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius [14], kurios yra svarbios jauniems žmonėms padedant sėkmingai įsitvirtinti darbo rinkoje [29]. Tyrimuose akcentuojama, kad „FabLab“ laboratorijos suteikia galimybę mokiniams ugdyti įgūdžius, kurių tradicinis mokymas dažnai neužtikrina – čia mokiniai gali lavinti problemų sprendimo gebėjimus, kūrybiškumą, bendradarbiavimo įgūdžius ir skaitmeninį raštingumą, kurie yra būtini šiuolaikinėje visuomenėje [1, 2, 3, 4].

Švietimo įstaigos naudoja „FabLab“ mokant STEM (gamtos mokslai, technologijos, inžinerija ir matematika) dalykų [5]. „FabLab“ yra labai svarbios STEM švietimo srityje, atsižvelgiant į tai, kad mokiniai panaudoja turimas žinias, įgydami praktinių įgūdžių ir ugdydami savo kūrybiškumą [6]. Gamybos laboratorijos skatina aktyvų mokymosi procesą, kuriame mokiniai tampa pagrindiniais mokymosi dalyviais, nes patys vykdo veiklas, ugdančias kritinį mąstymą [7].Vykdant veiklas šiose laboratorijose, mokymosi procesas dažniausiai orientuojamas į mokinius, o ne į mokytojus, nes mokiniams suteikiama galimybė patiems nuspręsti, ką ir kaip jie kurs [8].

Šiandien sparčiai kintančiame technologijų pasaulyje svarbu moksleivius tinkamai paruošti profesiniam ir socialiniam gyvenimui, orientuotam į šiuolaikines technologijas [9]. Dėl šios priežasties 2022 m. rugpjūtį Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija atnaujino bendrojo ugdymo programas [10]. Ankstesnėse bendrojo ugdymo programose daugiausia dėmesio buvo skiriama bendrosioms ir dalykinėms kompetencijoms ugdyti [30]. Atnaujintose ugdymo programose pabrėžiamas tokių kompetencijų kaip komunikavimo, kūrybiškumo, pažinimo, pilietiškumo, skaitmeninės, socialinės, kultūrinės, emocinės bei sveikos gyvensenos ugdymas [10].

Atsinaujinus bendrosioms ugdymo programoms, mokymosi turinys praturtėjo temomis, orientuotomis į šiuolaikines technologijas. Į bendrąsias ugdymo programas įtrauktos tokios temos kaip vektorinės grafikos ypatumai, vektorinės grafikos failų formatai, animuotų 2D ir 3D kompiuterinės grafikos objektų kūrimas, modeliavimas, projektavimas bei braižybos pagrindai, taip pat konstravimo ir gamybos technologijos [10]. Šios temos tiesiogiai siejasi su „FabLab“ naudojama įranga – nuo lazerinių pjaustyklių ir 3D spausdintuvų iki elektronikos komponentų ir programinės įrangos, skirtos modeliuoti bei projektuoti.

Lietuvos švietimo įstaigose veikia ne viena gamybos laboratorija ar bent dalis jos įrangos. Šiuo metu Vilniaus savivaldybės mokyklose yra įkurta 35 „FabLab“ [31]. Kiekvienas regioninis STEAM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos) atviros prieigos centras turi po vieną gamybos laboratoriją, Lietuvos yra 10 tokių laboratorijų [32]. Tarptautinės „FabLab“ bendruomenės duomenimis, Lietuvoje registruotos dvi atviros gamybos laboratorijos – „FabLab Kaunas“ ir „FabLab Vilnius, Meškėnų laboratorija“ [33]. Mokiniai dirbdami šiose laboratorijose turi galimybę iš arčiau susipažinti su šiuolaikinėmis gamybos ir dizaino technologijomis [14]. Atlikdami veiklas tokiose laboratorijose, mokiniai ne tik gilina savo teorines žinias, bet ir lavina praktinius įgūdžius, susijusius su inžinerija, technologiniu projektavimu, kūrybiškumu ir problemų sprendimu [6]. Deja, nėra duomenų apie tai, kaip efektyviai Lietuvos mokytojai naudoja šią įrangą ugdymo procese ir su kokiais iššūkiais susiduria.

Apibendrinus, „FabLab“ yra gamybos laboratorijos, kurios suteikia galimybę paversti technologines idėjas realybe. „FabLab“ būdinga tokia įranga kaip 3D spausdintuvai, lazerinės pjovimo staklės, CNC frezavimo įrenginiai ir kiti įrenginiai, leidžiantys kurti ir įgyvendinti projektus įvairiose srityse – nuo dizaino iki inžinerijos. „FabLab“ dirbtuvės suteikia mokiniams puikią progą įgyti praktinių įgūdžių. Dirbdami su šiomis technologijomis, mokiniai ugdo kūrybiškumą, kritinį mąstymą, bendradarbiavimo ir problemų sprendimo gebėjimus – įgūdžius, kurie yra labai vertinami šiuolaikinėje darbo rinkoje. Lietuvoje „FabLab“ tampa vis dažnesniu švietimo sistemos komponentu, tačiau informacijos apie tai, ar mokytojai šią įranga naudoja pamokų metu, nėra.

## 1.2. Technologijų taikymo švietime iššūkiai

Šiuolaikinėje visuomenėje vykstant spartiems technologiniams pokyčiams, kinta ir ugdymo procesas. Technologinė pažanga veikia ne tik kasdienį gyvenimą ir darbo rinką, bet ir švietimo sistemą – atnaujinamos bendrosios ugdymo programos, modernizuojamos mokymosi erdvės, plečiamas įvairių technologinių priemonių taikymas. Nacionaliniuose strateginiuose dokumentuose akcentuojamas mokyklų infrastruktūros modernizavimas, STEAM ugdymo stiprinimas bei mokyklų bendruomenių kompetencijų tobulinimas, siekiant sudaryti šiuolaikiškas ugdymo(si) sąlygas [34].

Mokymo(si) procese vis dažniau taikomos įvairios technologinės priemonės – kompiuteriai, planšetės, išmanieji telefonai, jutikliai, 3D spausdintuvai, mikrovaldikliai ir kiti technologiniai sprendimai, kurie naudojami mokymo turiniui pateikti, praktinėms veikloms įgyvendinti bei mokinių veiklos rezultatams analizuoti [35].

Nors technologinės priemonės ugdymo procese naudojamos vis plačiau, jų integravimas į kasdienę mokytojų veiklą ne visada vyksta sklandžiai ir sėkmingai. Technologijoms taikyti nepakanka vien techninės infrastruktūros – svarbios ir mokytojų kompetencijos, pasirengimas bei tinkamos organizacinės sąlygos. Tyrimai rodo, kad praktikoje mokytojai dažnai susiduria su įvairiais iššūkiais, kurie apsunkina nuoseklų ir efektyvų technologijų naudojimą pamokose, todėl technologijų taikymas švietime vertinamas kaip sudėtingas procesas, apimantis ne tik techninius, bet ir organizacinius bei žmogiškuosius aspektus [36].

Technologijų integravimas į ugdymo procesą literatūroje apibūdinamas kaip sudėtingas ir įvairius lygmenis apimantis procesas, kurio sėkmė priklauso nuo tarpusavyje susijusių veiksnių. Naujesni tyrimai pabrėžia, kad technologijų taikymas švietime negali būti suprantamas vien kaip techninis sprendimas ar infrastruktūros klausimas – tai procesas, apimantis organizacines sąlygas, pedagoginius sprendimus ir individualų mokytojų pasirengimą [36, 37]. Nors mokyklose diegiamos įvairios technologinės priemonės, jų realus ir nuoseklus naudojimas dažnai susiduria su praktiniais sunkumais.

Vienas dažniausiai literatūroje minimų iššūkių – infrastruktūros ir techninės aplinkos trūkumai. Remiantis tyrimų rezultatais, technologijas į ugdymo procesą integruoti gali trukdyti ribotos galimybės naudotis įranga, nepakankamas interneto ryšys, techninės priežiūros stoka ir nepakankama organizacinė parama [38, 39]. Technologijų integravimo sėkmė priklauso ir nuo pačios mokyklos sprendimų – kokios priemonės įsigyjamos ir ar mokytojams bus užtikrinamas tinkamas pasirengimas jomis naudotis [40]. Net ir turint pakankamą infrastruktūrą, praktikoje gali kilti programinės įrangos suderinamumo, jos atnaujinimo ar techninės pagalbos trūkumo problemų, kurios riboja efektyvų technologijų taikymą ugdymo procese [41].

Taip pat pabrėžiama, kad technologijų integravimo sėkmę labiau lemia pedagoginiai nei techniniai veiksniai. Tyrimai rodo, jog vien technologinių priemonių prieinamumas neužtikrina mokymosi rezultatų gerėjimo – esminę reikšmę turi mokytojo gebėjimas jas integruoti į ugdymo turinį, parinkti tinkamas veiklas ir susieti technologijų naudojimą su aiškiais mokymosi tikslais [42]. Todėl mokytojų kompetencijos ir metodinis pasirengimas laikomi vienais svarbiausių veiksnių, lemiančių efektyvų technologijų taikymą.

Technologijų integravimas į ugdymo procesą taip pat siejamas su laiko stoka ir didėjančiu darbo krūviu. Technologijų taikymas reikalauja papildomo pasirengimo: veiklų planavimo, technologinių

priemonių išbandymo, mokinių darbų analizės ir refleksijos. Tyrimų duomenimis, pedagogai technologijų integravimą neretai suvokia kaip papildomą atsakomybę, kuri didina darbo apimtį ir reikalauja papildomų laiko bei organizacinių išteklių. Esant ribotam laikui ir nepakankamai paramai, technologijų naudojimas dažnai lieka tik epizodinis arba paviršutiniškas [39, 43].

Svarbią reikšmę technologijų integravimui turi organizacinė ir metodinė parama. Tyrimai atskleidžia, kad technologijų taikymas tampa efektyvesnis tada, kai mokyklose skatinamas bendradarbiavimas, sudaromos sąlygos dalintis patirtimi ir teikiama konsultacinė bei techninė pagalba. Priešingu atveju technologijų naudojimas dažniausiai priklauso nuo pavienių mokytojų iniciatyvos, o ne nuo sistemingo mokyklos sprendimo [36, 44].

Be to, literatūroje akcentuojama pokyčių valdymo svarba. Technologijų integravimas dažnai susijęs su darbo organizavimo, mokymo metodų ar vertinimo praktikų kaita, todėl mokytojams tenka peržiūrėti nusistovėjusias darbo praktikas ir taikyti naujus veiklos būdus. Jei šie pokyčiai nėra aiškiai suplanuoti ir tinkamai palaikomi, gali kilti neapibrėžtumo jausmas ar pasipriešinimas. Tokiu atveju technologijos gali būti suvokiamos ne kaip pagalba ugdymo procese, o kaip papildoma našta [43, 45].

Technologijų integravimas į ugdymo procesą susijęs su įvairiais iššūkiais, kurie pasireiškia techniniu, kompetenciniu, organizaciniu ir individualiu lygmenimis. Vien tik technologijų įsigijimas ar diegimas savaime neužtikrina jų veiksmingo taikymo praktikoje. Kad technologijos būtų naudojamos nuosekliai ir prasmingai, svarbu stiprinti dalykines mokytojų kompetencijas, užtikrinti metodinę ir organizacinę paramą bei sudaryti sąlygas bendradarbiavimui ir patirties dalijimuisi.

### 1.3. „FabLab“ integravimo iššūkiai tarptautinėje praktikoje

Technologijų integravimo iššūkiai ypač aiškiai atsiskleidžia praktikoje. „FabLab“ technologijų taikymas mokyklose leidžia detaliau įvertinti, su kokiais praktiniais ir profesiniais sunkumais susiduria mokytojai. Užsienio mokyklų patirtis šiuo aspektu suteikia vertingų įžvalgų apie realias „FabLab“ technologijų integravimo problemas.

Mokytojai užsienio mokyklose susiduria su įvairiomis problemomis siekdami visiškai išnaudoti „FabLab“ galimybes pamokų metu. Vienas iš reikšmingiausių – perėjimas nuo tradicinio, struktūruoto mokymo prie projektinių veiklų. Tradicinėje pamokoje viskas aiškiai struktūruota, o „FabLab“ veiklose mokymasis vyksta per laisvesnius, kūrybinius projektus, kurie neturi vieno teisingo atsakymo, todėl reikalauja kitokio mokytojo vaidmens ir didesnio lankstumo [9, 46].

Taip pat mokytojams dažnai trūksta technologinių žinių, kurios būtinos dirbant su „FabLab“ ir programine įranga. Intensyvus darbas su šia įranga reikalauja nemažai laiko ir pastangų, todėl tampa papildomu iššūkiu mokytojams, siekiantiems įvaldyti naujas technologijas ir efektyviai pritaikyti jas pamokose [47, 48]. Be to, „FabLab“ veiklų planavimas ir įgyvendinimas reikalauja papildomo laiko – tiek pasirengti užsiėmimams, tiek organizuoti praktines veiklas pamokų metu [49]. Tai ypač sudėtinga esant dideliam darbo krūviui ir ribotoms laiko galimybėms.

Tyrimuose pabrėžiama, kad į egzaminų rezultatus orientuota ugdymo sistema gali riboti kūrybiškų ir projektinio pobūdžio veiklų taikymą. Mokytojai jaučia atsakomybę už mokinių pasiekimus, todėl didelė dalis dėmesio skiriama pasirengimui standartizuotiems vertinimams, o galimybės į ugdymo procesą įtraukti „FabLab“ technologijų taikymą ir kitus kūrybiškus mokymo metodus tampa ribotesnės [50].

Mokytojai, norėdami sėkmingai integruoti „FabLab“ technologijas į savo pamokas, susiduria su iššūkiais. Vienas didžiausių – pereiti prie kūrybiško, projektiniu pagrindu paremto mokymo, kur nėra vieno teisingo atsakymo. Papildomai, dažnai technologijų žinių stoka ir laiko trūkumas trukdo efektyviai išnaudoti šios įrangos teikiamas galimybes.

## 1.4. Mokytojų saviugda, profesinis bendradarbiavimas ir kompetencijų bei laiko stygiaus problematika „FabLab“ integravimo kontekste

Šiuolaikinėje švietimo sistemoje mokytojo profesinė veikla pasižymi nuolatine kaita. Technologinė pažanga, atnaujinamos ugdymo programos ir besikeičiantys mokinių poreikiai lemia, kad mokytojo kompetencijos negali išlikti statiškos. Profesinė saviugda tampa ne atsitiktiniu ar epizodiniu procesu, o nuolatine veikla, apimančia žinių atnaujinimą, refleksiją apie savo praktiką ir gebėjimą prisitaikyti prie naujų ugdymo situacijų [39]. Tokiu būdu saviugda suvokiama kaip sąmoningas ir tęstinis profesinio augimo procesas [51].

Vis dėlto profesinis tobulėjimas nėra vien individuali atsakomybė. Bendradarbiavimas su kolegomis, dalijimasis patirtimi ir kolegialus mokymasis reikšmingai prisideda prie mokytojų profesinių kompetencijų stiprinimo bei didina pasitikėjimą savo veikla [52]. Profesinis bendradarbiavimas sudaro sąlygas aptarti kylančius iššūkius, ieškoti sprendimų ir reflektuoti praktiką kartu su kitais pedagogais, taip mažinant profesinę izoliaciją ir stiprinant profesinę bendruomenę [53].

### 1.4.1. Mokytojų saviugda: samprata ir reikšmė profesiniam tobulėjimui

Mokytojų saviugda mokslinėje literatūroje apibūdinama kaip tęstinis, sąmoningas ir dažnai paties pedagogo inicijuotas profesinio tobulėjimo procesas [54, 55]. Saviugda glaudžiai siejama su savivaldžiu mokymusi, kai mokytojas pats identifikuoja savo profesinius poreikius, planuoja mokymosi veiklas, pasirenka išteklius ir vertina savo pažangą. Tokia profesinio tobulėjimo forma skatina mokytojo autonomiją, lankstumą ir atsakomybę už savo profesinį augimą. Tačiau tyrimuose pabrėžiama, kad saviugda gali kelti ir iššūkių – ypač kai trūksta profesinės paramos ar bendradarbiavimo galimybių [56].

Tyrimai atskleidžia, kad mokytojų saviugda vyksta skirtingose veiklos srityse ir apima įvairias profesinio mokymosi formas. Literatūroje išskiriamos tokios saviugdos kryptys kaip akademinė veikla (mokslinių šaltinių analizė, metodinės literatūros studijavimas) [57], refleksinė praktika (savo pedagoginės veiklos apmąstymas, grįžtamojo ryšio analizė) [58], praktinė veikla (naujų metodų išbandymas, veiklos tyrimai) [57] ir bendradarbiavimu grįstas mokymasis (profesiniai pokalbiai, kolegų stebėjimas, dalijimasis patirtimi) [59]. Šios veiklos rodo, kad saviugda nėra vien individualus žinių kaupimas – ji apima nuolatinį profesinės praktikos tobulinimą ir jos refleksyvų vertinimą. Tokia veiklų įvairovė atskleidžia, kad saviugda gali būti tiek individuali, tiek kolegialiai grindžiama, o jos turinys apima pažintinį, refleksinį ir praktinį profesinio augimo lygmenis.

Šiuolaikinėje švietimo aplinkoje svarbi saviugdos kryptis tampa mokytojų mokymasis skaitmeninėje erdvėje, nes mokytojai vis dažniau renkasi internetines aplinkas savo profesiniam tobulėjimui [60]. Tyrimai atskleidžia, kad jie aktyviai įsitraukia į savarankišką mokymąsi internete – ieško metodinės medžiagos, dalyvauja virtualiose diskusijose, analizuoja kolegų patirtis ir reflektuoja savo praktiką, naudodamiesi platformomis, kurios suteikia galimybių bendradarbiauti ir susipažinti su įvairiomis ugdymo praktikomis [61]. Tokios veiklos pasižymi lankstumu, prieinamumu ir galimybe mokytis individualiu tempu, tačiau kartu reikalauja aukšto savireguliacijos lygio, gebėjimo atsirinkti

patikimus informacijos šaltinius ir kritiškai vertinti turinio kokybę. Skaitmeninėje erdvėje vykstanti saviugda dažnai yra fragmentuota ir mažiau struktūruota nei formali profesinio tobulėjimo veikla, todėl jos veiksmingumas priklauso nuo mokytojo gebėjimo kryptingai planuoti savo mokymosi procesą ir reflektuoti įgytas patirtis [62].

Technologijų plėtra taip pat atveria naujas saviugdos galimybes. Pavyzdžiui, virtualaus ugdomojo vadovavimo modeliai ar dirbtinio intelekto įrankiai gali padėti mokytojams planuoti pamokas, generuoti idėjas ir reflektuoti savo pedagoginę veiklą [63, 64]. Tyrimai atskleidžia, kad technologijų integravimas į profesinį tobulėjimą reikalauja kryptingos paramos ir gebėjimo kritiškai vertinti naudojamus įrankius [65].

Saviugda yra esminė ir neatsiejama mokytojo profesinio tobulėjimo dalis, užtikrinanti tęstinį, sąmoningą ir kontekstualų profesinį augimą. Ji leidžia mokytojui lanksčiai reaguoti į kintančius ugdymo poreikius, kryptingai tobulinti savo pedagoginę praktiką ir stiprinti profesinę tapatybę, nes mokymasis grindžiamas realiomis kasdienės veiklos situacijomis. Saviugda apima akademinę, refleksinę, praktinę ir bendradarbiavimu grįstą veiklą, o šiuolaikinėje skaitmeninėje aplinkoje įgauna dar platesnes galimybes, kartu reikalaudama aukšto savireguliacijos ir kritinio mąstymo lygio. Skirtingai nei formalūs mokymai, saviugda sudaro prielaidas individualizuotam, nuosekliam ir prasmingam profesiniam tobulėjimui, tiesiogiai susietam su mokytojo darbo kontekstu ir orientuotam į ilgalaikį pedagoginės praktikos gerinimą.

### 1.4.2. Profesinis bendradarbiavimas kaip saviugdos stiprinimo veiksnys

Profesinis bendradarbiavimas mokslinėje literatūroje apibrėžiamas kaip kryptinga pedagogų sąveika, apimanti dalijimąsi pedagogine patirtimi, tarpusavio mokymąsi ir bendrą problemų sprendimą siekiant tobulinti ugdymo praktiką [66]. Kolegialus bendradarbiavimas laikomas viena svarbiausių mokytojų profesinio tobulėjimo prielaidų, nes sudaro sąlygas reflektuoti savo veiklą, mokytis iš kolegų ir perimti gerąją patirtį [67]. Tyrimai rodo, kad bendradarbiaujantys mokytojai aktyviau analizuoja mokymo situacijas, diskutuoja apie taikomus metodus ir kartu ieško sprendimų iškilusioms pedagoginėms problemoms spręsti [68].

Vienas veiksmingiausių profesinio bendradarbiavimo modelių mokyklose yra struktūruotas mokytojų darbas mažose profesinio mokymosi grupėse. Tokiose grupėse pedagogų sąveika grindžiama bendra vizija, kolektyviniu mokymusi ir refleksyviu dialogu. Mokytojai sistemingai bendradarbiauja: dalijasi mokymo medžiaga, kartu planuoja pamokas, analizuoja mokinių pasiekimų duomenis ir aptaria savo pedagoginę praktiką, taip stiprindami profesines kompetencijas bei kurdami palaikančią profesinio augimo kultūrą [69].

Kolegialus mokymasis ypač sustiprėja tada, kai bendradarbiavimas apima bendrą pamokų planavimą, stebėjimą ir aptarimą. Zhigalova [70] teigia, kad dialoguose, kuriuose mokytojai vieni kitiems konstruktyviai užduoda klausimus, kelia iššūkius ir reflektuoja praktines situacijas, atsiskleidžia didesnis profesinio mokymosi potencialas. Tokia profesinė sąveika ne tik skatina gilesnį pedagoginių sprendimų supratimą, bet ir kuria saugią aplinką eksperimentuoti bei taikyti inovatyvius metodus [66].

Tarpusavio pagalba sprendžiant problemas taip pat laikoma svarbiu saviugdos stiprinimo veiksniu. Bendradarbiaujantys mokytojai, dalydamiesi žiniomis ir patirtimi, kuria paramos tinklą, kuris didina profesinį pasitikėjimą ir motyvaciją [66]. Empiriniai tyrimai rodo, kad struktūruotas

bendradarbiavimas ir kolektyvinis problemų sprendimas stiprina mokytojų profesinį augimą bei skatina nuoseklų pedagoginės praktikos tobulinimą [67].

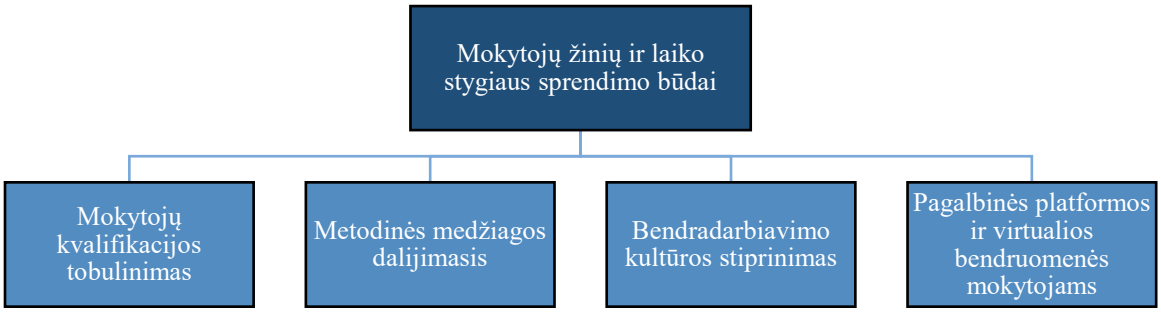
Profesinis bendradarbiavimas yra svarbus mokytojų saviugdos veiksnys, nes dalijantis patirtimi, diskutuojant su kolegomis ir kartu sprendžiant profesines problemas gilinamos profesinės žinios, stiprinami refleksijos gebėjimai ir nuosekliai tobulinama pedagoginė praktika. Struktūruotas darbas profesinio mokymosi grupėse, paremtas bendra kryptimi ir sistemingu veiklų aptarimu, padeda užtikrinti kryptingą ir tęstinį profesinį augimą [69]. Kolegialus mokymasis bei tarpusavio pagalba didina mokytojų pasitikėjimą savo profesinėmis galimybėmis, stiprina motyvaciją ir kuria palaikančią darbo aplinką, kurioje saviugda tampa nuolatiniu ir sąmoningu procesu [66, 67].

### 1.4.3. Mokytojų žinių ir laiko stygiaus iššūkių sprendimo kryptys ir jų taikymo galimybės

Ankstesniuose skyriuose aptarta gamybos laboratorijų reikšmė šiuolaikiniam ugdymui, technologijų integravimo iššūkiai bei mokytojų saviugdos ir profesinio bendradarbiavimo svarba. Atskleista, kad technologijų taikymas pamokose nėra vien techninis klausimas – jis susijęs su mokytojų kompetencijomis, laiko planavimu, organizacine parama ir profesiniu pasitikėjimu [36, 37].

Išryškėjo, kad mokytojų patiriama žinių ir laiko stygiaus problema yra kompleksinė ir pasireiškia skirtingais lygmenimis. Ji apima ne tik individualių kompetencijų stoką ar laiko trūkumą pasirengti veikloms, bet ir metodinės pagalbos prieinamumo ribotumą bei ribotas galimybes nuosekliai bendradarbiauti su kolegomis. Tokia daugialypė situacija leidžia teigti, kad pavieniai sprendimai, pavyzdžiui, pavieniai mokymai ar metodinės medžiagos pateikimas – gali padėti spręsti atskiras problemas, tačiau neužtikrina ilgalaikio ir nuoseklaus profesinio augimo.

Norint įveikti mokytojų žinių ir laiko stygiaus iššūkius, būtina taikyti visapusišką ir kompleksinį požiūrį. Tyrimai rodo, kad esminiai sprendimai apima mokytojų kvalifikacijos tobulinimą, efektyvų metodinės medžiagos dalijimąsi, bendradarbiavimo kultūros stiprinimą bei pagalbinių platformų ar virtualių bendruomenių kūrimą (žr. 1 pav.) [44, 52, 70, 71, 72, 73].




**1 pav.** Mokytojų žinių ir laiko stygiaus sprendimo būdų schema

Mokymai mokytojams yra labai svarbūs siekiant suteikti pedagogams reikiamų įgūdžių ir žinių. Nuolatinio profesinio tobulėjimo programos gali padėti mokytojams nuolat susipažinti su naujausia švietimo praktika ir technologijomis. Kaip rodo tyrimai, mokymai, apimantys praktinius užsiėmimus su šiuolaikinėmis technologijomis, padeda mokytojams efektyviau integruoti šiuos įrankius į ugdymo procesą, tuo pačiu skatinant mokinių įsitraukimą ir konstruktyvų mokymąsi. Tokie mokymai suteikia pedagogams kompetencijas valdyti mokymo procesus bei kurti edukacinius projektus, atitinkančius informacinės visuomenės poreikius. Be to, jie leidžia mokytojams ugdyti pagrindinius gebėjimus,

tokius kaip kompetencijų ugdymas ir šiuolaikinių mokymo metodų taikymas, kas palengvina darbą su mokiniais ir didina ugdymo proceso efektyvumą [70].

Taip pat svarbų vaidmenį atlieka gerosios praktikos dalijimasis tarp mokytojų. Tyrimai atskleidžia, kad kolegialumas ir tarpusavio bendradarbiavimas padeda mokytojams tobulinti profesinius įgūdžius bei efektyviau organizuoti ugdymo procesą. Tokie santykiai ne tik prisideda prie profesinio mokytojų augimo, bet ir gerina mokinių mokymosi rezultatus [71]. Kaip pastebi Maravilhas [72], mokytojų bendradarbiavimas stiprina jų gebėjimus ir skatina kurti kūrybiškesnę bei efektyvesnę ugdymo aplinką. Dalijimasis patirtimi leidžia mokytojams atrasti naujus mokymo metodus ir sprendimus, taikomus įvairiose situacijose, kartu stiprinant bendruomeninius ryšius bei sprendžiant kylančius iššūkius [71, 72].

Be to, svarbu akcentuoti bendradarbiavimą tarp pedagogų. Jis skatina profesinį tobulėjimą ir teikia galimybę mokytojams padėti vienas kitam spręsti kasdienes ugdymo proceso problemas. Mokytojų bendradarbiavimas ir keitimasis idėjomis padeda kurti efektyvesnius mokymo metodus, o dalijimasis patirtimi stiprina mokytojų pasitikėjimą savimi ir mažina darbo įtampą [52]. Be to, kaip teigia Rakhmetov ir kt. [73], dalyvavimas bendruose projektuose ir diskusijose leidžia pedagogams kurti kūrybiškesnę ir inovatyvesnę ugdymo aplinką, kurioje sprendžiamos problemos tampa galimybėmis tobulinti mokymo procesą.

Dar vienas būdas norint padėti mokytojams įveikti žinių ir laiko stygiaus keliamus iššūkius yra platformų arba virtualių bendruomenių kūrimas. Virtualios bendruomenės leidžia mokytojams dalintis įžvalgomis ir klausimais, taip stiprinant bendradarbiavimą bei sudarant sąlygas greitai reaguoti į problemas, gilinti profesinius įgūdžius. Tokių platformų struktūruotos diskusijos taip pat padeda analizuoti mokymo praktikas, dalintis patirtimi bei spręsti profesinius iššūkius, taip stiprinant mokytojų kompetencijas ir kuriant bendrą profesinę kultūrą [44]. Be to, pandemijos laikotarpiu įdiegti skaitmeniniai įrankiai ir platformos, parodė, kad pedagoginių sistemų plėtojimas ne tik padidina mokytojų skaitmenines kompetencijas, bet ir leidžia kurti lanksčias ir prieinamas mokymosi aplinkas. Šios platformos suteikia galimybę ne tik mokytis nuotoliniu būdu, bet ir kurti mokomąją medžiagą, stiprinant pedagogų pasirengimą naudotis šiuolaikinėmis technologijomis ir prisitaikyti prie besikeičiančios švietimo aplinkos [73].

Aptartos sprendimų kryptys prisideda prie mokytojų žinių ir laiko stygiaus mažinimo, tačiau kiekviena jų sprendžia tik dalį iššūkių. Siekiant aiškiau parodyti šių krypčių galimybes ir ribotumus, jų pagrindiniai bruožai apibendrinti 1 lentelėje.

**1 lentelė.** Mokytojų žinių ir laiko stygiaus sprendimo krypčių palyginimas

| **Sprendimo kryptis** | **Sprendžiami iššūkiai** | **Stiprybės** | **Ribotumai** |
|---|---|---|---|
| Mokytojų kvalifikacijos tobulinimas | Kompetencijų ir pasitikėjimo stoka | Suteikia žinių ir praktinių įgūdžių | Dažnai pavieniai, neužtikrina tęstinumo |
| Metodinės medžiagos dalijimasis | Pasirengimo pamokoms laiko trūkumas, praktinių pavyzdžių stoka | Taupo laiką, leidžia remtis kolegų patirtimi | Be refleksijos gali likti paviršutiniški |
| Bendradarbiavimo kultūros stiprinimas | Kolegialios paramos trūkumas | Skatina profesinį augimą, mažina įtampą | Gali būti fragmentiškas ir neorganizuotas |
| Pagalbinės platformos ir virtualios bendruomenės mokytojams | Informacijos prieinamumo ir konsultacijų trūkumas | Lankstumas, galimybė nuolat bendrauti ir kaupti turinį | Jei neintegruota – gali veikti kaip pasyvi saugykla |

Mokytojų iššūkių sprendimas reikalauja visapusiško požiūrio, apimančio kvalifikacijos tobulinimą, efektyvų metodinės medžiagos dalijimąsi, bendradarbiavimo kultūros stiprinimą ir inovatyvių platformų kūrimą. Mokytojams svarbu ne tik įgyti praktinius įgūdžius darbui su naujomis technologijomis, bet ir turėti galimybę dalyvauti skaitmeninėse aplinkose, kuriose dalijamasi patirtimi, reflektuojama praktika ir sprendžiami kasdieniai iššūkiai. Tokios iniciatyvos skatina pedagogų profesinį tobulėjimą, mažina įtampą darbe ir prisideda prie mokinių pasiekimų gerinimo.

Vis dėlto, lentelėje pateikta analizė atskleidžia, kad kiekviena iš aptartų sprendimų krypčių sprendžia tik tam tikrą problemos dalį. Kvalifikacijos tobulinimas stiprina kompetencijas, tačiau ne visada užtikrina tęstinę pagalbą praktikoje; metodinės medžiagos dalijimasis taupo laiką, tačiau be diskusijų gali likti paviršutiniškas; bendradarbiavimas stiprina profesinius ryšius, tačiau gali būti epizodinis; skaitmeninės platformos sudaro sąlygas lanksčiam bendravimui, tačiau be aiškios struktūros gali veikti fragmentiškai.

Aptarus mokytojų patiriamų iššūkių sprendimo aspektus, tampa aišku, kad kompleksinės problemos sprendimui nepakanka vieno sprendimo būdo – būtina derinti skirtingas priemones ir sudaryti sąlygas jų tarpusavio sąveikai. Sėkminga „FabLab“ technologijų integracija į ugdymo procesą reikalauja ne tik teorinės medžiagos ir praktinių mokymų, bet ir galimybės gauti konsultacijas, dalytis patirtimi bei spręsti problemas realiu laiku.

Tokias funkcijas galėtų atlikti specialiai sukurta virtualioji aplinka, kuri sudarytų sąlygas mokytojams bendrauti ir bendradarbiauti, suteiktų prieigą prie metodinės medžiagos, sudarytų galimybes diskusijoms, konsultacijoms ir savarankiškam mokymuisi. Tokia aplinka leistų ne tik spręsti konkrečius praktinius klausimus, bet ir sudarytų sąlygas kryptingam profesiniam augimui bei saviugdai.

Dėl to, siekiant išsiaiškinti esamus iššūkius ir suprasti, ar mokytojams būtų naudinga tokia virtualioji aplinka, buvo atliktas kiekybinis tyrimas. Apklausos tikslas – įvertinti, kokius sunkumus mokytojai patiria dirbdami su „FabLab“ įranga ir ar jie mato poreikį tokiai aplinkai. Antrame skyriuje pateikiami tyrimo metodai ir rezultatai.

### 1.5. Skyriaus išvados

1. „FabLab“ laboratorijos sudaro reikšmingas prielaidas šiuolaikiniam, į mokinį orientuotam, ugdymui, nes leidžia taikyti praktines inžinerines, kūrybines ir problemų sprendimo kompetencijas. Jų koncepcija ir raida rodo, kad šios erdvės yra globaliai pripažintos kaip inovacijų ir mokymosi per praktiką centrai.
2. Technologijų integravimas į ugdymo procesą išlieka sudėtingas ir daugialypis, nes jį riboja infrastruktūros trūkumai, mokytojų technologinių ir metodinių kompetencijų stoka, laiko ištekliai ir nepakankama organizacinė parama. Šie veiksniai lemia, kad technologijos, įskaitant „FabLab“, dažnai naudojamos epizodiškai.
3. Tarptautinė praktika patvirtina, kad „FabLab“ integravimas kelia specifinių iššūkių, susijusių su perėjimu nuo tradicinio mokymo prie projektinio, didesniu mokytojų pasirengimo poreikiu ir papildomomis laiko sąnaudomis. Šios problemos yra universalios ir būdingos daugeliui švietimo sistemų.
4. Mokytojų saviugda ir profesinis bendradarbiavimas yra esminiai veiksniai, lemiantys sėkmingą „FabLab“ technologijų taikymą, nes padeda kompensuoti žinių ir laiko stygių, suteikia galimybę

dalintis patirtimi ir gauti metodinę paramą. Be nuoseklios saviugdos ir bendruomeninės pagalbos technologijų integravimas tampa fragmentiškas.

5. Identifikuotos problemos atskleidžia aiškų poreikį sistemingai organizuotai paramai, kuri užtikrintų mokytojams prieinamą, nuoseklią ir bendradarbiavimu grįstą mokymosi aplinką. Tai sudaro teorinį pagrindą virtualiosios aplinkos kūrimui, siekiant stiprinti mokytojų kompetencijas ir didinti „FabLab“ technologijų panaudojimo efektyvumą ugdymo procese.

## 2. Mokytojų patiriamų iššūkių, virtualiosios aplinkos poreikio ir pageidaujamų funkcionalumų tyrimas

Šiame skyriuje pristatomi du tyrimai, kurių tikslas – išanalizuoti mokytojų patiriamus „FabLab“ integravimo iššūkius ir nustatyti virtualiosios aplinkos poreikį bei pageidaujamus funkcionalumus. Abu tyrimai sudaro vieną empirinę poreikių analizės fazę, kuri yra būtina virtualiosios aplinkos projektavimui.

### 2.1. Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą ir poreikis virtualiajai aplinkai

Kaip paminėta anksčiau, norint išsiaiškinti, su kokiais sunkumais mokytojai susiduria integruodami „FabLab“ įrangą į ugdymo procesą bei įvertinti virtualiosios aplinkos poreikį, buvo atliktas kiekybinis tyrimas. Kiekybinio tyrimo tikslas – išsiaiškinti mokytojų patiriamus iššūkius integruojant „FabLab“ įrangą į ugdymo procesą bei nustatyti virtualiosios aplinkos poreikį. Tyrimo metu surinkti duomenys buvo analizuojami laikantis tyrimų etikos reikalavimų ir užtikrinant duomenų anonimiškumą.

Kiekybinio tyrimo klausimyną sudarė 23 klausimai, suskirstyti į 4 sekcijas: respondentų demografinė informacija ir profesinė patirtis, mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą pamokose, virtualiosios aplinkos poreikis ir „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvos (žr. 1 priedą). Klausimynas buvo parengtas naudojant „Google Forms“ internetinę platformą ir išplatintas nuotoliniu būdu.

#### 2.1.1. Dalyviai

Tyrime buvo aiškiai apibrėžta respondentų tikslinė grupė. Respondentai – technologijų, informatikos, gamtos mokslų, matematikos, dailės ir kiti mokytojai, dirbantys pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo pakopose ir naudojantys ar svarstantys naudoti „FabLab“ įrangą ugdymo procese.

Tyrime dalyvavo 31 bendrojo ugdymo mokyklos mokytojas. Dauguma jų dirba valstybinėse švietimo įstaigose, o tik nedidelė dalis – privačiose mokyklose. Vertinant pagal lytį, tyrime dominavo moterys, tačiau dalyvavo ir keli vyrai mokytojai.

Respondentų amžius buvo gana įvairus – nuo vidutinio iki vyresnio amžiaus pedagogų. Didelė dalis dalyvių priklausė 41–60 metų amžiaus grupėms, tačiau buvo ir jaunesnių bei vyresnių specialistų. Pedagoginio darbo patirties spektras platus – nuo pradedančiųjų iki daugiau nei keturis dešimtmečius švietimo srityje dirbančių mokytojų. Dauguma respondentų turėjo daugiau nei dešimties metų profesinės patirties, o kai kurie – ir daugiau nei tris dešimtmečius.

Geografiškai tyrime dalyvavo pedagogai iš įvairių Lietuvos vietovių – miestų, miestelių, didžiųjų miestų bei kaimo teritorijų ugdymo įstaigų. Dalyviai atstovavo įvairioms mokomųjų dalykų sritims, tačiau tarp jų išsiskyrė informatikos, biologijos, chemijos bei pradinio ugdymo mokytojai. Tokia dalykų įvairovė parodo, kad „FabLab“ technologijų integracija domina skirtingų sričių pedagogus, nepriklausomai nuo jų specializacijos.

Tyrime buvo siekiama išsiaiškinti „FabLab“ technologijų integracijos ypatumus pradiniame, pagrindiniame ir viduriniame ugdyme. Dauguma respondentų dirbo pagrindinio ugdymo pakopoje, kiek mažiau – viduriniame ugdyme, o mažiausiai – pradiniame ugdyme. Tai rodo, jog šios technologijos dažniausiai siejamos su mokinių ugdymu vyresnėse klasėse, tačiau domėjimasis jomis pastebimas ir pradinio ugdymo lygmenyje. Tyrime dalyvavo mokytojai iš 28 skirtingų ugdymo

įstaigų, esančių 10 skirtingų Lietuvos savivaldybių. Savivaldybės, iš kurių buvo respondentai, apima: Vilniaus, Šilalės rajono, Marijampolės, Vilkaviškio, Kalvarijos, Kazlų Rūdos, Prienų, Plungės, Kauno bei Druskininkų savivaldybes.

Apklausoje buvo pritaikyta kryptinga klausimų struktūra. Atsakant į klausimą „Ar ugdymo įstaigoje, kurioje dirbate, yra „FabLab“ ar prieiga prie „FabLab“ įrangos?“ (pvz., 3D spausdintuvai, lazerinės staklės, CNC frezavimo staklės, mikrovaldikliai ir kita), respondentai buvo suskirstyti į dvi grupes. Dauguma respondentų – 17 (54,8 %) – pažymėjo „ne“, o likę 14 (45,2 %) atsakė „taip“.

Respondentai, atsakę „taip“, buvo nukreipti į klausimus, susijusius su Mokytojų patiriamais iššūkiais integruojant „FabLab“ įrangą pamokose. Tuo tarpu tie, kurie atsakė „ne“, buvo nukreipti į klausimus, susijusius su „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvomis.

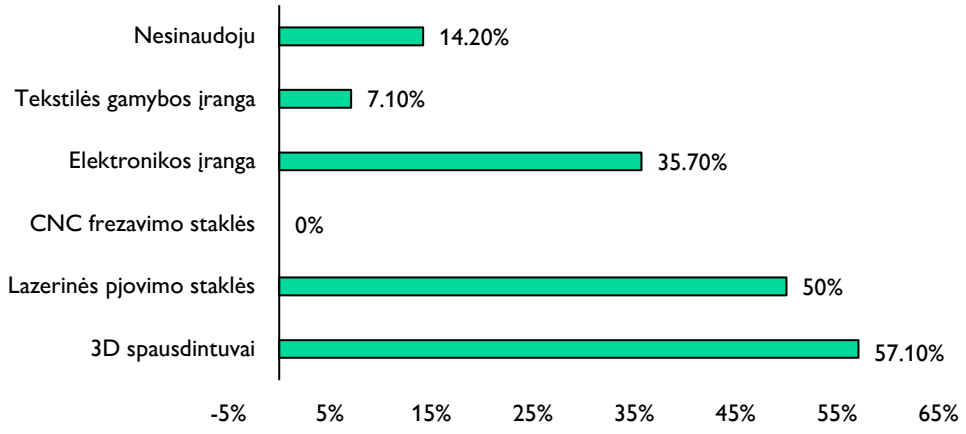
Tyrimu nustatyta, kad imtis yra reprezentatyvi ir atspindi skirtingas darbo aplinkas, patirtį bei ugdymo kontekstus. Surinkti duomenys padės geriau suprasti „FabLab“ įrangos integracijos galimybes, mokytojų patiriamus iššūkius bei šių laboratorijų poreikį ugdymo procese.

### 2.1.2. Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „Fablab“ įrangą pamokose

Sekcijoje „Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą pamokose“ siekiama išsiaiškinti, su kokiais iššūkiais susiduria mokytojai, naudodami „FabLab“ įrangą ugdymo procese. Šios dalies tikslas – identifikuoti pagrindines problemas, trukdančias efektyviai integruoti šią įrangą į pamokas, bei suprasti, kokie veiksniai riboja mokytojų galimybes ją naudoti. Šiam tikslui pasiekti buvo pateikti 7 klausimai, siekiant išsamiai išsiaiškinti mokytojų patiriamus iššūkius integruojant „FabLab“ įrangą pamokose.

Vertinant „FabLab“ įrangos naudojimo dažnumą, nustatyta, kad ji taikoma nereguliariai. Didžiausia dalis respondentų, 35,7%, nurodė, kad įrangą naudoja kelis kartus per metus. Antra pagal dydį grupė, sudaranti 28,6%, atsakė, kad nesinaudoja šia įranga visai. Trečia grupė, 21,4% respondentų, įrangą naudoja kartą per mėnesį. Mažesnė dalis apklaustųjų, 7,1%, įrangą naudoja kelis kartus per mėnesį. 7,1% respondentų atsakė, kad įranga naudojasi kiekvieną savaitę. Šie duomenys atskleidžia, kad nors dalis mokytojų naudojasi „FabLab“ įranga reguliariai, dauguma ją naudoja retai arba visai nesinaudoja.

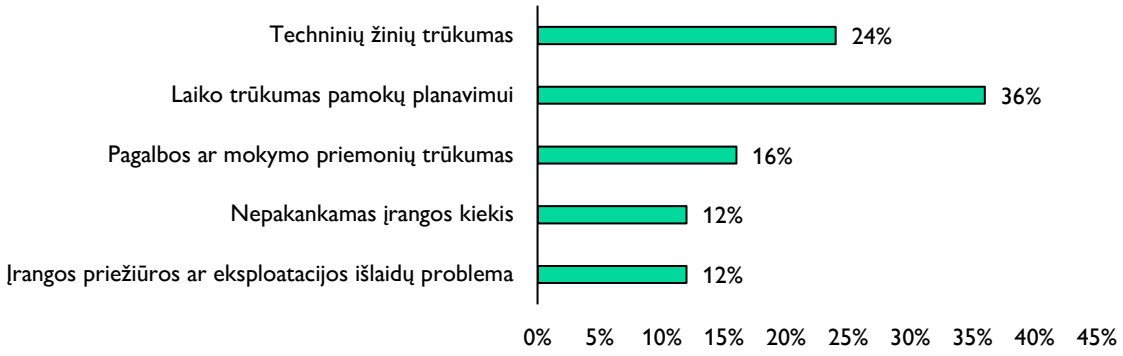
Duomenys apie mokytojų naudojamą „FabLab“ įrangą pateikti 2 paveikslėlyje.




**2 pav.** FabLab įrangos naudojimo pasiskirstymas veikloje

Dažniausiai „FabLab“ įranga, naudojama respondentų veikloje, yra 3D spausdintuvai, lazerinės pjovimo staklės ir elektronikos įranga. Labai maža dalis respondentų naudoja tekstilės gamybos įranga, o CNC frezavimo staklių nenaudoja niekas.

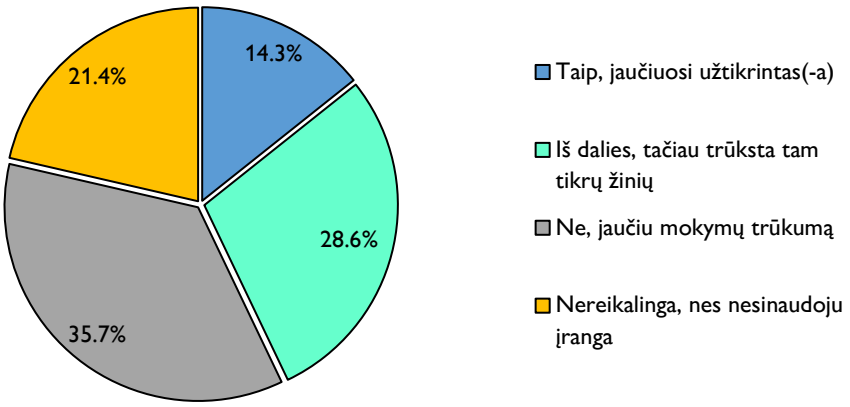
Klausimas „Su kokiais sunkumais susiduriate naudodamiesi „FabLab“ įranga?“ leidžia išskirti pagrindinius iššūkius (žr. 3 pav.).




**3 pav.** Sunkumai, su kuriais susiduria mokytojai, naudodami „FabLab“ įrangą

Didžiausia dalis respondentų, 36%, nurodė, kad pagrindinis sunkumas yra laiko trūkumas pamokų planavimui. Antra pagal dydį problema yra techninių žinių trūkumas, kurią įvardijo 24% apklaustųjų. 16% respondentų susiduria su pagalbos ar mokymo priemonių trūkumu, o 12% apklaustųjų įvardijo įrangos priežiūros ar eksploatacijos išlaidų problemą bei nepakankamą įrangos kiekį.

Klausimo „Ar gavote pakankamai mokymų dirbti su „FabLab“ įranga?“ rezultatai pateikti 4 paveikslėlyje.



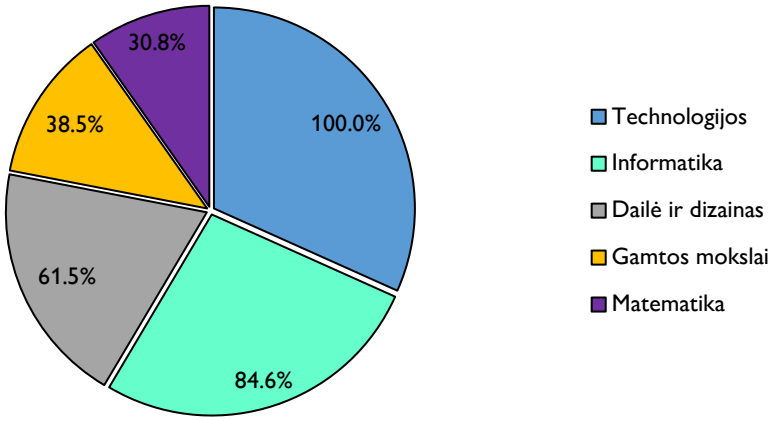

**4 pav.** „FabLab“ įrangos naudojimo mokymų pakankamumas mokytojams

Didžiausia dalis respondentų, 35,7%, nurodė, kad jaučia mokymų trūkumą, kas rodo, kad mokymai nepakankamai užtikrina jų pasirengimą dirbti su „FabLab“ įranga. Antra pagal dydį grupė, sudaranti 28,6%, teigė, kad mokymų gavo iš dalies, tačiau vis dar trūksta tam tikrų žinių, reikalingų sėkmingam darbui. Tuo tarpu 21,4% respondentų pažymėjo, kad mokymai jiems nereikalingi, nes nesinaudoja įranga. Tik maža dalis apklaustųjų, 14,3%, atsakė „Taip“, kad mokymų pakako ir jie jaučiasi užtikrinti dirbdami su „FabLab“ įranga.

Respondentų atsakymai į klausimą „Ar Jūsų ugdymo įstaiga užtikrina reikalingas priemones ir medžiagas darbui su „FabLab“ įranga?“ atskleidė, kad situacija nėra vienoda visose įstaigose. Didžiausia dalis apklaustųjų, 50%, atsakė „Taip, visko pakanka“, nurodydami, kad jų įstaigoje užtikrinamos visos reikalingos priemonės ir medžiagos darbui su „FabLab“ įranga. Kiek mažesnė dalis, 35,7 %, teigė, kad priemonių ir medžiagų užtenka iš dalies, tačiau kai kurių visgi trūksta. Likę 14,3 % respondentų pažymėjo, kad medžiagų dažnai trūksta, todėl kyla sunkumų dirbant su „FabLab“ įranga. Apibendrinant galima pastebėti, kad pusė respondentų yra patenkinti priemonių ir medžiagų užtikrinimu, tačiau likusi dalis vis dar susiduria su trūkumais, kurie riboja jų galimybes efektyviai naudotis „FabLab“ įranga.

Respondentų nuomonė apie tai, ar jų ugdymo įstaiga palaiko „FabLab“ įrangos naudojimą pamokose ir skatina mokytojus ją naudoti, atskleidė skirtingas patirtis. Dauguma respondentų, 57,1%, atsakė, kad „Taip, aktyviai skatinama integruoti „FabLab“ įrangą“, kas rodo teigiamą požiūrį ir palaikymą šios įrangos naudojimui ugdymo procese. Tačiau 35,7% respondentų pažymėjo, kad skatinimas vyksta iš dalies, tačiau trūksta iniciatyvų, kurios paskatintų aktyvesnį įrangos naudojimą pamokose. Mažiausia dalis, 7,1%, teigė, kad nesulaukia paskatinimo naudoti „FabLab“ įrangą savo veikloje.

Į klausimą „Kokiose dalykų pamokose „FabLab“ įranga galėtų būti naudingiausia?“ atsakymai pasiskirstė nevienodai (žr. 5 pav.). Visi respondentai nurodė, kad „FabLab“ įranga būtų labiausiai naudinga technologijų pamokose, kas pabrėžia šios srities praktinio ir techninio ugdymo svarbą. Informatikos dalyką pasirinko 84,6% apklaustųjų, nurodydami, kad ši įranga gali būti puikiai pritaikoma informacinių technologijų pamokose. Kiek mažiau, tačiau vis dar reikšmingą dalį, 61,5%, sudaro dailė ir dizainas, kas atskleidžia „FabLab“ įrangos potencialą kūrybinėse veiklose. Gamtos mokslai buvo įvardyti 38,5% respondentų, matyt, kaip papildoma priemonė praktiniams eksperimentams ir projektams. Mažiausiai respondentų rinkosi matematiką (30,8 %), tačiau tai vis tiek parodo galimybę „FabLab“ įrangą integruoti šio dalyko pamokose.




**5 pav.** „FabLab“ įrangos taikymo naudingumas skirtinguose mokomuosiuose dalykuose

Šioje sekcijoje nagrinėti mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą pamokose atskleidė kelias esmines problemas ir tendencijas. Nors dalis mokytojų naudojasi „FabLab“ įranga reguliariai, dauguma ją naudoja retai arba visai nesinaudoja, dažniausiai dėl laiko stokos ir techninių žinių trūkumo. Taip pat nustatyta, kad nepakanka mokymų, nes didelė dalis mokytojų teigė jaučiantys jų stygių arba gavę juos tik iš dalies.

Kalbant apie priemonių ir medžiagų užtikrinimą, pusė respondentų nurodė, kad jų ugdymo įstaigos sudaro tinkamas sąlygas darbui su „FabLab“ įranga, tačiau kita dalis vis dar susiduria su šių išteklių trūkumu. Nors dauguma įstaigų palaiko „FabLab“ įrangos naudojimą, iniciatyvų skatinimas vis dar nėra pakankamas.

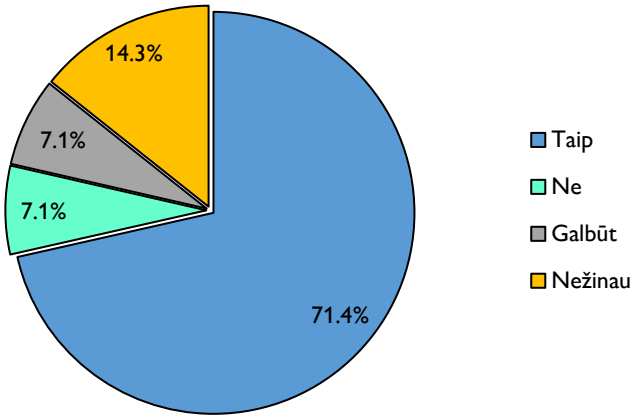
Respondentų nuomone, „FabLab“ įranga labiausiai pritaikoma technologijų ir informatikos pamokose, tačiau ji turi potencialą praturtinti ir kitų dalykų, tokių kaip dailė, gamtos mokslai bei matematika, ugdymą. Šie rezultatai pabrėžia „FabLab“ įrangos svarbą šiuolaikiniame ugdymo procese, tačiau kartu atskleidžia būtinybę spręsti mokytojų patiriamus iššūkius ir stiprinti paramą jų veiklai.

### 2.1.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis

Sekcijoje „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis“ siekiama išsiaiškinti, ar mokytojams reikalinga virtualioji aplinka, kurioje būtų galima dalintis patirtimi, mokymo medžiaga ar gauti techninę pagalbą. Analizuojama, ar mokytojai jau priklauso panašioms virtualiosioms aplinkoms, kaip jie vertina tokių aplinkų naudą bei kaip dažnai ja naudotųsi. Be to, analizuojamas mokytojų pasirengimas dalintis savo žiniomis ir patirtimi su kolegomis tokioje aplinkoje, taip pat jų lūkesčiai dėl galimos pagalbos ar prieinamų resursų. Šios sekcijos tikslas – nustatyti „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikį. Tikslui pasiekti buvo pateikti 6 klausimai.

Didžiausia dalis respondentų (42,9 %) nurodė šiuo metu nedalyvaujantys virtualiose aplinkose, susijusiose su „FabLab“ technologijomis, tačiau norėtų jose dalyvauti. 28,6 % respondentų teigė, kad dalyvauja tokiose platformose, tačiau nėra aktyvūs jų dalyviai. Likusieji 28,6 % respondentų nurodė nedalyvaujantys ir neturintys poreikio dalyvauti tokiose aplinkose.

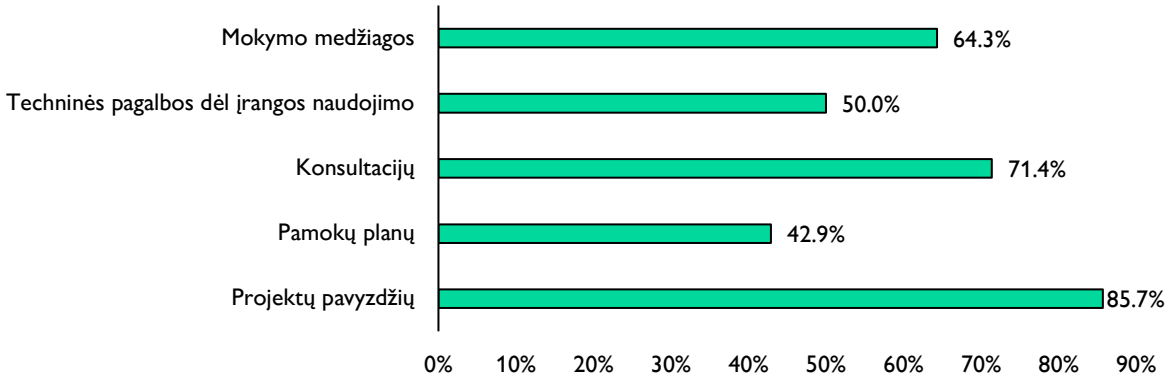
Aktyviai dalyvaujančių mokytojų nėra, tačiau nemaža dalis respondentų išreiškė norą įsitraukti, o tai leidžia daryti prielaidą apie poreikį kurti ir plėtoti tokio pobūdžio sprendimus. Į klausimą „Ar, Jūsų nuomone, būtų naudinga „FabLab“ virtualioji aplinka, kurioje būtų galima dalintis patirtimi, mokymo medžiaga ar gauti techninę pagalbą?“ dauguma apklaustųjų, 71,4%, atsakė „Taip“, teigdami, kad tokia virtualioji aplinka būtų naudinga ir suteiktų galimybę keistis patirtimi bei resursais. Nedidelė dalis respondentų (14,3 %) teigė nežinantys, ar tokia virtualioji aplinka būtų naudinga, tačiau neatmetė jos galimos vertės. Dar 7,1 % respondentų pasirinko atsakymą „Galbūt“, o 7,1 % nurodė, kad tokia „FabLab“ virtualioji aplinka nebūtų naudinga (žr. 6 pav.).




**6 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikio vertinimas

Rezultatai atskleidžia aiškų poreikį kurti virtualiąją aplinką, nes didžioji dalis mokytojų vertina ją kaip potencialiai naudingą priemonę bendradarbiavimui ir patirties dalijimuisi.

Klausimo „Kokios pagalbos ar informacijos tikėtumėtės „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje?“ atsakymai atskleidžia skirtingus mokytojų poreikius (žr. 7 pav.). 85,7 % respondentų nurodė mokomosios medžiagos poreikį, kas atskleidžia didelį poreikį turėti lengvai prieinamą edukacinę medžiagą. 71,4% apklaustųjų pažymėjo, kad reikalingos konsultacijos, kurios padėtų spręsti kylančius klausimus ar problemas naudojant „FabLab“ įrangą. Beveik du trečdaliai, 64,3%, respondentų norėtų projektų pavyzdžių, kurie galėtų būti naudingi praktiniam darbui pamokose. 50% apklaustųjų norėtų pamokų planų, kurie padėtų organizuoti ir integruoti „FabLab“ veiklas į ugdymo procesą. Mažesnė dalis, 42,9%, išreiškė poreikį dėl techninės pagalbos naudojant įrangą, kas rodo, kad vis dar trūksta techninių įgūdžių ar resursų palaikymo (žr. 7 pav.).




**7 pav.** Mokytojų lūkesčiai dėl „FabLab“ virtualiosios aplinkos išteklių

Į klausimą „Jei būtų sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka, kaip dažnai naudotumėtės jos pagalba ar resursais?“ mokytojai atsakė taip:

- 57,1% respondentų nurodė, kad naudotųsi aplinka tik retkarčiais, kai labai prireikia;
- 28,6% teigė, kad naudotųsi kelis kartus per mėnesį, kas rodo vidutinį susidomėjimo lygį ir galimybę aktyviai naudotis teikiama pagalba;
- 14,3% respondentų atsakė, kad aplinka naudotųsi dažnai, bent kartą per savaitę, kas pabrėžia nuolatinį poreikį ir aukštą įsitraukimą;
- 0% mokytojų atsakė, kad nesinaudotų tokia aplinka, kas atskleidžia, jog visi apklaustieji mato bent minimalią naudą virtualios bendruomenės egzistavime.

Klausimas „Ar norėtumėte dalintis savo žiniomis ir patirtimi su kitais mokytojais „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje?“ atskleidžia skirtingas respondentų nuostatas. Dauguma jų (daugiau nei pusė) pasirinko atsakymą „Galbūt, priklausytų nuo aplinkybių“, o tai leidžia teigti, kad bendradarbiavimo potencialas egzistuoja, tačiau jo įgyvendinimas priklausytų nuo konkrečių sąlygų ir siūlomų sprendimų. Kiek mažesnė, tačiau reikšminga dalis respondentų aiškiai išreiškė norą dalintis savo žiniomis ir patirtimi „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje. Kiti respondentai nurodė nenorintys įsitraukti, tai siedami su asmeniniu nesuinteresuotumu ar kitomis priežastimis.

Respondentų pasirinkimai siejami su skirtingu požiūriu į bendradarbiavimą ir įsitraukimą į virtualias bendruomenes. Noras dalintis žiniomis nėra vienareikšmis ir gali priklausyti nuo sudaromų sąlygų, aplinkos organizavimo ir siūlomų funkcijų.

Atsakydami į klausimą „Jūsų komentarai ar pasiūlymai apie „FabLab“ naudojimą švietime ir virtualiosios aplinkos kūrimą“ respondentai pateikė įvairius pastebėjimus ir pasiūlymus. Atsižvelgiant į jų turinį, galima išskirti kelias pagrindines temas:

- **Praktinių veiklų poreikis.** Respondentai akcentavo, kad „FabLab“ veiklose svarbiausia yra praktinės veiklos ir patirtys, kurios turi didžiausią vertę mokiniams ir mokytojams. Vienas dalyvis pabrėžė: „Pats reikalingiausias dalykas – tai praktinės veiklos ir patirtys.“
- **Laiko trūkumas veikloms.** Buvo paminėta, kad reikėtų daugiau laiko „FabLab“ veiklų įgyvendinimui: „Norėčiau turėti daugiau laiko įvairių veiklų ir projektų vykdymui.“ Tai rodo, kad laiko stygius yra didelė kliūtis „FabLab“ įrangos integravimui į ugdymo procesą.
- **Bendruomenės kūrimas ir bendradarbiavimas.** Keletas respondentų teigiamai vertino „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimo idėją, tačiau pabrėžė, kad reikėtų skatinti ne tik resursų gavimą, bet ir dalijimąsi: „Stiprybės ją kuriant, gal jums pavyks išjudinti kolegas dėl bendradarbiavimo. Kad norėtų ne tik gauti, bet ir dalintis.“
- **Palaikymas ir pozityvūs atsiliepimai.** Dalį atsakymų sudarė palaikymo žinutės: „Dėkoju už iniciatyvą“, „Fainas dalykas, džiaugiuosi, kad jis yra.“ Tai atskleidžia, kad „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimo idėja vertinama teigiamai.

Šio skyriaus rezultatai atskleidžia „FabLab“ virtualiosios aplinkos aktualumą. Mokytojai išskiria mokomosios medžiagos, konsultacijų ir praktinių pavyzdžių poreikį, taip pat akcentuoja metodinės ir techninės pagalbos svarbą. Nors šiuo metu mokytojai retai dalyvauja panašiose aplinkose, jie jomis domisi ir mato galimybę jomis naudotis. Mokytojų pasirengimas dalintis patirtimi išlieka nevienodas ir siejamas su sudaromomis sąlygomis bei pačios aplinkos organizavimu.

### 2.1.4. „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvos

Sekcija „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvos“ skirta išsiaiškinti, ar švietimo įstaigos planuoja įsigyti „FabLab“ įrangos (3D spausdintuvai, lazerinės pjovimo staklės, CNC frezavimo staklės, elektronikos įranga, tekstilės įranga).

Sekciją sudaro vienas klausimas, kurio metu respondentai pateikė atsakymus apie planus įsigyti FabLab įrangą. Rezultatai rodo, kad:

- 19,4% respondentų nurodė, kad jų įstaiga žada įsigyti įrangą pagal TŪM (Tūkstantmečio mokyklų) projektą;
- 3,2% atsakė, kad įrangą planuojama įsigyti iš savų lėšų, o 3,2% teigė, kad įstaiga planuoja, bet nežino finansavimo šaltinio;
- 9,7% respondentų atsakė „Ne“, teigdami, kad jų įstaiga neplanuoja įsigyti „FabLab“ įrangos;
- daugiausia atsakymų – 64,5% – sudarė „Nežinau“, kas parodo informacijos trūkumą šiuo klausimu.

Nors dalis švietimo įstaigų turi konkrečius planus dėl „FabLab“ įrangos įsigijimo, reikšminga dalis respondentų nėra informuoti apie galimas perspektyvas.

Šio skyriaus rezultatai išryškina pagrindinius iššūkius, su kuriais mokytojai susiduria integruodami „FabLab“ įrangą į ugdymo procesą – laiko trūkumą, techninių žinių stoką ir ribotą mokymo išteklių prieinamumą. Taip pat išryškėja „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis, siejamas su galimybe dalintis mokomąja medžiaga, gauti konsultacijas ir naudotis praktinių veiklų pavyzdžiais.

## 2.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimo ir veiklų jose poreikio tyrimas

Siekiant geriau suprasti, kokios bendradarbiavimo formos ir informacinės technologijos būtų aktualiausios „FabLab“ virtualiosios aplinkos kontekste, buvo atliktas dar vienas kiekybinis tyrimas – mokytojų apklausa. Tyrimo tikslas – išsiaiškinti mokytojų dalyvavimo virtualiose aplinkose patirtis, jų poreikius ir lūkesčius bei įvertinti, kokios funkcijos, IT sprendimai ir bendradarbiavimo formos būtų reikšmingos kuriant būsimą virtualiąją aplinką.

Kiekybinio tyrimo klausimyną sudarė 21 klausimas, suskirstytas į 3 sekcijas: mokytojų dalyvavimas virtualiose aplinkose, „FabLab“ virtualiosios aplinkos bendradarbiavimo galimybės ir informacinių technologijų pritaikymas bei demografiniai klausimai (žr. 2 priedą). Klausimynas buvo parengtas naudojant „Google Forms“ internetinę platformą ir išplatintas nuotoliniu būdu.

### 2.2.1. Dalyviai

Tyrime buvo aiškiai apibrėžta tikslinė respondentų grupė – tai technologijų, informatikos, gamtos mokslų, matematikos, dailės ir kitų dalykų mokytojai, dirbantys pradiniame, pagrindiniame ir viduriniame ugdymo lygmenyse, kurie jau naudoja arba planuoja integruoti „FabLab“ įrangą į ugdymo procesą.

Tyrime dalyvavo 37 mokytojai iš įvairių Lietuvos savivaldybių ir švietimo įstaigų. Dauguma jų dirba valstybinėse mokyklose, o tik nedidelė dalis – privačiose ugdymo įstaigose. Atsižvelgiant į geografinį pasiskirstymą, dalyviai atstovavo miestų, miestelių, didmiesčių ir kaimo vietovių ugdymo įstaigas, todėl surinkti duomenys atspindi įvairiapusį pedagoginės praktikos kontekstą.

Apklausoje dalyvavusių mokytojų pedagoginio darbo patirtis buvo labai įvairi – nuo jaunų specialistų, pradėjusių savo karjerą pastaraisiais metais, iki mokytojų, sukaupusių ilgametę patirtį švietimo sistemoje. Dauguma respondentų turi daugiau nei dešimties metų darbo stažą, todėl galima spręsti, kad didelė dalis dalyvių priklauso vyresnio amžiaus pedagogų grupei.

Pedagogai atstovavo skirtingoms ugdymo pakopoms ir dalykų sritims. Tarp dalyvių buvo pradinių klasių, gamtos mokslų, informacinių technologijų, matematikos, fizikos, chemijos, biologijos, meninio ugdymo, užsienio kalbų bei kitų sričių mokytojų. Tarp apklaustųjų buvo ir mokytojų, dirbančių STEAM srityje. Respondentai dirba įvairiose švietimo įstaigose, tarp jų – bendrojo ugdymo mokyklose, gimnazijose bei STEAM centruose.

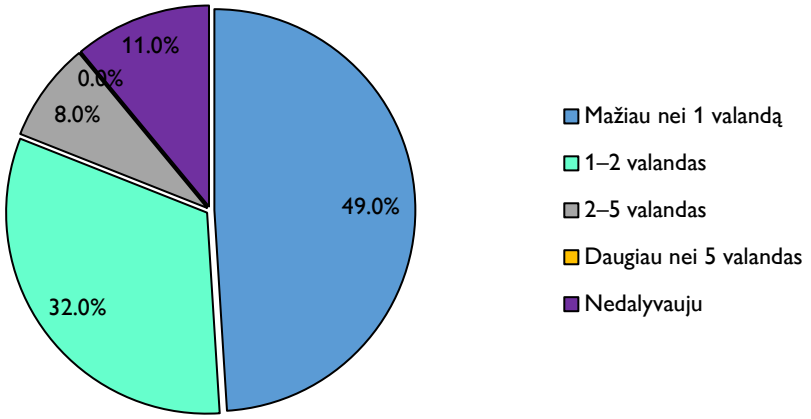
### 2.2.2. Mokytojų dalyvavimas virtualiose platformose ir erdvėse

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad dauguma apklaustų pedagogų naudojasi virtualiomis platformomis ar erdvėmis, skirtomis mokytojams – net 86,5 % respondentų nurodė jomis besinaudojantys. Tik nedidelė dalis (13,5 %) teigė tokiomis platformomis ar erdvėmis nesinaudojantys. Tai rodo, kad virtualios platformos ir erdvės tampa vis svarbesne profesinio bendravimo ir bendradarbiavimo dalimi.

Aktyviausiai mokytojai įsitraukia į „Facebook“ grupes, kurios buvo nurodytos net 84 % dalyvavusiųjų kaip dažniausiai naudojamos. Taip pat populiarios mokytojų forumų ir diskusijų grupės, kurias pasirinko apie 40 % respondentų, bei specializuotos mokymo platformos (pvz., „Moodle“, „Edmodo“ ir pan.), kurias paminėjo panašus skaičius pedagogų. Rečiau buvo nurodomos „LinkedIn“ grupės, o apie 11 % respondentų nurodė nesinaudojantys nė viena iš pateiktų virtualių

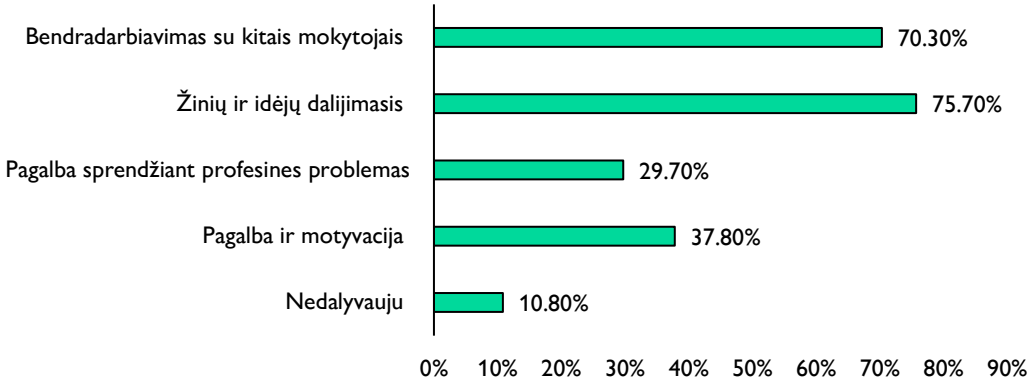
platformų ar erdvių, nepaisant to, kad į pirmą klausimą atsakė teigiamai. Tai gali rodyti pasyvų ar epizodinį naudojimąsi šiomis platformomis ar erdvėmis.

Analizuojant, kiek laiko mokytojai skiria naudojimuisi šiomis virtualiomis platformomis ar erdvėmis, matyti, kad beveik pusė respondentų (apie 49 %) tam skiria mažiau nei vieną valandą per savaitę. Trečdalis apklaustųjų (32 %) nurodė skiriantys nuo vienos iki dviejų valandų, o likusieji – daugiau. Nedidelė dalis pedagogų pažymėjo, kad naudojimuisi šiomis platformomis ar erdvėmis neskiria visai jokio laiko arba dar nėra aktyvūs jų naudotojai (žr. 8 pav.).




**8 pav.** Mokytojų skiriamas laikas dalyvavimui virtualiose platformose ir erdvėse

Vertinant pagrindines priežastis, dėl kurių mokytojai naudojasi virtualiomis platformomis ir erdvėmis, dominuoja dvi: žinių ir idėjų dalijimasis (paminėtas 75,7 % respondentų) bei bendradarbiavimas su kitais mokytojais (70,3 %). Nemaža dalis paminėjo pagalbą ir motyvaciją, o kiek mažiau – probleminių situacijų sprendimą (žr. 9 pav.).



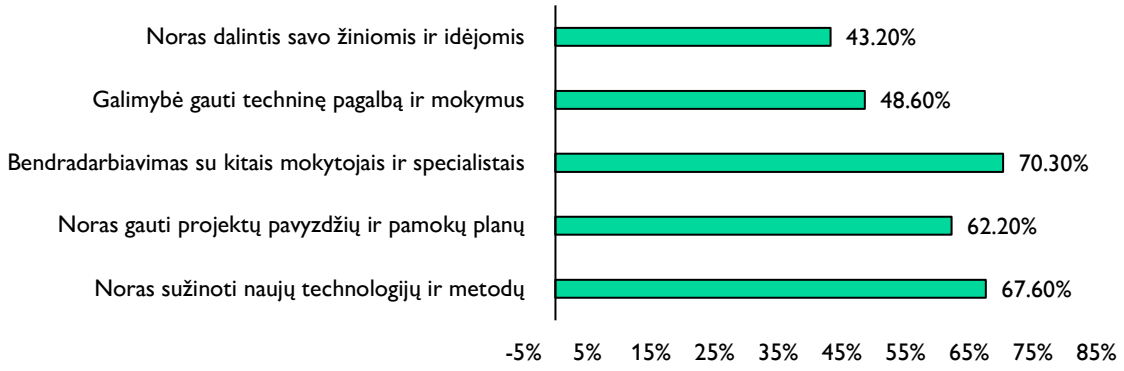

**9 pav.** Pagrindinės priežastys, dėl kurių mokytojai dalyvauja virtualiose platformose ir erdvėse

Tyrimo duomenys atskleidė, kad dauguma mokytojų naudojasi virtualiomis platformomis ir erdvėmis – dažniausiai socialiniais tinklais, forumais ar mokytojų diskusijų platformomis. Nors šiai veiklai skiriama nedaug laiko, šios platformos ir erdvės yra svarbios žinių dalijimuisi, bendradarbiavimui ir profesinei paramai, todėl tampa reikšminga mokytojų bendravimo, bendradarbiavimo ir profesinio tobulėjimo dalimi.

### 2.2.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos bendradarbiavimo galimybės ir informacinių technologijų taikymas

Apklausos antrosios dalies tikslas buvo išsiaiškinti, kokių galimybių pedagogai tikisi iš būsimos „FabLab“ virtualiosios aplinkos bei kokie informacinių technologijų įrankiai galėtų padėti šiuos lūkesčius įgyvendinti.

Visų pirma, respondentų buvo klausiama kas labiausiai paskatintų juos prisijungti prie virtualiosios aplinkos. Analizuojant jų atsakymus, paaiškėjo, kad mokytojams itin svarbios yra bendradarbiavimo ir praktinio tobulėjimo galimybės. Dauguma apklaustųjų nurodė, jog didžiausią motyvaciją jiems suteiktų galimybė keistis patirtimi su kolegomis, gauti konkrečius projektų pavyzdžius bei susipažinti su naujausiomis technologijomis ir jų taikymo metodais ugdymo procese (žr. 10 pav.).




**10 pav.** Veiksniai, skatinantys mokytojų įsitraukimą į „FabLab“ virtualiąją aplinką

Vertinant, kokios funkcijos virtualiojoje aplinkoje pedagogams būtų aktualiausios, išryškėjo stiprus poreikis dalyvauti bendradarbiavimu grįstoje veikloje. Dauguma respondentų teigė, kad jiems itin svarbu turėti galimybę keistis patirtimi ir idėjomis su kolegomis, dalintis įgyvendintų projektų pavyzdžiais bei praktiniais sprendimais. Ne mažiau reikšminga buvo įvardyta ir prieiga prie mokomosios medžiagos – pamokų planų, instrukcijų, metodinių gairių, kurios padėtų integruoti „FabLab“ technologijas į ugdymo procesą.

Didelė dalis mokytojų pabrėžė, kad jiems svarbu gauti techninę pagalbą, dalyvauti bendruose renginiuose ir turėti prieigą prie patikimos informacijos. Tai rodo, jog virtualioji aplinka turėtų būti ne tik patogi naudoti, bet ir skatinti aktyvų įsitraukimą, bendravimą bei profesinį tobulėjimą.

Kita apklausos dalis buvo skirta detaliau išnagrinėti, kokių funkcijų pedagogai tikisi iš virtualiosios aplinkos, ypač bendradarbiavimo, išteklių dalijimosi bei techninės ir organizacinės aplinkos srityse.

Respondentų atsakymai atskleidė, kad kuriant virtualiąją aplinką itin svarbu sukurti sklandų ir patogų tarpusavio bendravimo tinklą. Mokytojai teigiamai vertina galimybę dalyvauti diskusijų forumuose, realaus laiko pokalbių kambariuose, naudotis žinučių sistema bei organizuoti vaizdo konferencijas, kurios padėtų palaikyti nuolatinį ryšį ir skatintų grįžtamąjį ryšį. Svarbios ir priemonės įrašų skelbimui bei komentavimui – jos sudarytų sąlygas dalintis projektais ir tobulinti juos atsižvelgiant į kolegų pastabas bei idėjas.

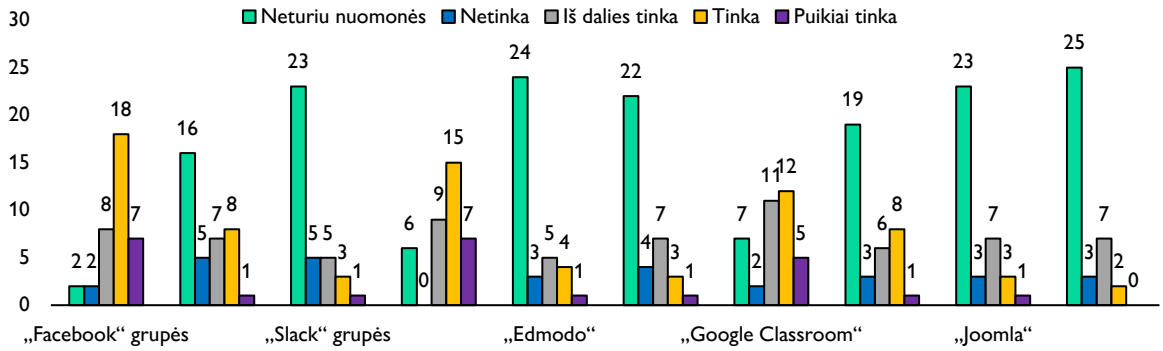
Kalbant apie dalijimąsi idėjomis ir ištekliais, prioritetą pedagogai teikė failų ir dokumentų mainų funkcijoms, galimybei publikuoti mokomąją medžiagą (vaizdo įrašus, vadovus, šablonus), taip pat – nuorodų dalijimuisi ir mokymo medžiagos bibliotekai. Puslapių kūrimas bei kūrinių galerijos buvo vertinamos kaip papildomos, tačiau naudingos sklaidos formos.

Papildomos platformos funkcijos, tokios kaip vidinė paieška, pranešimų sistema ar galimybė integruotis su kitomis platformomis (pvz., socialiniais tinklais), buvo įvertintos kaip naudingos, tačiau ne visiems vienodai svarbios. Tuo tarpu reklamos sistemos poreikis buvo vertinamas prieštaringai – kai kurie mokytojai tokios galimybės nepageidavo.

Vertinant vartotojo paskyros ir profilio kūrimo aspektus, dauguma respondentų nurodė, jog jiems svarbu turėti galimybę registruotis naudojant el. paštą ar „Gmail“ paskyrą, įkelti nuotrauką, detaliai aprašyti profesinę patirtį, nurodyti naudojamą įrangą bei redaguoti profilio informaciją. Tokios funkcijos suteiktų aiškesnį bendruomenės narių atpažinimą ir leistų lengviau užmegzti ryšius.

Be techninių ir funkcinių sprendimų, apklausos metu išryškėjo ir mokytojų lūkesčiai dėl aplinkos naudojimo patogumo. Respondentai pabrėžė, kad jiems svarbu, jog virtualioji aplinka būtų lengvai suprantama ir intuityvi, pasižymėtų greitu veikimu bei patikimu prisijungimu. Akcentuota būtinybė užtikrinti prieigą iš skirtingų įrenginių – tiek kompiuterių, tiek mobiliųjų. Ne mažiau reikšminga pasirodė galimybė patogiai atnaujinti turinį bei integruoti platformą su išorinėmis paslaugomis, tokiomis kaip „Google Drive“.

Vertinant skirtingų IT platformų tinkamumą virtualiosios aplinkos veiklai, respondentų nuomonės pasiskirstė gana įvairiai (žr. 11 pav.). Dauguma mokytojų teikė pirmenybę toms sistemoms, kurios jiems jau yra pažįstamos ir taikomos ugdymo procese.




**11 pav.** Respondentų nuomonė apie IT platformų tinkamumą virtualios aplinkos veiklai

Iš pateiktų platformų respondentai palankiausiai įvertino „Facebook“ grupes, kurios sulaukė daugiausia teigiamų vertinimų („Tinka“ ir „Puikiai tinka“). Antroje vietoje pagal palankumą yra „Moodle“, po jos – „Google Classroom“ ir „WordPress“. Tai leidžia daryti prielaidą, kad šios platformos mokytojams yra geriau žinomos, dažniau naudojamos ir kelia mažiau neaiškumų dėl savo funkcionalumo bei pritaikomumo. Vis dėlto, kai kurie mokytojai pažymėjo, kad net ir šios platformos ne visada yra visiškai tinkamos „FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklai.

Tuo tarpu tokios platformos kaip „Slack“, „LinkedIn“ ar „Trello“, nors ir žinomos tam tikrai daliai naudotojų, didžiajai daliai apklaustųjų sukėlė abejonių arba buvo įvertintos kaip netinkamos. Be to, ypač daug atsakymų „Neturiu nuomonės“ buvo skirta mažiau žinomoms platformoms, tokioms kaip

„Drupal“, „Joomla“ ar „Edmodo“, kas rodo ribotą mokytojų susipažinimą su šių platformų galimybėmis.

Mokytojų lūkesčiai kuriamai „FabLab“ virtualiajai aplinkai yra gana aiškūs – jie tikisi praktinės naudos, bendradarbiavimo galimybių, dalijimosi patirtimi ir patikimos techninės pagalbos. Svarbu, kad ši aplinka sudarytų sąlygas lengvai bendrauti, dalintis dokumentais, projektais ir greitai rasti reikiamą informaciją.

Techniniu požiūriu išryškėjo poreikis, kad pasirinkta platforma būtų paprasta, greitai veikianti ir pasiekiama iš įvairių įrenginių. Nors kai kurios platformos, pavyzdžiui, „Google Classroom“, „Moodle“ ar „WordPress“, buvo įvertintos palankiai, daugelis kitų mokytojų neturėjo aiškios nuomonės, o tai atskleidžia, kad dalis jų nėra su šiomis technologijomis susipažinę.

Prieš pasirenkant konkrečią platformą svarbu aiškiai apibrėžti funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus bei, remiantis jais, įvertinti galimus technologinius sprendimus. Tik tokiu būdu bus galima pasirinkti sprendimą, kuris geriausiai atitiks mokytojų poreikius ir sudarys prielaidas sukurti veiksmingą, patogią „FabLab“ virtualiąją aplinką.

### 2.3. Skyriaus išvados

1. Tyrimo duomenys rodo, kad Lietuvos mokytojai „FabLab“ įrangą vertina kaip turinčią didžiausią potencialą technologijų ir informatikos pamokose, tačiau pripažįsta jos pritaikomumą ir kituose mokomuosiuose dalykuose. Nepaisant to, praktinis įrangos naudojimas išlieka ribotas ir dažniausiai epizodinis dėl laiko stokos, techninių kompetencijų trūkumo bei nepakankamo mokymų ir metodinės pagalbos užtikrinimo. Be to, respondentai pažymi, kad ugdymo įstaigų sudaromos sąlygos ir skatinimas nėra pakankami siekiant efektyvios „FabLab“ integracijos į ugdymo procesą.
2. Mokytojai „FabLab“ virtualiosios aplinkos idėją vertina kaip naudingą priemonę, akcentuodami praktinių išteklių, konsultacijų ir dalijimosi patirtimi svarbą bei poreikį spręsti laiko trūkumo ir bendradarbiavimo problemas.
3. Dalis švietimo įstaigų planuoja ateityje įsigyti „FabLab“ įrangą, todėl jos integravimo į ugdymo procesą iššūkiai, susiję su laiko trūkumu, techninių žinių stoka ir metodinės pagalbos poreikiu, išlieka aktualūs.
4. Dauguma mokytojų naudojasi virtualiomis platformomis savo kasdienėje veikloje, todėl virtualus bendradarbiavimas jiems yra pažįstama ir priimtina praktika. Šios aplinkos naudojamos žinių ir idėjų mainams, bendradarbiavimui bei profesinei paramai, todėl tampa svarbia mokytojų saviugdos ir profesinio tobulėjimo dalimi.
5. Mokytojai pažymėjo, kad „FabLab“ virtualioji aplinka turėtų veikti kaip bendradarbiavimo erdvė, kurioje būtų sudarytos galimybės dalintis praktiniais pavyzdžiais, projektų idėjomis ir metodine medžiaga, gauti techninę pagalbą bei konsultacijas, dalyvauti diskusijose ir keistis patirtimi su kolegomis. Taip pat akcentuota, kad tokia aplinka turėtų užtikrinti patogų bendravimą, paprastą ir aiškų naudojimą, greitą prieigą prie informacijos, galimybę naudotis iš skirtingų įrenginių bei būti paremta mokytojams pažįstamais ir lengvai pritaikomais informacinių technologijų sprendimais.
6. Tyrimo rezultatai pagrindžia „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimo tikslingumą ir sudaro pagrindą tolimesniam jos projektavimui, orientuotam į realius mokytojų poreikius.

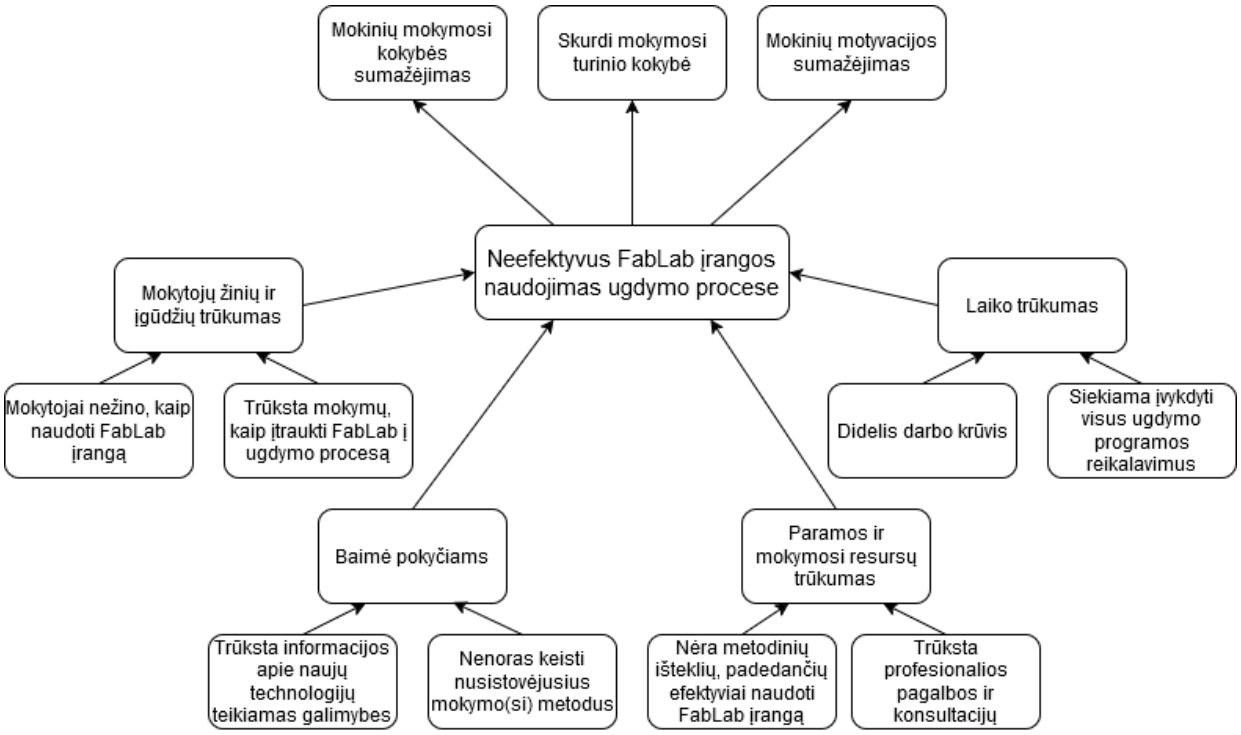
## 3. FabLab“ technologijų taikymo ugdymo procese problemų analizė ir tikslų nustatymas

### 3.1. „FabLab“ technologijų taikymo ugdymo procese iššūkių apžvalga

Mokytojai, norėdami integruoti „FabLab“ technologijas į ugdymo procesą, susiduria su keliomis pagrindinėmis problemomis. Kiekybinis tyrimas atskleidė, kad mokytojams trūksta technologinių žinių ir įgūdžių, kurie trukdo efektyviai naudoti „FabLab“ įrangą pamokose. Be to, laiko trūkumas dėl didelio darbo krūvio ir siekio įvykdyti ugdymo programos reikalavimus, dar labiau apsunkina šių technologijų integravimą į ugdymo procesą.

Mokytojai bijo pokyčių ir nenori atsisakyti nusistovėjusių mokymo metodų. Ši baimė dažnai kyla dėl nepasitikėjimo savo gebėjimais, technologinių žinių trūkumo bei nenoro rizikuoti, keičiant įprastą ugdymo praktiką. Mokytojai neretai jaučia spaudimą įgyvendinti ugdymo programos reikalavimus, todėl naujų metodų taikymas atrodo kaip papildoma našta, galinti sutrikdyti pamokos eigą ar pabloginti mokinių pasiekimus. Tarp kitko, kai kurie mokytojai abejoja naujų technologijų nauda, manydami, kad tradiciniai metodai yra patikimesni ir veiksmingesni [46, 47].

Norint suprasti šių iššūkių mastą ir pagrindines priežastis, buvo atlikta probleminė analizė, kurios rezultatai pateikti 8 paveikslėlyje (žr. 12 pav.). Problemų medis buvo sudarytas siekiant sistemingai išryškinti pagrindines priežastis, jų šaltinius ir galimas pasekmes, kurios trukdo sėkmingai integruoti „FabLab“ technologijas į ugdymo procesą.




**12 pav.** Problemų medis

Kaip matome iš pateikto problemų medžio, pagrindinė problema – neefektyvus „FabLab“ įrangos naudojimas ugdymo procese – kyla iš kelių pagrindinių priežasčių. Pirmoji priežastis yra mokytojų žinių ir įgūdžių trūkumas, kuris pasireiškia tuo, kad mokytojai nežino, kaip naudoti „FabLab“ įrangą, trūksta mokymų, kaip ją įtraukti į ugdymo procesą, bei nėra pakankamai informacijos apie naujų technologijų teikiamas galimybes. Kita svarbi priežastis – laiko trūkumas. Mokytojai susiduria su dideliu darbo krūviu, o siekdami įvykdyti visus ugdymo programos reikalavimus, jie neturi

pakankamai laiko naujų technologijų mokymuisi ir pritaikymui pamokose. Trečioji priežastis – paramos ir mokymo resursų stoka. Trūksta metodinių išteklių, kurie padėtų efektyviai naudoti „FabLab“ įrangą, papildomai profesionalios pagalbos ir konsultacijų. Be to, psichologinės kliūtys, tokios kaip baimė pokyčiams, nenoras keisti nusistovėjusius mokymo metodus, taip pat prisideda prie šios problemos gilėjimo.

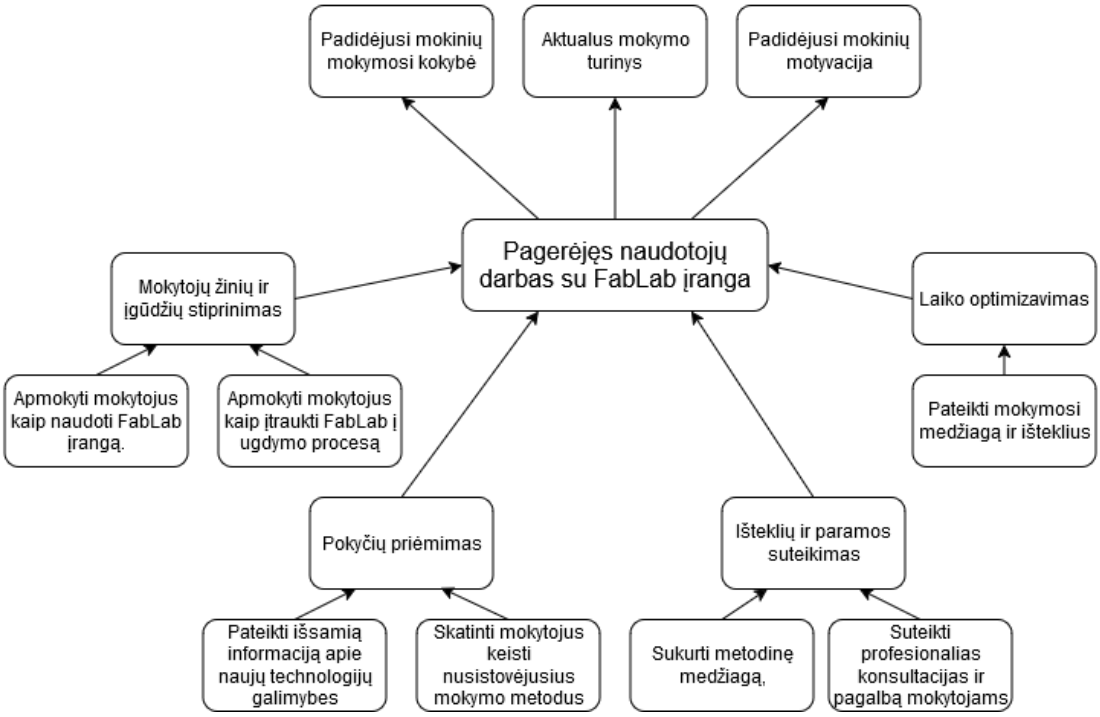
Pasekmės, nurodytos problemų medyje, atskleidžia, kad dėl šių priežasčių sumažėja mokinių motyvacija, suprastėja mokymosi turinio kokybė bei bendra mokymosi kokybė. Šios problemos daro tiesioginę įtaką ugdymo proceso efektyvumui bei mokinių pasiekimams.

Apibendrinant galima teigti, kad neefektyvus „FabLab“ įrangos naudojimas yra kompleksinė problema, susijusi su kompetencijų, laiko, išteklių ir motyvacijos stoka. Siekiant ją spręsti, būtina numatyti aiškias veiksmų kryptis, orientuotas į mokytojų kompetencijų stiprinimą, išteklių prieinamumo gerinimą ir ugdymo proceso modernizavimą.

Siekiant spręsti šias problemas, būtina ne tik įvardyti pagrindinius iššūkius, bet ir numatyti konkrečius tikslus. Dėl to buvo nuspręsta sukurti tikslų medį, kuris padės ne tik struktūrizuotai įvardyti pagrindinius tikslus, bet ir numatyti sprendimų kryptis. Šis medis vizualiai pavaizduos veiksmus, skirtus efektyviam „FabLab“ technologijų integravimui ir mokytojų paramos stiprinimui, siekiant įveikti nustatytus iššūkius.

## 3.2. Tikslų nustatymas

Atsižvelgiant į išanalizuotas problemas ir jų priežastis, buvo suformuluoti tikslai, siekiantys spręsti pagrindinius „FabLab“ integracijos į ugdymo procesą iššūkius. Norint aiškiau pavaizduoti šiuos tikslus ir jų įgyvendinimo kryptis, buvo sudarytas tikslų medis (žr. 13 pav.).




**13 pav.** Tikslų medis

Iš sukurto tikslų medžio matyti, kad siekiant užtikrinti efektyvų „FabLab“ įrangos taikymą ugdymo procese, reikalingas kompleksinis sprendimas, apimantis kelias tarpusavyje susijusias tikslų sritis. Sprendžiant problemas, susijusias su mokytojų žinių ir įgūdžių trūkumu, technologijų įsisavinimu, paramos ir mokymosi išteklių stoka bei laiko trūkumu, siūlau sukurti „FabLab“ virtualiąją aplinką, paremtą mokytojų bendradarbiavimu ir dalijimusi patirtimi.

Šioje aplinkoje mokytojai galėtų ne tik naudotis pateiktais ištekliais, bet ir patys aktyviai prisidėti prie jų kūrimo, dalindamiesi savo sukurtomis priemonėmis, idėjomis ir praktine patirtimi. Tokiu būdu būtų formuojama nuolat pildoma ir atnaujinama išteklių bazė, atliepianti realius mokytojų poreikius.

„FabLab“ virtualiojoje aplinkoje galėtų būti:

- paruošti pamokų planai, instrukcijos ir edukacinė medžiaga, sukurta pačių mokytojų arba pritaikyta jų praktikoje;
- „FabLab“ projektų pavyzdžiai, kuriuos mokytojai galėtų įgyvendinti kelių pamokų metu;
- nuorodos į patikimus informacijos šaltinius ir naudingus resursus;
- įrangos naudojimo instrukcijos ir vaizdo medžiaga;
- virtuali erdvė (forumas), skirta mokytojų tarpusavio bendradarbiavimui, patirties dalijimuisi ir konsultacijoms.

Tokia „FabLab“ virtualioji aplinka ne tik padėtų spręsti pagrindines problemas – laiko, žinių ir išteklių trūkumą – bet ir skatintų aktyvų mokytojų įsitraukimą bei bendradarbiavimą, sudarydama sąlygas efektyviau taikyti „FabLab“ technologijas ugdymo procese.

Siekiant užtikrinti efektyvų „FabLab“ įrangos naudojimą ugdymo procese, tikslų medžio analizė atskleidė, kad būtina kurti kompleksinį sprendimą, apimantį kelis tarpusavyje susijusius iššūkius. Siūloma „FabLab“ virtualioji aplinka būtų grindžiama ne tik išteklių pateikimu, bet ir jų kūrimu bei dalijimusi tarp mokytojų. Tokiu būdu mokytojai galėtų ne tik naudotis turimais ištekliais, bet ir patys aktyviai prisidėti prie jų kūrimo, dalindamiesi savo patirtimi, praktiniais pavyzdžiais ir metodine medžiaga. Tokia virtualioji aplinka suteiktų mokytojams reikalingus įrankius, išteklius ir bendradarbiavimo galimybes, kartu padėdama įveikti laiko, žinių ir išteklių trūkumo problemas.

### 3.3. Skyriaus išvados

1. Neefektyvus „FabLab“ įrangos naudojimas ugdymo procese yra kompleksinė problema, kylanti dėl mokytojų technologinių žinių ir įgūdžių trūkumo, laiko stokos, nepakankamų metodinių išteklių ir psichologinių kliūčių, o šių veiksnių visuma neigiamai veikia ugdymo proceso kokybę ir mokinių motyvaciją.
2. Siekiant spręsti nustatytas problemas, rekomenduoju kurti „FabLab“ virtualiąją aplinką, kuri sudarytų sąlygas mokytojams dalintis metodine medžiaga, praktiniais pavyzdžiais ir patirtimi, gauti konsultacijas bei efektyviau taikyti „FabLab“ technologijas ugdymo procese.

## 4. „FabLab“ virtualiosios aplinkos projektavimas

Kuriamos virtualiosios aplinkos tikslas – sudaryti palankias sąlygas mokytojams ir būsimiems nariams dalytis idėjomis, sukaupta patirtimi bei mokymosi ištekliais. Ši virtualioji aplinka bus skirta skatinti bendradarbiavimą, tarpusavio pagalbą ir mokymąsi vieniems iš kitų virtualioje aplinkoje.

Planuojamos veiklos apims mokymosi medžiagos įkėlimą ir dalijimąsi, diskusijų forumo naudojimą bei patirties ir išteklių mainus tarp aplinkos narių. Prie aplinkos galės prisijungti mokytojai, švietimo įstaigų atstovai, švietimo pagalbos specialistai ir kiti su ugdymu susiję asmenys, siekiantys bendradarbiauti, tobulėti ir veiksmingiau integruoti „FabLab“ išteklius į ugdymo procesą.

### 4.1. Projektuojamos virtualiosios aplinkos aprašas

„FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklą užtikrina pagrindiniai jos dalyviai – mokytojai-nariai ir bendruomenės administratorius. Mokytojai dalyvauja ne tik kaip besimokantieji, bet ir kaip turinio kūrėjai, dalyvaudami diskusijose, keldami metodinę medžiagą, dalydamiesi patirtimi ir semdamiesi įkvėpimo iš kolegų. Administratorius atsakingas už aplinkos priežiūrą ir palaikymą – jis užtikrina sklandų sistemos techninį veikimą, administruoja vartotojų paskyras bei rūpinasi turinio valdymu ir priežiūra.

Šiame darbe kuriamas produktas yra virtualioji aplinka, tačiau jos įgyvendinimui bus pasitelkiama turinio valdymo sistema (TVS) arba mokymosi valdymo sistema (MVS). Todėl toliau tekste vartojamas terminas „sistema“ reiškia virtualiosios aplinkos technologinį pagrindą.

Virtualioji aplinka grindžiama keliomis pagrindinėmis posistemėmis, kurios veikia integruotai, siekiant užtikrinti virtualiosios aplinkos funkcionalumą, naudotojų įtraukimą ir sklandžią sąveiką. Projektuojama virtualioji aplinka susideda iš keturių pagrindinių posistemių: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo bei turinio dalijimosi. Kiekviena posistemė atlieka savo funkciją, o visos kartu sudaro darnią ir veiksmingą mokymosi bei bendradarbiavimo virtualiąją aplinką. Virtualiosios aplinkos posistemės ir jų pagrindinės funkcijos pateiktos 2 lentelėje.

**2 lentelė.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos posistemės ir jų funkcijos

| Posistemė | Paskirtis ir pagrindiniai procesai | Dalyviai |
|---|---|---|
| Administravimo | Sistemos priežiūra, vartotojų valdymas, funkcionalumo plėtra, saugumo užtikrinimas. | Administratorius |
| Naudotojo paskyros valdymo | Paskyrų kūrimas, jų administravimas, prisijungimų valdymas, profilio redagavimo ir šalinimo galimybės. | Mokytojai-nariai, administratorius |
| Bendravimo | Tiesioginis narių bendravimas – žinutės, klausimai, forumai, teminės diskusijos. | Mokytojai-nariai, administratorius |
| Turinio dalijimosi | Mokomosios medžiagos, projektų aprašymų, pamokų planų įkėlimas, peržiūra ir parsisiuntimas. | Mokytojai-nariai, administratorius |

Administravimo posistemė apima bendrą virtualiosios aplinkos valdymą. Administratorius atsakingas už virtualiosios aplinkos kūrimą, techninį palaikymą ir tobulinimą – jis įgyvendina reikiamus funkcinius sprendimus, integruoja naujus įrankius bei reguliariai atnaujina sistemą. Taip pat jis prižiūri vartotojų prieigos teises ir užtikrina naudotojų duomenų saugumą.

Naudotojo paskyros valdymo posistemė. Naudotojai gali susikurti paskyrą pasirinkdami jiems patogiausią registracijos būdą (registracija el. paštu arba su „Google“ paskyra). Jie turi galimybę

redaguoti asmeninę informaciją ar, esant poreikiui, pašalinti savo profilį. Naudotojų paskyrų valdymu, jų priežiūra ir, esant poreikiui, pašalinimu iš virtualiosios aplinkos rūpinasi administratorius.

Bendravimo posistemėje dalyvauja mokytojai-nariai ir administratorius. Joje vyksta aktyvi komunikacija: naudotojai gali siųsti privačias žinutes, kelti klausimus, dalyvauti diskusijų forumuose ir įsitraukti į teminius pokalbius.

Turinio dalijimosi posistemė. Mokytojai-nariai galės įkelti įvairius išteklius – nuo pamokų planų iki projektų aprašymų ar „FabLab“ įrangos naudojimo instrukcijų. Turinys bus suskirstytas pagal temas ir žymas, kad kiti nariai galėtų lengvai jį rasti ir pritaikyti savo veikloje. Administratorius prižiūrės, kad turinys atitiktų etikos bei autorių teisių reikalavimus.

Visos posistemės kuriamos taip, kad būtų lengvai pritaikomos prie besikeičiančių naudotojų poreikių – esant būtinybei, jų funkcionalumas gali būti plečiamas ar tobulinamas, pavyzdžiui, įtraukiant naujus naudotojų vaidmenis ar naujas veiklos kryptis.

## 4.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos narių poreikiai

„FabLab“ virtualiosios aplinkos reikalavimai skirstomi į dvi pagrindines grupes: funkcinius ir nefunkcinius. Funkciniai reikalavimai apibrėžia, kokius veiksmus virtualioji aplinka turi atlikti ir kokias galimybes suteikti jos naudotojams. Nefunkciniai reikalavimai nusako sistemos (virtualiosios aplinkos technologinio pagrindo) veikimo kokybinius kriterijus – tokius kaip saugumas, patogumas, pritaikomumas ar prieinamumas [74].

Naudotojų poreikiai buvo nustatyti remiantis atliktos apklausos rezultatais. Apibendrinta informacija pateikta 2 skyriuje, o naudotas klausimynas – 2 priede.

Atsižvelgiant į planuojamą virtualiosios aplinkos struktūrą, šiuo metu išskiriami du pagrindiniai naudotojų tipai:

- Mokytojas-narys – virtualiosios aplinkos naudotojas, kuris kelia, dalijasi ir naudoja mokomąją medžiagą, bendrauja su kitais nariais;
- Administratorius – atsakingas už virtualiosios aplinkos priežiūrą, naudotojų valdymą, sistemos techninį palaikymą ir bendrą aplinkos koordinavimą.

Remiantis apklausoje išreikštais mokytojų lūkesčiais ir virtualiosios aplinkos tikslais, buvo nustatyti pagrindiniai funkciniai reikalavimai mokytojui-nariui. Jie apima esmines naudotojo veiklas skirtingose virtualiosios aplinkos posistemėse – nuo paskyros valdymo iki turinio kūrimo ir bendravimo. Šie reikalavimai pateikti žemiau esančioje 3 lentelėje.

**3 lentelė.** Funkciniai reikalavimai mokytojui-nariui

| Posistemė | Funkcinis reikalavimas |
|---|---|
| Naudotojo paskyros valdymas | Naudotojas gali registruotis virtualiojoje aplinkoje. |
| | Gali pasirinkti registracijos būdą – el. paštu arba per Google paskyrą. |
| | Gali redaguoti savo profilio informaciją. |
| | Šalinti savo paskyrą. |
| Bendravimo | Gali siųsti asmenines žinutes, dalyvauti diskusijose. |
| | Gali dalyvauti forumuose ar teminiuose pokalbių kambariuose. |

| | |
|---|---|
| Turinio dalijimosi | Gali įkelti mokomąją medžiagą, pridėti failus, nuorodas, aprašymus. |
| | Gali peržiūrėti, atsisiųsti ir naudoti kitų pasidalytą mokomąją medžiagą. |
| | Gali ieškoti turinio pagal raktažodžius, temas ar autorių. |

Lentelėje pateikti funkciniai reikalavimai atspindi mokytojo-nario vaidmenį virtualioje aplinkoje ir apima pagrindinius naudotojo veiksmus, kurie bus realizuoti skirtingose šios aplinkos posistemėse. Jie parinkti remiantis atliktos apklausos rezultatais, kurie parodė, kad pedagogams svarbiausia – bendradarbiavimas, praktinių idėjų sklaida ir prieiga prie mokomosios medžiagos.

Dauguma respondentų pabrėžė, kad jiems taip pat svarbi galimybė dalytis patirtimi su kolegomis, peržiūrėti konkrečių projektų pavyzdžius, aktyviai dalyvauti diskusijose ir naudotis aiškia bei patogia virtualiąja aplinka. Atsižvelgiant į tai, buvo numatytos funkcijos, leidžiančios įkelti ir atsisiųsti turinį, bendrauti diskusijų forume, siųsti kitiems nariams asmenines žinutes, pasirinkti prisijungimo būdą, naudotis paieškos sistema bei redaguoti ir šalinti paskyrą.

Be mokytojų-narių poreikių, taip pat buvo įvertinti administratoriaus vaidmeniui keliami reikalavimai. Siekiant užtikrinti sklandų virtualiosios aplinkos veikimą, saugumą ir naudotojų patirties kokybę, administratorius turi turėti išplėstines galimybes ją valdyti, spręsti sistemos techninius klausimus bei prižiūrėti tvarką. Jo atliekamos funkcijos apima paskyrų valdymą, turinio moderavimą, pagalbos teikimą ir virtualiosios aplinkos priežiūrą. Žemiau pateikta lentelė apibendrina pagrindinius funkcinius reikalavimus administratoriaus vaidmeniui (žr. 4 lent.).

**4 lentelė.** Funkciniai reikalavimai administratoriui

| **Posistemė** | **Funkcinis reikalavimas** |
|---|---|
| Administravimo | Gali kurti, redaguoti ir šalinti naudotojų paskyras. |
| | Gali keisti naudotojų informaciją (pvz., vardą, el. paštą). |
| | Gali įdiegti, įjungti, išjungti ir šalinti įskiepius. |
| | Gali konfigūruoti įskiepių nustatymus. |
| | Gali koreguoti pagrindinį puslapį, keisti temą, kalbą ir puslapio išdėstymą. |
| | Gali atlikti aplinkos atnaujinimus ir stebėti jos veikimą. |
| | Gali atlikti saugumo patikrą ir šalinti kenkėjiškus failus. |
| | Gali įgalinti ir taikyti saugos funkcijas (pvz. prisijungimo ribojimai). |
| Naudotojo paskyros valdymas | Gali valdyti visų naudotojų paskyras ir, esant poreikiui, koreguoti ar blokuoti jas. |
| Bendravimo | Gali stebėti bendravimo turinį, šalinti netinkamus pranešimus ar nutraukti diskusijas. |
| Turinio dalijimosi | Gali peržiūrėti visą įkeltą medžiagą, šalinti netinkamą turinį. |

Administratorius turi prieigą prie visų tų pačių funkcijų kaip ir mokytojas-narys, tačiau papildomai jam suteikiamos išskirtinės teisės prižiūrėti visą virtualiąją aplinką. Jis atsakingas už sistemos techninį palaikymą – vykdo sistemos atnaujinimus, diegia papildomas funkcijas ir integruoja reikalingus papildinius. Administratorius valdo naudotojų paskyras: prireikus koreguoja jų teises, stebi narių veiklą ir, esant pažeidimams, gali pašalinti naudotojus iš virtualiosios aplinkos.

Be funkcinių reikalavimų, siekiant užtikrinti sklandų ir patogų „FabLab“ virtualiosios aplinkos veikimą, būtina atsižvelgti ir į nefunkcinius reikalavimus. Jie nurodo kokybinius sistemos veikimo

aspektus – tokias savybes kaip patogumas naudoti, saugumas, greitis, prieinamumas bei stabilumas [75]. Šie reikalavimai buvo išskirti remiantis atlikta apklausa (žr. 2 skyrių), kurioje mokytojai įvardijo svarbiausius virtualiosios aplinkos veikimo kriterijus, darančius įtaką jų dalyvavimui ir įsitraukimui, taip pat remiantis literatūros šaltiniais, kuriuose išryškinama esminių kokybinių savybių – tokių kaip našumas, saugumas, patikimumas ir patogumas naudoti – reikšmė siekiant užtikrinti efektyvų ir vartotojui palankų virtualiosios aplinkos veikimą įvairiuose programinės įrangos projektuose [75].

Žemiau pateiktoje lentelėje nurodyti pagrindiniai nefunkciniai reikalavimai, kurie buvo išskirti pagal dažniausiai pasikartojančius respondentų atsakymus bei gerąsias praktikas kuriant vartotojui patogią virtualiąją aplinką.

**5 lentelė.** Nefunkciniai reikalavimai „FabLab“ virtualiajai aplinkai

| **Aspektas** | **Reikalavimas** |
|---|---|
| Naudojimo paprastumas | Aiški, paprasta naudoti sąsaja. |
| Veikimo greitis ir stabilumas | Greitas turinio užkrovimas, stabilus veikimas. |
| Prisitaikymas prie įrenginių | Veikia kompiuteriuose, planšetėse, mobiliuosiuose įrenginiuose. |
| Turinio atnaujinimo patogumas | Paprastas turinio įkėlimas, redagavimas ir peržiūra. |
| Duomenų saugumas | Atitinka BDAR reikalavimus, užtikrina saugų prisijungimą. |
| Paieškos galimybės | Veiksminga paieška pagal raktažodžius, temas ar autorius. |
| Dizaino lankstumas | Platus šablonų pasirinkimas, galimybė keisti dizaino elementus. |
| Prieinamumas ir kaina | Sistema prieinama be mokesčių, išskyrus serverio saugojimo paslaugas. |

Atsižvelgiant į mokytojų išsakytus poreikius ir virtualiosios aplinkos veiklos specifiką, buvo suformuluoti pagrindiniai funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai. Jie apibrėžia naudotojų sąveiką su virtualiąja aplinka ir jos veikimo kokybinius aspektus, užtikrinančius sklandų, saugų ir patogų veikimą.

## 4.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos panaudojimo atvejai

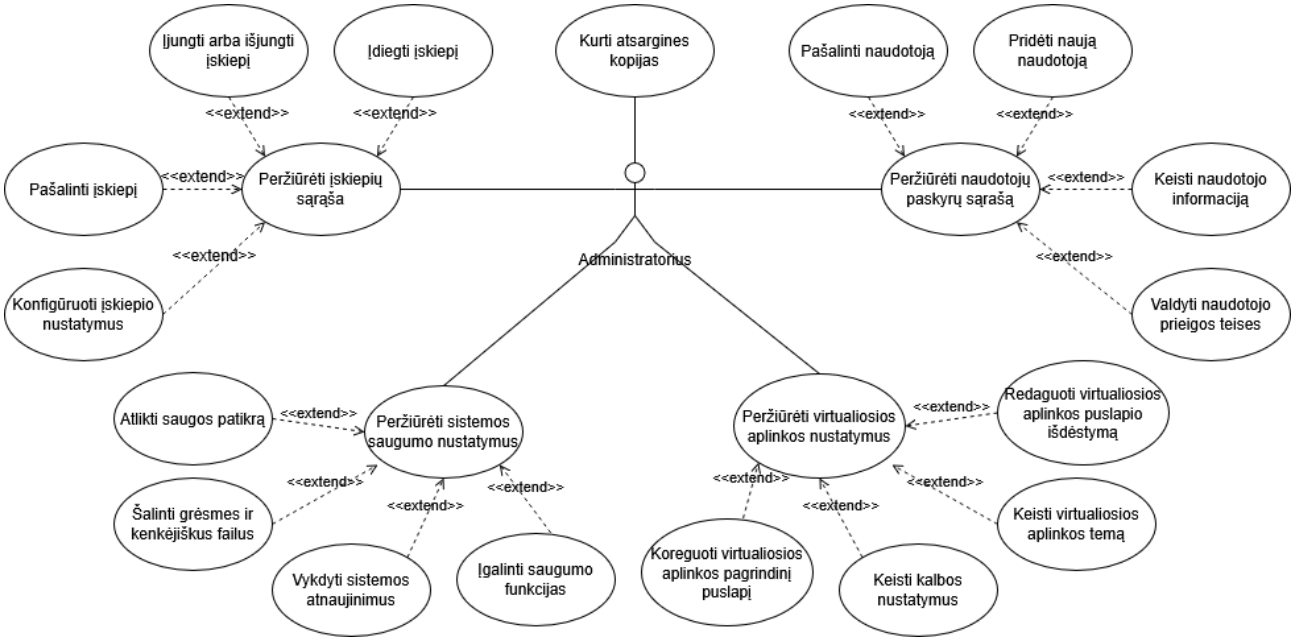
Virtualioji aplinka yra suskirstyta į keturias pagrindines posistemes: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi. Kiekviena iš šių posistemių atlieka specifines funkcijas, užtikrinančias sklandų virtualiosios aplinkos veikimą.

Virtualiosios aplinkos funkcionalumą galima pritaikyti – išplėsti ar apriboti – pagal kintančius aplinkos narių poreikius, jų turimus gebėjimus bei veiklos specifiką. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį į sparčiai augančią įskiepių ir papildomų įrankių pasiūlą, kuri suteikia naujų galimybių bendravimui, patirties sklaidai ir idėjų mainams. Dėl to, virtualioji aplinka turėtų būti lanksti ir gebėti prisitaikyti prie naudotojų lūkesčių bei naujų technologinių sprendimų.

### 4.3.1. Administravimo posistemė

Administravimo posistemėje pagrindinį vaidmenį atlieka administratorius. Jis atsakingas už penkias pagrindines funkcines sritis: naudotojų valdymą, įskiepių valdymą, sistemos saugos užtikrinimą, atsarginių kopijų kūrimą bei darbo aplinkos konfigūravimą. Šios sritys yra būtinos sklandžiam virtualiosios aplinkos veikimui ir jos pritaikymui naudotojų poreikiams. 14 paveikslėlyje pateikta administravimo posistemės panaudojimo atvejų diagrama. Kiekvienai sričiai priskiriami konkretūs

funkcionalumai, leidžiantys užtikrinti sklandų virtualiosios aplinkos veikimą ir pritaikymą naudotojų poreikiams.



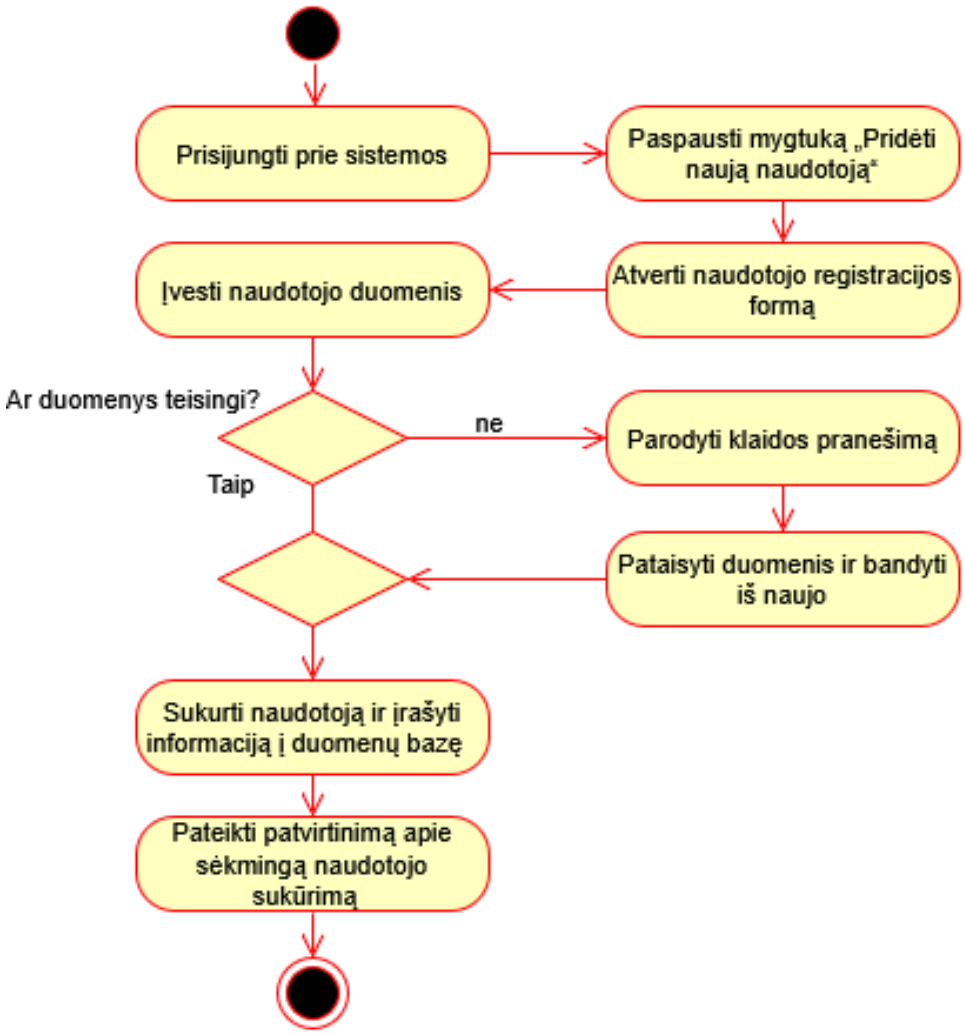

**14 pav.** Administravimo posistemės panaudojimo atvejis

Administravimo posistemio panaudojimo atvejo „Pridėti naują naudotoją“ specifikacija pateikiama 6 lentelėje.

**6 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Pridėti naują naudotoją“ specifikacija

| **Panaudojimo atvejis** | **Nr. 1 – Pridėti naują naudotoją** |
|---|---|
| Tikslas | Sukurti naują naudotojo paskyrą. |
| Dalyviai | Administratorius. |
| Ryšiai su kitais PA | Valdyti naudotojus, Keisti naudotojo informaciją, Tvarkyti naudotojo prieigos teises. |
| Nefunkciniai reikalavimai | Aiškūs nurodymai, kuriuos duomenis reikia įvesti, ir paprasta, naudotojui suprantama, sąsaja. |
| Išankstinė sąlyga | Administratorius turi būti prisijungęs prie sistemos. |
| Sužadinimo sąlyga | Pasirenkama naudotojų valdymo funkcija pagrindiniame meniu. |
| Įvykdymo sąlyga | Naujas naudotojas yra sėkmingai pridėtas į sistemą. |
| Pagrindinis scenarijus | Administratorius pasirenka funkciją „Pridėti naują naudotoją“.<br>Sistema pateikia formą naujo naudotojo duomenims įvesti.<br>Administratorius įveda naudotojo vardą, el. paštą, slaptažodį ir kitą reikiamą informaciją.<br>Administratorius patvirtina duomenis.<br>Sistema patikrina duomenų teisingumą.<br>Sistema sukuria naują naudotoją ir išsaugo informaciją duomenų bazėje.<br>Sistema pateikia patvirtinimą apie sėkmingą naudotojo sukūrimą. |
| Alternatyvus scenarijus: | Administratorius įveda neteisingus duomenis:<br>Sistema parodo klaidos pranešimą.<br>Administratorius pataiso duomenis ir bando dar kartą. |

Remiantis pateikta panaudojimo atvejo specifikacija, žemiau pateikiama veiklos diagrama, atvaizduojanti naudotojo pridėjimo eigą administravimo posistemėje (žr. 15 pav.). Ši diagrama detaliai parodo veiksmų seką nuo funkcijos pasirinkimo iki naujo naudotojo sėkmingo pridėjimo.

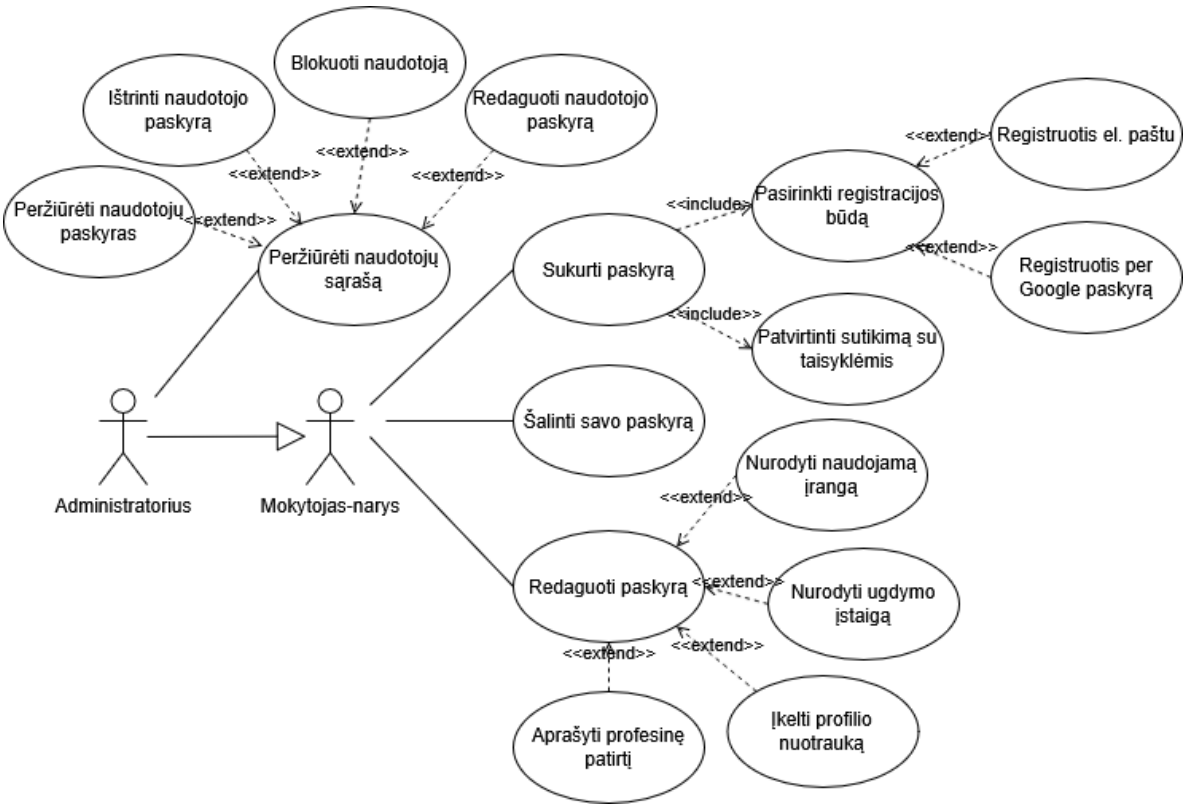



**15 pav.** Panaudojimo atvejo „Pridėti naują naudotoją“ veiklos diagrama

Administravimo posistemė užtikrina efektyvų virtualiosios aplinkos valdymą, o administratorius atlieka pagrindines funkcijas, susijusias su naudotojų valdymu, saugos užtikrinimu, įskiepių tvarkymu, atsarginių kopijų kūrimu bei virtualiosios aplinkos konfigūravimu. Panaudojimo atvejų ir veiklos diagramų analizė leidžia aiškiai suprasti procesų eigą ir jų įgyvendinimą aplinkoje.

### 4.3.2. Naudotojo paskyros valdymo posistemė

Naudotojo paskyros valdymo posistemėje pagrindinį vaidmenį atlieka mokytojas-narys ir administratorius. Mokytojas-narys turi galimybę registruotis virtualiojoje aplinkoje, prisijungti, pasirinkti registracijos būdą (el. paštu arba per „Google“ paskyrą), bei redaguoti savo profilio informaciją. Be naudotojui prieinamų funkcijų, administratorius turi papildomas teises – jis gali pasiekti visų virtualiosios aplinkos naudotojų paskyrų informaciją, o prireikus ją redaguoti arba apriboti prieigą, pavyzdžiui, blokuojant paskyras. Ši posistemė yra būtina sklandžiam naudotojų autentifikavimui, jų duomenų valdymui ir saugiam prisijungimui prie virtualiosios aplinkos. 7 paveikslėlyje pateikta naudotojo paskyros valdymo posistemės panaudojimo atvejų diagrama, kurioje vaizduojamos pagrindinės šios posistemės funkcijos ir naudotojų sąveikos su sistema (žr. 16 pav.).



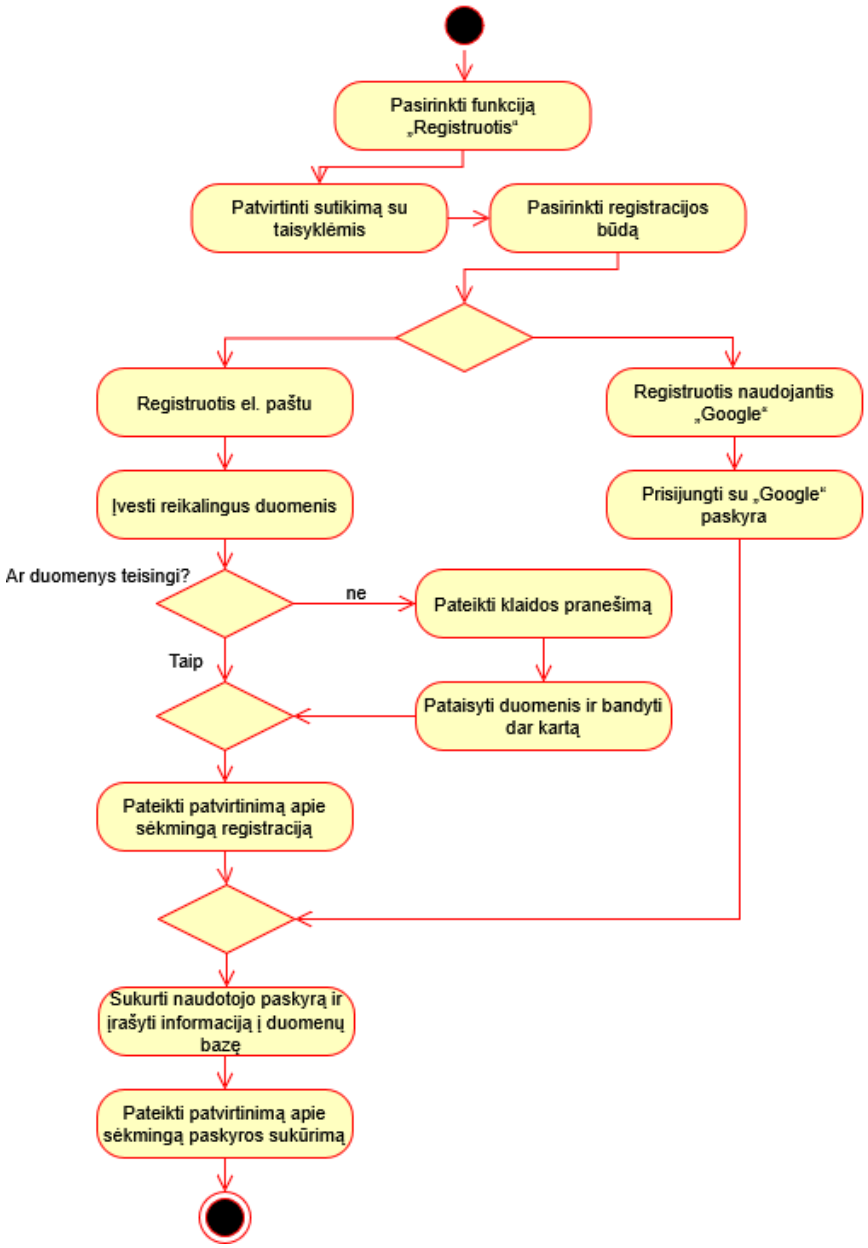

**16 pav.** Naudotojo paskyros valdymo posistemės panaudojimo atvejis

Atsižvelgiant į pateiktą panaudojimo atvejų diagramą, toliau aprašoma vieno iš pagrindinių sistemos funkcionalumų – naudotojo paskyros sukūrimo – specifikacija (žr. 7 lent.). Paskyros kūrimo specifikacija administravimo posistemėje apima paskyros kūrimą administratoriaus iniciatyva, o šiame skyriuje pateikiamas scenarijus atspindi naudotojo savarankišką registraciją virtualiojoje aplinkoje.

**7 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Sukurti paskyrą“ specifikacija

| **Panaudojimo atvejis** | **Nr. 2 – Sukurti paskyrą** |
|---|---|
| Tikslas | Savarankiškai susikurti naudotojo paskyrą. |
| Dalyviai | Mokytojas-narys. |
| Ryšiai su kitais PA | Pasirinkti registracijos būdą, Patvirtinti sutikimą su taisyklėmis. |
| Nefunkciniai reikalavimai | Aiški registracijos eiga, paprasta ir vartotojui suprantama sąsaja. |
| Išankstinė sąlyga | Naudotojas nėra dar registruotas. |
| Sužadinimo sąlyga | Pasirenkama registracijos funkcija pagrindiniame lange. |
| Įvykdymo sąlyga | Naudotojo paskyra sėkmingai sukurta ir išsaugota sistemoje. |
| Pagrindinis scenarijus | Naudotojas pasirenka funkciją „Registruotis“.<br>Pasirenka registracijos būdą (el. paštu arba per „Google“ paskyrą).<br>Įveda reikiamus duomenis ir patvirtina sutikimą su taisyklėmis.<br>Sistema patikrina duomenis ir sukuria paskyrą ir išsaugo informaciją duomenų bazėje.<br>Naudotojas gauna pranešimą apie sėkmingą registraciją. |
| Alternatyvus scenarijus: | Naudotojas įveda neteisingus ar neišsamius duomenis.<br>Sistema parodo klaidos pranešimą.<br>Naudotojas pataiso duomenis ir bando dar kartą. |

Remiantis aukščiau pateikta specifikacija, žemiau pateikiama veiklos diagrama, vaizduojanti naudotojo paskyros kūrimo proceso eigą žingsnis po žingsnio (žr. 17 pav.). Diagrama apima pagrindinius veiksmus nuo registracijos pradžios iki sėkmingo paskyros sukūrimo.




**17 pav.** Panaudojimo atvejo „Sukurti paskyrą“ veiklos diagrama

Pateiktoje veiklos diagramoje pavaizduota naudotojo savarankiškos registracijos eiga. Diagrama apima du alternatyvius registracijos būdus – el. paštu ir per „Google“ paskyrą. Abiem atvejais, prieš paskyros sukūrimą, naudotojas privalo patvirtinti sutikimą su virtualiosios aplinkos naudojimo taisyklėmis. Registracijos proceso metu sistema tikrina įvestų duomenų teisingumą, o esant klaidoms pateikia pranešimą ir leidžia naudotojui juos pataisyti. Diagrama baigiasi paskyros sukūrimu ir patvirtinimo pateikimu apie sėkmingą registraciją.

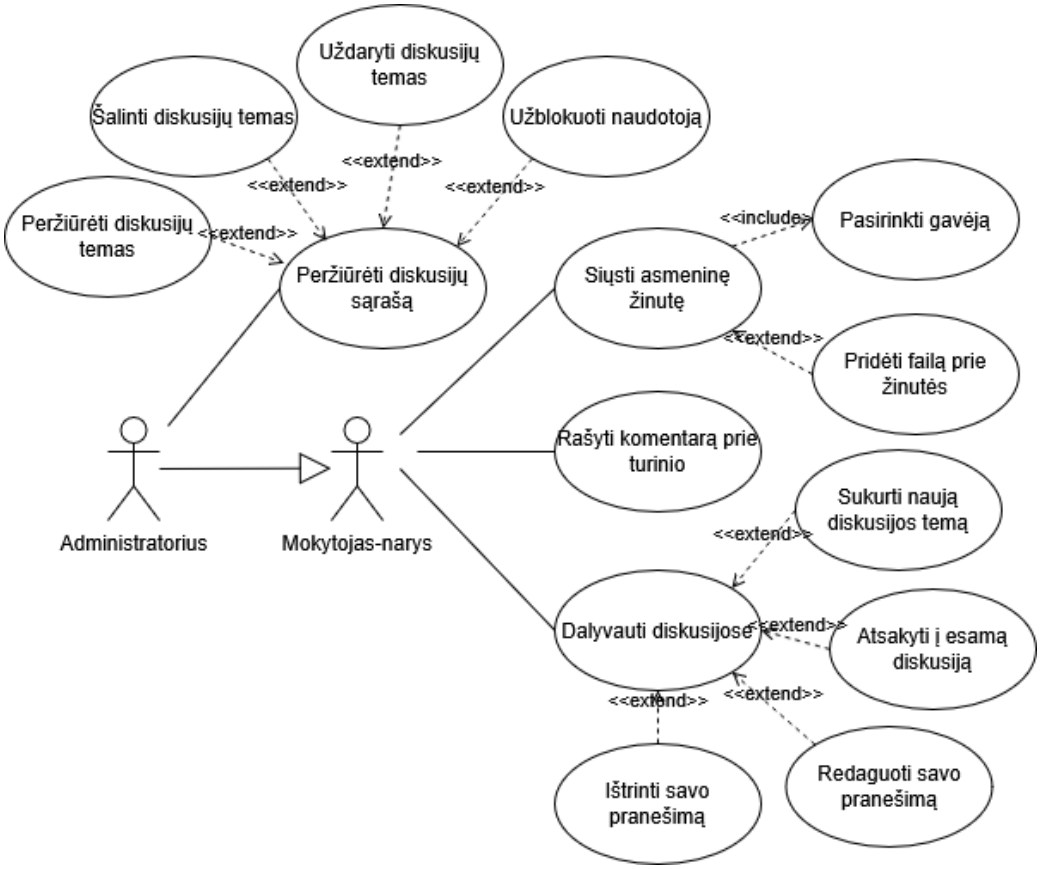
Naudotojo paskyros valdymo posistemė leidžia vartotojams savarankiškai registruotis virtualiojoje aplinkoje, pasirinkti registracijos būdą, redaguoti savo profilio informaciją bei šalinti paskyrą. Administratorius šioje posistemėje turi papildomas teises – gali valdyti kitų naudotojų paskyras, jas peržiūrėti, redaguoti, blokuoti ar ištrinti.

### 4.3.3. Bendravimo posistemė

Bendravimo posistemėje dalyvauja mokytojai-nariai ir administratorius. Šios posistemės pagrindinė paskirtis – užtikrinti sklandų ir aktyvų virtualiosios aplinkos narių tarpusavio bendravimą. Vartotojai gali siųsti privačias žinutes, dalyvauti forumų diskusijose bei inicijuoti teminius pokalbius. Tokiu būdu skatinama bendradarbiavimo kultūra, įgalinanti dalytis patirtimi, spręsti iškylančias problemas bei gauti grįžtamąjį ryšį apie vykdomas veiklas.

Administratorius atlieka moderatoriaus vaidmenį – stebi diskusijų turinį, užtikrina, kad bendravimas vyktų etiškai ir laikantis bendruomenės taisyklių, bei, esant reikalui, šalina netinkamus pranešimus ar nutraukia neetiškas diskusijas.

Bendravimo posistemė svarbi ne tik bendravimui palaikyti, bet ir kuriant pasitikėjimu grįstą virtualiąją aplinką, kurioje dalijimasis žiniomis, pagalba ir idėjomis tampa natūraliu profesinio tobulėjimo procesu. 9 paveikslėlyje pateikta bendravimo posistemės panaudojimo atvejų diagrama, vaizduojanti pagrindines naudotojų sąveikas su sistema ir vykdomas funkcijas (žr. 18 pav.).




**18 pav.** Bendravimo posistemės panaudojimo atvejis

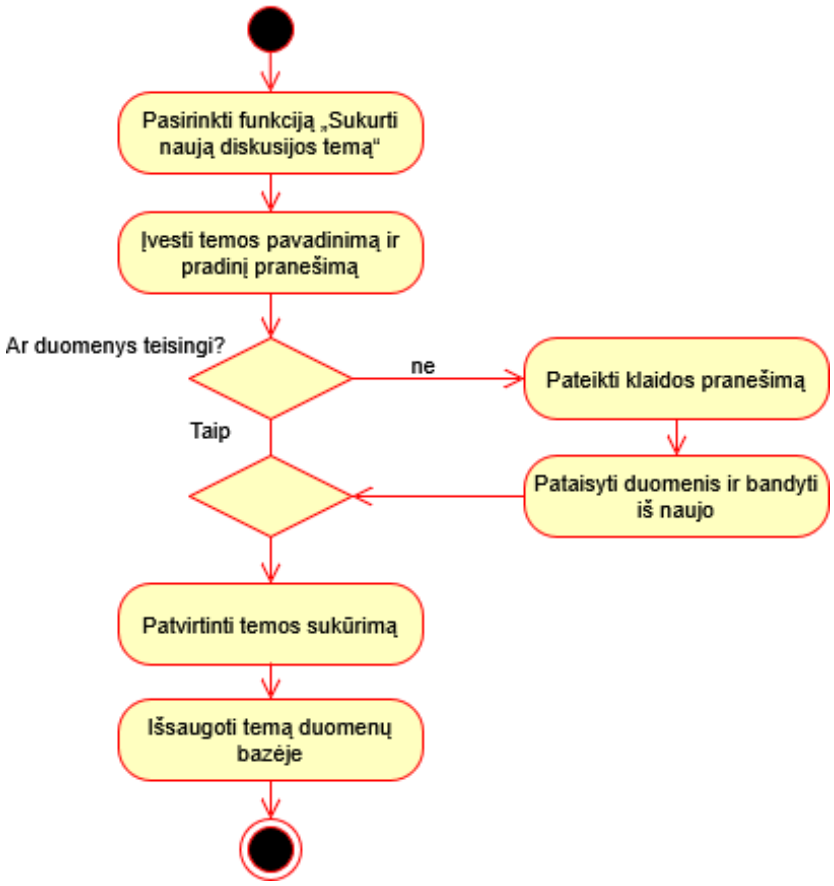
Šiame skyriuje analizuojamas vienas iš esminių bendravimo posistemės funkcionalumų – naujos diskusijos temos kūrimas. Jo specifikacija parengta remiantis anksčiau pateikta panaudojimo atvejų diagrama ir pateikiama 8 lentelėje.

Diskusijų temos kūrimas yra esminė bendravimo posistemės funkcija, leidžianti mokytojui-nariui inicijuoti teminę diskusiją su nariais, kelti klausimus ar dalintis įžvalgomis. Ši specifikacija apima scenarijų, kuriame mokytojas-narys, prisijungęs prie virtualiosios aplinkos, savarankiškai pradeda naują diskusiją forumo aplinkoje.

**8 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Sukurti naują diskusijos temą“ specifikacija

| **Panaudojimo atvejis** | **Nr. 3 – Sukurti naują diskusijos temą** |
|---|---|
| Tikslas | Sukurti naują diskusijos temą . |
| Dalyviai | Mokytojas-narys. |
| Ryšiai su kitais PA | Dalyvauti diskusijose. |
| Nefunkciniai reikalavimai | Aiški ir patogi sąsaja, užtikrinanti lengvą naujos temos kūrimo eigą. |
| Išankstinė sąlyga | Vartotojas yra prisijungęs prie virtualiosios aplinkos. |
| Sužadinimo sąlyga | Vartotojas pasirenka funkciją „Sukurti naują diskusijos temą“. |
| Įvykdymo sąlyga | Tema sėkmingai sukurta ir matoma virtualiojoje aplinkoje. |
| Pagrindinis scenarijus | Naudotojas pasirenka „Sukurti naują diskusijos temą“.<br>Įveda temos pavadinimą ir pradinį pranešimą.<br>Patvirtina sukūrimą.<br>Sistema išsaugo duomenis ir tema tampa pasiekiama kitiems vartotojams. |
| Alternatyvus scenarijus: | Naudotojas neįveda visų reikiamų laukų.<br>Sistema pateikia klaidos pranešimą.<br>Naudotojas užpildo trūkstamą informaciją ir bando dar kartą. |

Vadovaujantis aukščiau pateikta specifikacija, pateikiama veiklos diagrama „Sukurti naują diskusijos temą“ (žr. 19 pav.). Diagrama iliustruoja pagrindinius žingsnius, kuriuos šio proceso metu atlieka naudotojas ir sistema.




**19 pav.** Panaudojimo atvejo „Sukurti naują diskusijos temą“ veiklos diagrama

Bendravimo posistemė suteikia vartotojams galimybę aktyviai dalyvauti virtualiosios aplinkos veiklose – siųsti privačias žinutes, kurti ir komentuoti diskusijų temas, dalytis įžvalgomis bei spręsti

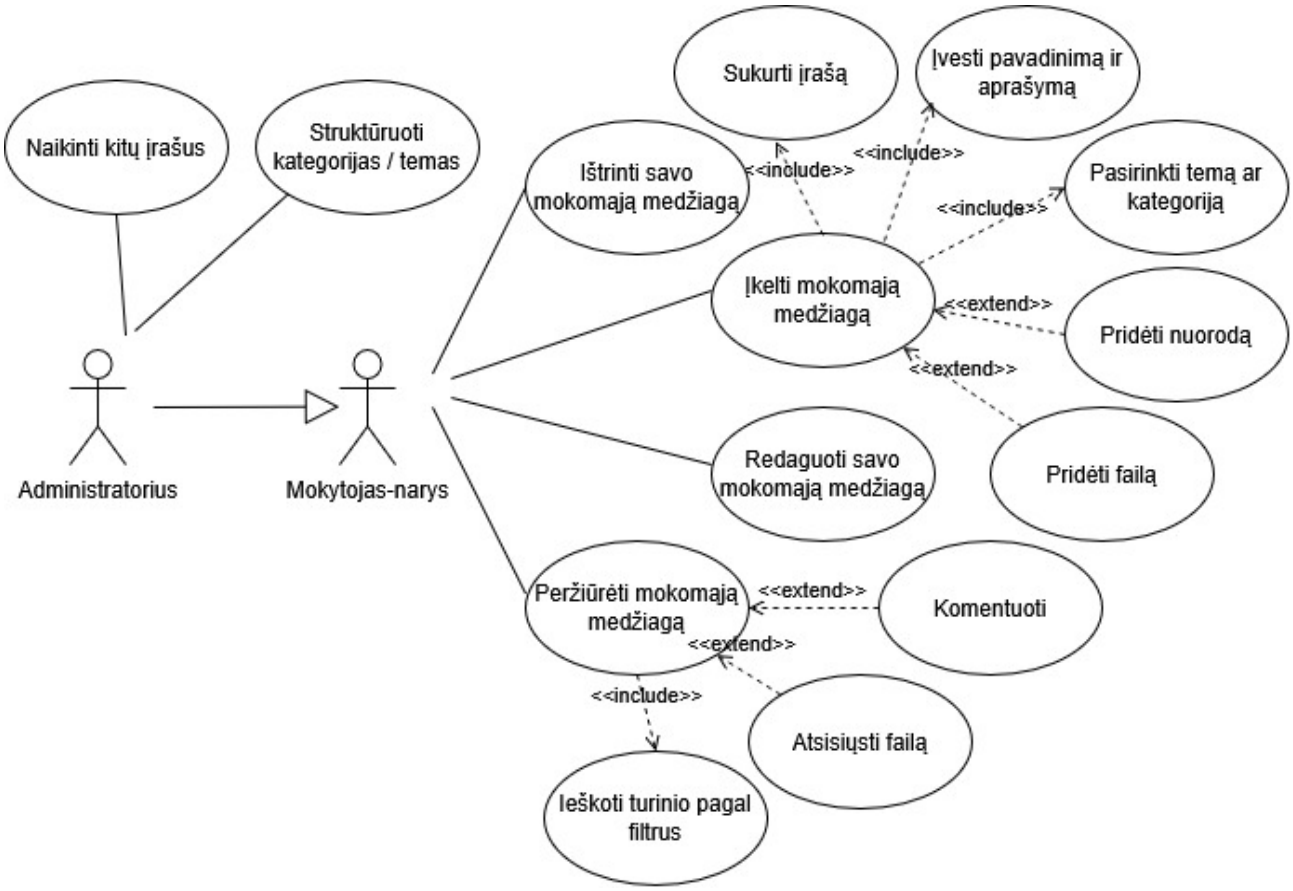
iškilusias problemas. Ši posistemė padeda užtikrinti nuolatinę komunikaciją, skatina žinių dalijimąsi ir profesinį tobulėjimą. Administratorius šioje posistemėje atlieka moderatoriaus vaidmenį – prižiūri diskusijų turinį, užtikrina taisyklių laikymąsi ir, esant poreikiui, imasi veiksmų netinkamam turiniui pašalinti.

### 4.3.4. Turinio dalijimosi posistemė

Turinio dalijimosi posistemėje pagrindinį vaidmenį atlieka mokytojai-nariai ir administratorius. Šios posistemės paskirtis – užtikrinti patogią mokomosios medžiagos, pamokų planų, projektų pavyzdžių ir „FabLab“ įrangos naudojimo instrukcijų sklaidą virtualiosios aplinkos viduje. Mokytojai-nariai gali įkelti turinį, pridėti aprašymus, nuorodas, failus, žymas ir bendrinti medžiagą su kitais nariais. Turinys yra struktūruojamas pagal temas, kad vartotojai galėtų greitai ir efektyviai rasti jiems aktualią informaciją.

Administratorius turi prieigą prie visos įkeltos medžiagos ir atlieka moderavimo funkciją – užtikrina, kad turinys atitiktų etinius, kokybės ir autorių teisių reikalavimus bei, prireikus, pašalina netinkamą ar pasenusį turinį.

Paveikslėlyje pateikta turinio dalijimosi posistemės panaudojimo atvejų diagrama, vaizduojanti pagrindines naudotojų sąveikas su sistema ir vykdomas funkcijas (žr. 20 pav.).




**20 pav.** Turinio dalijimosi posistemės panaudojimo atvejų diagrama

Diagrama vaizduoja pagrindinius mokytojo-nario veiksmus: mokomosios medžiagos įkėlimą, peržiūrą, redagavimą ir paiešką. Administratorius, paveldėdamas visas mokytojo teises, papildomai gali naikinti kitų įrašus bei valdyti turinio struktūrą (kategorijas, žymas).

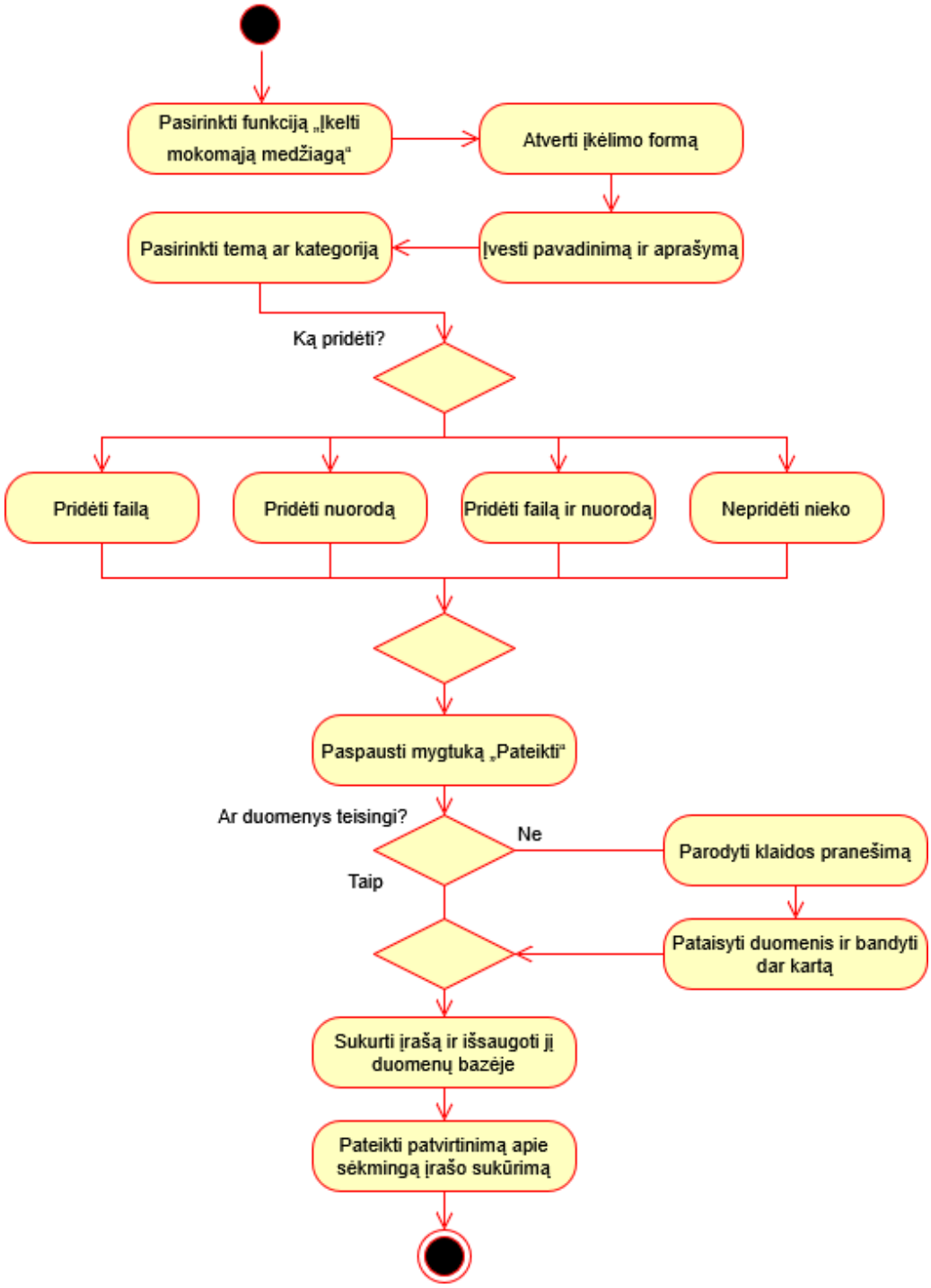
Remiantis šia diagrama, toliau pateikiama vieno iš pagrindinių funkcionalumų – mokomosios medžiagos įkėlimo-panaudojimo atvejo specifikacija, kurioje aprašoma mokomosios medžiagos įkėlimo eiga: nuo įkėlimo formos atvėrimo iki informacijos pateikimo ir įrašo išsaugojimo sistemoje (žr. 9 lent.).

**9 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ specifikacija

| **Panaudojimo atvejis** | **Nr. 4 – Įkelti mokomąją medžiagą** |
|---|---|
| Tikslas | Įkelti mokomąją medžiagą, įvedant pavadinimą, aprašymą ir pasirenkant temą ar kategoriją; jei norima – pridedant failą ar nuorodą. |
| Dalyviai | Mokytojas-narys. |
| Ryšiai su kitais PA | Sukurti įrašą, Įvesti pavadinimą ir aprašymą, Pasirinkti temą ar kategoriją, Pridėti failą, Pridėti nuorodą. |
| Nefunkciniai reikalavimai | Paprasta ir aiški sąsaja, leidžianti greitai įkelti ir klasifikuoti turinį. |
| Išankstinė sąlyga | Vartotojas yra prisijungęs prie virtualiosios aplinkos. |
| Sužadinimo sąlyga | Pasirenkama funkcija „Įkelti mokomąją medžiagą“. |
| Įvykdymo sąlyga | Įrašas sėkmingai įkeltas ir matomas kitiems virtualiosios aplinkos vartotojams. |
| Pagrindinis scenarijus | Naudotojas pasirenka funkciją „Įkelti mokomąją medžiagą“.<br>Atsidaro įkėlimo forma.<br>Naudotojas įveda pavadinimą ir trumpą aprašymą.<br>Pasirenka temą ar kategoriją (būtina).<br>(Jei norima) prideda nuorodą.<br>(Jei norima) prideda failą.<br>Pasirenka veiksmą „Pateikti“.<br>Sistema patikrina, ar visi būtini laukai užpildyti.<br>Jei duomenys teisingi – sistema sukuria įrašą ir išsaugo jį duomenų bazėje.<br>Naudotojui pateikiamas patvirtinimo pranešimas. |
| Alternatyvus scenarijus: | Naudotojas neįveda bent vieno iš būtinų laukų (pavadinimo, aprašymo ar temos).<br>Sistema pateikia klaidos pranešimą.<br>Naudotojas pataiso duomenis ir bando dar kartą. |

Remiantis anksčiau pateikta specifikacija, toliau pateikiama veiklos diagrama, vaizduojanti vieną iš svarbiausių turinio dalijimosi posistemės procesų – mokomosios medžiagos įkėlimą. Diagrama (žr. 21 pav.) iliustruoja pagrindinius veiksmus, kuriuos atlieka naudotojas ir sistema šio proceso metu.

Naudotojas įkelia mokomąją medžiagą į virtualiąją aplinką, užpildydamas privalomus laukus – pavadinimą, aprašymą ir temą ar kategoriją. Po šių žingsnių naudotojui suteikiama galimybė pasirinkti, ar pridėti papildomą informaciją – failą, nuorodą, abu elementus, ar apskritai nieko nepridėti. Visi šie keliai veda į bendrą veiksmą – įrašo pateikimą. Sistema patikrina, ar visi būtini laukai užpildyti, ir, jei duomenys tinkami, įrašo informaciją į duomenų bazę bei pateikia naudotojui patvirtinimą. Esant trūkstamai privalomai informacijai, naudotojui rodomas klaidos pranešimas ir suteikiama galimybė pataisyti duomenis bei bandyti dar kartą.




**21 pav.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ veiklos diagrama

Turinio dalijimosi posistemė yra viena svarbiausių „FabLab“ virtualiosios aplinkos dalių. Ji suteikia mokytojams galimybę dalintis mokomąja medžiaga, naudotis kolegų parengtu turiniu bei, prireikus, gauti metodinę pagalbą. Ji ne tik stiprina bendradarbiavimą tarp mokytojų, bet ir padeda taupyti laiką pamokų ruošimui, skatina profesinį tobulėjimą bei prisideda prie „FabLab“ įrangos naudojimo integracijos ugdymo procese. Atsižvelgiant į apklausos rezultatus, ši posistemė yra vienas aktualiausių naudotojų poreikius atitinkančių funkcionalumų.

„FabLab“ virtualioji aplinka bus kuriama remiantis šiame skyriuje pateiktais keturių posistemių panaudojimo atvejais, jų specifikacijomis ir veiklos diagramomis.

## 4.4. Skyriaus išvados

1. Suprojektuota „FabLab“ virtualioji aplinka, kurios tikslas – sudaryti sąlygas mokytojų saviugdai, bendradarbiavimui ir mokymosi išteklių dalijimuisi, apibrėžiant pagrindinius aplinkos dalyvius, jų funkcijas ir sąveiką virtualioje erdvėje.
2. Apibrėžti virtualiosios aplinkos naudotojų – mokytojo-nario ir administratoriaus – poreikiai bei, jų pagrindu, suformuluoti funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai, nusakantys virtualiosios aplinkos funkcionalumą ir kokybinius veikimo aspektus.
3. Suprojektuoti virtualiosios aplinkos panaudojimo atvejai, kuriuose detalizuojama naudotojų sąveika su sistema ir pagrindiniai procesai administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi posistemėse.
4. Tyrimo rezultatais pagrįstas virtualiosios aplinkos projektas sudaro prielaidas kurti funkcionalią, naudotojų poreikius atitinkančią ir mokytojų saviugdą bei bendradarbiavimą skatinančią virtualiąją aplinką.

## 5. Sistemų ir programinių priemonių parinkimas „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrimui

Planuojant virtualiosios aplinkos kūrimą, vienas svarbiausių žingsnių yra tinkamiausios sistemos ar programinės priemonės parinkimas. Šiame skyriuje pateikiamas pasirinktų sistemų palyginimas pagal funkcionalumo kriterijus, atsižvelgiant į bendruomeniškumo, turinio sklaidos, diskusijų galimybių ir techninės priežiūros aspektus.

Atlikta apklausa parodė, kad mokytojai pageidauja virtualiosios aplinkos, leidžiančios:

- patogiai dalintis mokomąja medžiaga;
- komunikuoti su kolegomis;
- naudotis diskusijų erdvėmis;
- konsultuotis virtualioje erdvėje;
- dirbti patogioje ir nesudėtingoje aplinkoje.

Atsižvelgiant į mokytojų poreikius, lyginimui pasirinktos trys sistemų grupės atstovės, kurios yra plačiai žinomos, naudojamos švietime ar lengvai pritaikomos tokiam tikslui. Nors dauguma apklaustų mokytojų kaip tinkamą bendravimo ir bendradarbiavimo priemonę įvardijo socialinį tinklą „Facebook“, ši priemonė į palyginimą neįtraukta dėl privatumo, duomenų apsaugos ir pedagoginio konteksto netinkamumo. Jos yra:

- „Moodle“ – tai viena populiariausių atvirojo kodo mokymosi valdymo sistemų, plačiai naudojama formaliojo ugdymo institucijose visame pasaulyje, pasižyminti išplėtotomis turinio valdymo, vertinimo, komunikacijos ir naudotojų administravimo funkcijomis [76];
- „Google Classroom“ – tai mokymosi valdymo sistema, priklausanti „Google“ ekosistemai ir orientuota į formalųjį švietimą, kurioje daug dėmesio skiriama paprastumui ir greitam turinio bei užduočių pateikimui, tačiau ji turi ribotą diskusijų bei bendruomenės kūrimo funkcionalumą [77];
- „WordPress“ (su įskiepiais) – tai lanksti turinio valdymo sistema, kuri, naudojant atitinkamus įskiepius (pvz., BuddyPress, bbPress, LearnDash), gali būti pritaikyta kurti socialines, edukacines bendruomenes, leidžiančias savarankiškai modeliuoti aplinkos struktūrą ir funkcionalumą [78].

Atsižvelgiant į projekte suformuluotus funkcinius ir nefunkcinius reikalavimus, mokytojų virtualiosios aplinkos modelis buvo praktiškai išbandytas dvejose sistemose – MVS „Moodle“ ir TVS „WordPress“. Tuo tarpu MVS „Google Classroom“ galimybės buvo analizuojamos teoriniu lygmeniu, siekiant įvertinti jos tinkamumą projekto tikslams.

### 5.1. Administravimo posistemė

„Moodle“ ir „WordPress sistemos užtikrina visas būtinas administratoriaus funkcijas, tačiau jų naudojimui dažnai prireikia atskiro serverio arba virtualiosios aplinkos saugojimo serveryje paslaugos (žr. 10 lent.). „Moodle“ pasižymi išplėtotomis administratoriaus valdymo galimybėmis, o „WordPress“ leidžia lankstų funkcionalumo pritaikymą naudojant įvairius įskiepius. „Google Classroom“, priešingai, yra debesų kompiuterija paremta mokymosi valdymo aplinka, kurią galima naudoti be papildomo diegimo, tačiau jos administravimo galimybės yra ribotos – sistema neturi įskiepių diegimo, aplinkos dizaino konfigūravimo ar atsarginių kopijų kūrimo funkcijų [79]. Dėl to, jos taikymo galimybės platesniems vartotojų poreikiams yra labiau apribotos.

**10 lentelė.** Panaudojimo atvejo „Įkelti mokomąją medžiagą“ specifikacija

| Funkcionalumo aspektas | MVS „Moodle“ (išbandyta) | MVS „Google Classroom“ (analizuota) | TVS „WordPress“ (išbandyta) |
|---|---|---|---|
| Kurti ir valdyti naudotojų paskyras | + | ribotai | + |
| Diegti ir valdyti įskiepius | + | – | + |
| Konfigūruoti darbo aplinką | + | – | + |
| Atnaujinti sistemą | + | + | + |
| Užtikrinti aplinkos saugumą | + | minimaliai | + |
| Kurti atsargines duomenų kopijas | + | – | + |

## 5.2. Naudotojo paskyros valdymo posistemė

Tiek „Moodle“, tiek „WordPress“ sistemos suteikia plačias galimybes naudotojo paskyros valdymui – leidžia savarankiškai registruotis, redaguoti paskyros informaciją, įkelti nuotrauką, nurodyti ugdymo įstaigą ar naudojamą įrangą. Tiek viena, tiek kita sistema leidžia administratoriams valdyti naudotojų profilius, keisti teises ar apriboti prieigą. Tuo tarpu „Google Classroom“ yra labiau standartizuota sistema, kuri naudotojo informaciją sinchronizuoja su „Google“ paskyra, todėl dauguma profilio redagavimo funkcijų yra ribotos ar visai nepasiekiamos [79]. Palyginimas pateikiamas lentelėje (žr. 11 lent.), remiantis funkcinių ir nefunkcinių reikalavimų įgyvendinimu skirtingose sistemose.

**11 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal naudotojo paskyros valdymo posistemės funkcionalumą

| Funkcionalumo aspektas | MVS „Moodle“ (išbandyta) | MVS „Google Classroom“ (analizuota) | TVS „WordPress“ (išbandyta) |
|---|---|---|---|
| Sukurti paskyrą | + | + (tik su pakvietimu) | + |
| Pasirinkti registracijos būdą (el. paštas / Google) | + | – (tik per „Google“) | + |
| Redaguoti profilio informaciją | + | – | + |
| Nurodyti naudojamą įrangą | + | – | + |
| Nurodyti ugdymo įstaigą | + | – | + |
| Įkelti profilio nuotrauką | + | – | + |
| Pridėti aprašymą | + | – | + |
| Pašalinti savo paskyrą | + | – | + |

## 5.3. Bendravimo posistemė

Abi sistemos – tiek „Moodle“, tiek „WordPress“ – siūlo platų bendravimo funkcionalumą: vartotojai gali kurti diskusijų temas, komentuoti, atsakyti į kitų įrašus, siųsti asmenines žinutes bei dalintis failais. Tiek viena, tiek kita sistema užtikrina aktyvų vartotojų įsitraukimą į sistemos veiklas bei sudaro sąlygas tiek viešam, tiek individualiam bendravimui. „WordPress“ atveju šios galimybės įgyvendinamos naudojant atitinkamus įskiepius, todėl funkcionalumas priklauso nuo jų pasirinkimo ir sukonfigūravimo. Kita vertus „Google Classroom“ yra labiau struktūruota ir supaprastinta mokymosi valdymo aplinka, kurioje bendravimo galimybės apsiriboja komentavimu prie užduočių ar medžiagos, o diskusijų kūrimo ar žinučių siuntimo funkcijos nėra integruotos [76]. Palyginimas

pateikiamas lentelėje (žr. 12 lent.), remiantis funkcinių reikalavimų įgyvendinimu kiekvienoje iš analizuotų sistemų.

**12 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal bendravimo posistemės funkcionalumą

| **Funkcionalumo aspektas** | **MVS „Moodle“ (išbandyta)** | **MVS „Google Classroom“ (analizuota)** | **TVS „WordPress“ (išbandyta)** |
|---|---|---|---|
| Siųsti asmeninę žinutę | + | – | + (per įskiepius) |
| Pridėti failą prie žinutės | + | – | + |
| Dalyvauti diskusijose | + | – | + |
| Sukurti naują diskusijos temą | + | – | + (pvz., per forumo įskiepį) |
| Atsakyti į esamą diskusiją | + | – | + |
| Redaguoti savo pranešimą | + | – | + |
| Ištrinti savo pranešimą | + | – | + |
| Rašyti komentarą prie turinio | + | + (prie pateiktų užduočių) | + |

## 5.4. Turinio dalijimosi posistemė

Abi sistemos – „Moodle“ ir „WordPress“ – suteikia vartotojams galimybę kurti ir valdyti mokomąją medžiagą: įkelti failus ar nuorodas, pridėti aprašymus, priskirti turinį kategorijoms, redaguoti ar šalinti įrašus, peržiūrėti kitų pateiktą medžiagą bei ją komentuoti. Šios sistemos leidžia struktūruoti mokymo turinį ir aktyviai įtraukti sistemos narius į jo kūrimą bei sklaidą. „WordPress“ atveju toks funkcionalumas įgyvendinamas naudojant pasirinktus įskiepius, tokius kaip LearnPress, bbPress, todėl galutinis funkcionalumas priklauso nuo pasirinktų įskiepių bei jų pritaikymo konkrečios sistemos poreikiams [80,81].

„Google Classroom“ – skirtingai, orientuota į užduočių pateikimą ir grįžtamojo ryšio teikimą, todėl turinio įkėlimo galimybės yra ribotos – nėra galimybės struktūruoti temas, kurti atskirus įrašus ar pritaikyti pažangesnių filtravimo ir klasifikavimo funkcijų [79]. Palyginimas pateikiamas lentelėje (žr. 13 lent.), remiantis funkcinių reikalavimų įgyvendinimu kiekvienoje iš nagrinėtų sistemų.

**13 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal turinio dalijimosi posistemės funkcionalumą

| **Funkcionalumo aspektas** | **MVS „Moodle“ (išbandyta)** | **MVS „Google Classroom“ (analizuota)** | **TVS „WordPress“ (išbandyta)** |
|---|---|---|---|
| Įkelti mokomąją medžiagą | + | + | + |
| Struktūruoti kategorijas / temas | + | – | + |
| Redaguoti savo mokomąją medžiagą | + | + | + |
| Pašalinti savo mokomąją medžiagą | + | + | + |
| Pridėti nuorodą ar failą prie įrašo | + | + | + |
| Komentuoti prie įkeltos medžiagos | + | – | + |
| Ieškoti turinio pagal filtrus | + | – | + |

## 5.5. Nefunkcinių reikalavimų atitikimo vertinimas

Atsižvelgiant į 2 skyriuje atliktos apklausos rezultatus, buvo išskirti pagrindiniai nefunkciniai reikalavimai, aktualūs „FabLab“ virtualiosios aplinkos būsimiems naudotojams. Respondentai akcentavo patogios naudotojo sąsajos, stabilaus veikimo, pritaikomumo įvairiems įrenginiams, turinio paieškos funkcionalumo, dizaino lankstumo bei duomenų apsaugos svarbą.

Atlikus MVS „Moodle“, MVS „Google Classroom“ ir TVS „WordPress“ palyginimą pagal nefunkcinių poreikių tenkinimą, išryškėjo esminiai skirtumai bei panašumai (žr. 14 lentelė.).

**14 lentelė.** Sistemų palyginimas pagal nefunkcinius reikalavimus

| **Funkcionalumo aspektas** | **MVS „Moodle“ (išbandyta)** | **MVS „Google Classroom“ (analizuota)** | **TVS „WordPress“ (išbandyta)** |
|---|---|---|---|
| Intuityvi ir paprasta naudoti sąsaja | + | + | + |
| Veikimo stabilumas ir greitas atsakas | + | + | + |
| Prisitaikymas prie skirtingų įrenginių | + | + | + |
| Galimybė keisti dizaino elementus / struktūrą | – | – | + |
| Duomenų apsauga | + | + | + |
| Efektyvi turinio paieška ir filtravimas | + | – | + |
| Medžiagos įkėlimo ir redagavimo patogumas | + | + | + |
| Galimybė peržiūrėti turinį neprisijungus / neregistruotam naudotojui | +/– | – | + |
| Nemokama | + | + | + |

„Moodle“ pasižymi gerai išvystyta turinio valdymo struktūra ir užtikrina stabilų veikimą. Nors „Moodle“ leidžia keisti dizaino elementus per temas ar CSS, šios funkcijos nėra pasiekiamos be išankstinių techninių žinių, todėl paprastam naudotojui sistemos individualizavimas lieka ribotas. Be to, „Moodle“ gali suteikti svečio prieigą prie tam tikro kurso turinio, tačiau ši galimybė priklauso nuo administratoriaus nustatymų ir dažniausiai apsiriboja tik medžiagos peržiūra, o aktyviam dalyvavimui veiklose paprastai reikalinga paskyra. „Google Classroom“ yra intuityvi ir greitai perprantama sistema, tačiau joje trūksta išplėstinių paieškos, personalizavimo bei dizaino keitimo funkcijų – naudotojo sąsaja yra standartizuota ir neleidžia individualių pakeitimų [79].

Tuo tarpu „WordPress“, naudojant skirtingus įskiepius ir temas, pasižymi didžiausiu lankstumu. Naudotojui suteikiama galimybė keisti ne tik spalvas ar šriftus, bet ir visiškai valdyti turinio blokų išdėstymą puslapyje – informacija gali būti organizuojama kortelėmis, stulpeliais, skaidrėmis ar tinkleliais, naudojant „drag-and-drop“ (liet. tempimo ir padėjimo) principu valdomus redaktorius (pvz., Gutenberg, Elementor). Be to, „WordPress“ leidžia turinį pateikti viešai, todėl naudotojai gali peržiūrėti informaciją neprisijungę ar nebūdami registruoti sistemos nariai. Toks vizualinis ir prieigos pritaikomumas leidžia sukurti „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudotojų poreikiams pritaikytą, estetiškai patrauklią, struktūruotą ir lengvai pasiekiamą aplinką be programavimo žinių.

Apibendrinant, visos trys sistemos atitinka esminius duomenų saugumo bei prieinamumo reikalavimus ir yra nemokamos naudoti kuriant virtualiąją aplinką. Tačiau „WordPress“ išsiskiria didesniu lankstumu: ši sistema suteikia daugiau dizaino individualizavimo galimybių ir užtikrina geresnį viešo turinio prieinamumą be papildomos naudotojų registracijos. Dėl to „WordPress“ yra

tinkamesnė kuriant patrauklią, funkcionalią, vizualiai modernią ir lengvai pasiekiamą „FabLab“ virtualiąją aplinką.

Lyginant VMA „Moodle“, MVS „Google Classroom“ ir TVS „WordPress“ sistemas pagal administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi posistemes, nustatyta, kad kiekviena sistema turi savitų privalumų ir trūkumų, tačiau tik TVS „WordPress“ gali pasiūlyti maksimalų funkcionalumo pritaikymą būsimos virtualiosios aplinkos naudotojų poreikiams.

MVS „Google Classroom“ pasižymi paprastumu ir patogia naudotojo sąsaja, tačiau jos funkcionalumas ribotas – nėra galimybės keisti dizaino, struktūruoti turinio ar naudoti įskiepių. MVS „Moodle“ siūlo platų funkcijų spektrą ir stabilų veikimą, tačiau ribotos dizaino pritaikymo galimybės ir sudėtingesnis valdymas mažina lankstumą. TVS „WordPress“ sistema, naudojant įskiepius, leidžia realizuoti visus virtualiosios aplinkos naudotojų poreikius: individualizuoti dizainą, valdyti turinį, organizuoti diskusijas bei suteikti naudotojams platų funkcionalumo spektrą. Be to, ši sistema pasižymi patogiu naudojimu, aiškia struktūra ir intuityvia sąsaja, o jos funkcionalumas gali būti lengvai išplečiamas atitinkamai pagal besikeičiančius vartotojų poreikius.

Suprojektuota „FabLab“ virtualioji aplinka turėtų atliepti mokytojų poreikius ir sudaryti palankias sąlygas bendravimui, bendradarbiavimui bei mokomosios medžiagos dalijimuisi. Virtualiosios aplinkos architektūra grindžiama keturiomis pagrindinėmis posistemėmis: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi, kurių funkcionalumas numatytas atsižvelgiant į apklausos rezultatus. Funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai buvo suformuluoti remiantis kiekybinio tyrimo duomenimis, o jų įgyvendinimas detaliai modeliuotas taikant panaudojimo atvejus bei veiklos diagramas.

Lyginant galimas sistemas, nustatyta, kad TVS „WordPress“ sistema, išplėsta atitinkamais įskiepiais, geriausiai atitiktų keliamus funkcinius ir techninius kriterijus – ji užtikrintų reikiamą lankstumą, funkcionalumą ir dizaino pritaikomumą, būtinus efektyviam virtualiosios aplinkos darbui. Dėl to priimtas sprendimas virtualiąją aplinką įgyvendinti naudojant TVS „WordPress“, tikintis, kad tai leis sukurti patogią, patikimą ir vartotojams patogią aplinką, kuri skatins profesinį bendradarbiavimą ir „FabLab“ įrangos integraciją į ugdymo procesą.

## 5.6. Skyriaus išvados

1. Palyginus analizuojamas sistemas pagal administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi posistemes bei įvertinus funkcinių reikalavimų įgyvendinimą, nustatyta, kad „Moodle“ ir „WordPress“ užtikrina platų funkcionalumą ir leidžia realizuoti pagrindines virtualiosios aplinkos funkcijas, o „Google Classroom“ galimybės daugeliu atvejų yra ribotos ir neatitinka dalies svarbių funkcinių poreikių.
2. Įvertinus nefunkcinių reikalavimų atitikimą, nustatyta, kad visos sistemos užtikrina pagrindinius veikimo, prieinamumo ir saugumo aspektus, tačiau „WordPress“ išsiskiria didžiausiu lankstumu, dizaino pritaikymo galimybėmis ir funkcionalumo plėtra.
3. „WordPress“, naudojant įskiepius, geriausiai atitinka suformuluotus virtualiosios aplinkos reikalavimus ir mokytojų poreikius, todėl pasirinkta „FabLab“ virtualiąją aplinką įgyvendinti naudojant šią turinio valdymo sistemą, sudarančią prielaidas kurti lanksčią, funkcionalią ir mokytojų saviugdą bei bendradarbiavimą skatinančią aplinką.

## 6. „FabLab“ virtualiosios aplinkos realizavimas

Siekiant spręsti „FabLab“ įrangos integravimo į ugdymo procesą iššūkius – laiko trūkumą, metodinės medžiagos stoką ir ribotą techninę pagalbą – bei atliepti realius mokytojų bendradarbiavimo ir profesinio tobulėjimo poreikius, buvo sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka, realizuota TVS „WordPress“ pagrindu.

### 6.1. „FabLab“ virtualiosios aplinkos aprašas

Siekiant atliepti tyrimo metu išryškėjusius mokytojų bendradarbiavimo, metodinės paramos ir praktinių išteklių dalijimosi poreikius, buvo sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka, įgyvendinta naudojant turinio valdymo sistemą „WordPress“. Ši sistema pasirinkta dėl lankstumo, paprasto administravimo ir galimybės pritaikyti funkcinius sprendimus konkrečios bendruomenės veiklai.

Aplinkos paskirtis – sudaryti palankias sąlygas mokytojams dalytis mokomąja ir metodine medžiaga, pamokų planais, projektų pavyzdžiais bei praktinėmis idėjomis, taip pat skatinti tarpusavio bendravimą ir bendrų iniciatyvų kūrimą, susijusį su „FabLab“ technologijų taikymu ugdymo procese. Virtualioji aplinka suteikia galimybę kryptingai kaupti „FabLab“ veikloms skirtus išteklius, juos struktūruoti pagal temas ir užtikrinti patogų jų pasiekiamumą bendruomenės nariams, nepriklausomai nuo geografinės vietos. Virtualiojoje aplinkoje mokytojai gali įkelti mokymo medžiagą, naudotis kolegų parengtais ištekliais, dalyvauti diskusijų forume bei bendrauti tarpusavyje, siųsdami asmenines ar grupines žinutes.

Virtualiosios aplinkos struktūra grindžiama posistemių principu ir apima keturias pagrindines posistemes: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, turinio dalijimosi ir bendravimo, kurios suprojektuotos taip, kad būtų užtikrintas aiškus funkcijų paskirstymas ir sudarytos galimybės tolesniam sistemos pritaikymui.

Virtualiojoje aplinkoje įgyvendintos funkcijos apima naudotojų registraciją, profilių valdymą, struktūruotą mokomosios medžiagos įkėlimą, naudojant tam sukurtas formas, failų peržiūrą, diskusijų forumą, žinučių siuntimo sistemą ir prieigos teisių valdymą, leidžiantį diferencijuoti turinio matomumą.

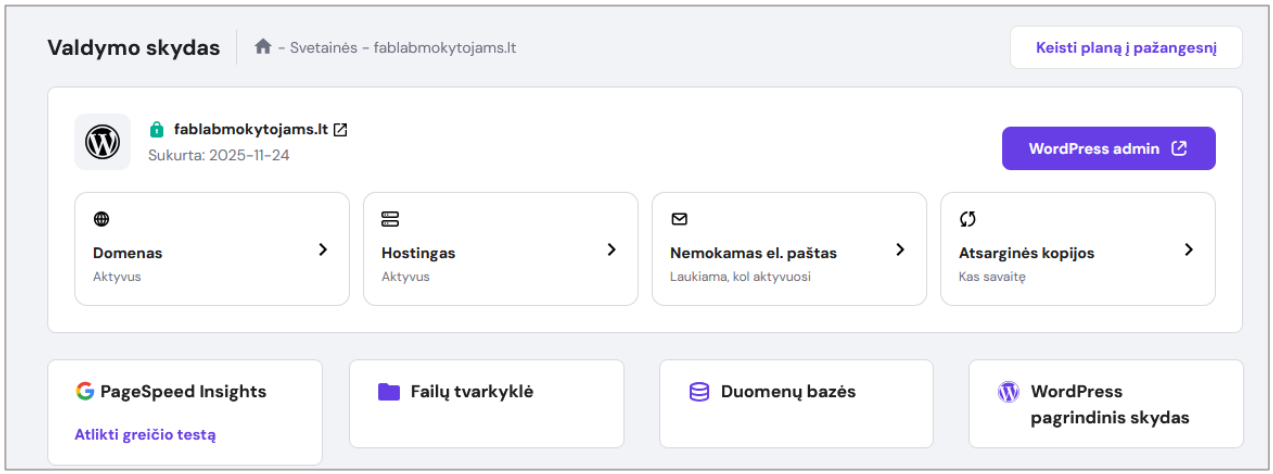
„FabLab“ virtualiosios aplinkos sandara pagrįsta ontologija, kurioje apibrėžiami pagrindiniai aplinkos elementai, jų tarpusavio ryšiai ir funkcijos (žr. 3 priedą). Ontologija naudota kaip pagrindas modeliuojant virtualiąją aplinką, išskiriant pagrindines posistemes ir jų funkcijas. Ši ontologija tapo projektavimo ir realizavimo pagrindu, užtikrinančiu, kad kiekviena posistemė ir funkcija būtų tikslingai susieta su mokytojų poreikiais ir tyrimo metu išryškėjusiais iššūkiais.

Remiantis sukurta ontologija, suformuota virtualiosios aplinkos struktūra ir pasirinkti jos įgyvendinimo sprendimai. Toliau pateikiamas virtualiosios aplinkos realizavimas naudojant TVS „WordPress“.

### 6.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos parengimas darbui

„FabLab“ virtualiajai aplinkai įgyvendinti buvo įsigytas domenas „fablabmokytojams.lt“, kuris užregistruotas ir prijungtas naudojantis paslaugų teikėjo „Hostinger“ valdymo aplinką. Virtualiosios aplinkos priežiūra vykdoma per „Hostinger“ valdymo skydelį, kuriame galima matyti domeno būseną, tvarkyti atsargines kopijas ir pasiekti svetainės valdymo funkcijas. Paveiksle pateikiamas

„FabLab“ virtualiosios aplinkos administravimo vaizdas „Hostinger“ skydelyje, kuriame matoma domeno būsena ir prieiga prie „WordPress“ administravimo aplinkos (žr. 22 pav.).




**22 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos administravimo vaizdas „Hostinger“ valdymo skydelyje

Tolimesnis virtualiosios aplinkos realizavimas pristatomas pagal ankstesniuose skyriuose apibrėžtas posistemes: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, bendravimo ir turinio dalijimosi. Kiekviena posistemė aprašoma atskirai, nurodant jos funkcijas ir vietą bendruomenės veikloje.

### 6.2.1. „FabLab“ virtualiosios aplinkos administravimas

Pridėjus svetainę paslaugų teikėjo „Hostinger“ valdymo aplinkoje ir susiejus ją su įsigytu domenu, buvo pereita prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos vizualinio išdėstymo formavimo. Vienas pirmųjų šio etapo žingsnių – tinkamos „WordPress“ temos pasirinkimas, nuo kurio priklauso virtualiosios aplinkos struktūra, puslapių išdėstymas ir naudojimo patogumas.

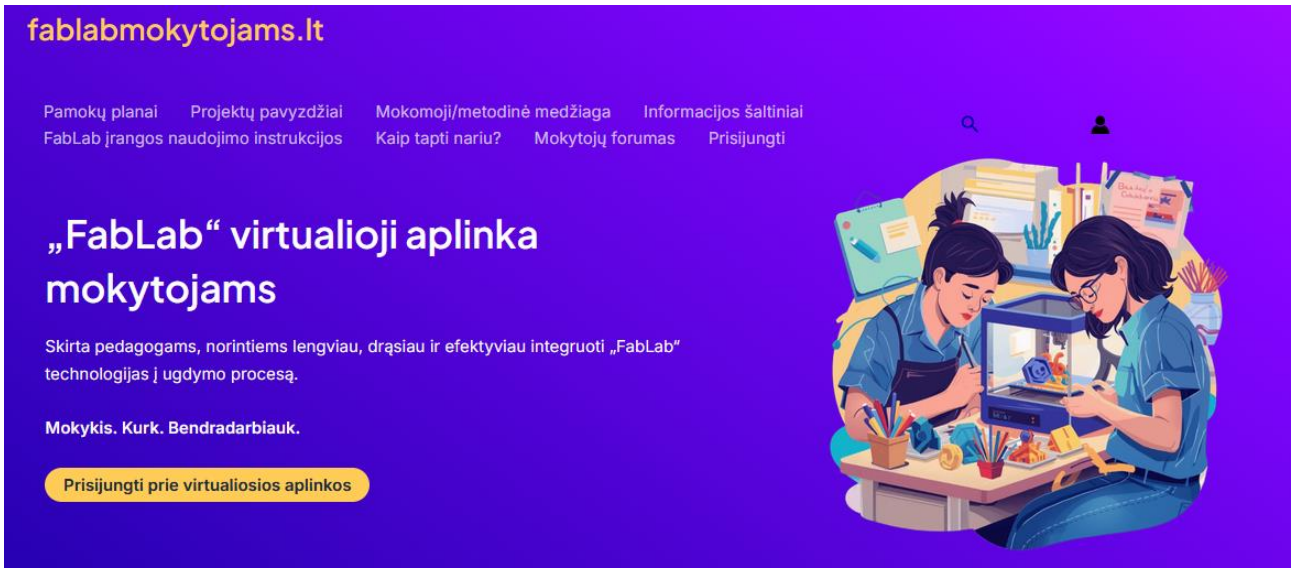
Temos pasirinkimas buvo grindžiamas keliais esminiais kriterijais: aiškiu ir patogiu puslapių išplanavimu, prisitaikymu prie skirtingų ekrano dydžių, dizaino redagavimo galimybėmis bei suderinamumu su virtualiosios aplinkos veiklai reikalingomis funkcijomis. Taip pat buvo atsižvelgta į tai, kad pasirinkta tema būtų nemokama, siekiant paprasto administravimo ir išvengiant papildomų sistemos išlaikymo kaštų.

„FabLab“ virtualiosios aplinkos pasirinkta nemokama „Astra“ tema, kuri pasižymi lengvu pritaikymu, lanksčiu struktūros valdymu ir galimybe kurti aiškią navigaciją. Ši tema leidžia patogiai išdėstyti pagrindinius puslapio elementus, tokius kaip meniu, puslapiai, turinio skyriai ir navigacijos nuorodos, bei užtikrina tvarkingą aplinkos vaizdavimą skirtinguose įrenginiuose [82]. Pasirinktos temos pritaikymas ir pagrindinių puslapio elementų išdėstymas pateiktas 23 paveiksle (žr. 23 pav.).

Virtualiosios aplinkos funkcionalumas užtikrinamas naudojant „WordPress“ sistemos galimybes ir papildomus konfigūravimo sprendimus, leidžiančius valdyti prieigos teises, turinio publikavimą ir bendravimo galimybes. Atsižvelgiant į tai, kad „FabLab“ virtualioji aplinka suskirstyta į dvi pagrindines sritis – viešąją ir skirtą tik registruotiems nariams. Viešojoje aplinkos dalyje lankytojai gali susipažinti su skelbiamu turiniu: skaityti įrašus, peržiūrėti informaciją apie „FabLab“ veiklas, parsisiųsti metodinę medžiagą bei susipažinti su pateiktais ištekliais.

Tik registruoti bendruomenės nariai turi prieigą prie išplėstinių sistemos funkcijų – jie gali įkelti mokomąją medžiagą, dalytis pamokų planais, projektų aprašymais ir kitais ugdymui skirtais

ištekliais, bendrauti tarpusavyje siųsdami asmenines žinutes bei aktyviai dalyvauti diskusijų forume, kuriame galima kelti klausimus ir komentuoti pateiktas temas, o viešosios aplinkos lankytojams suteikiama galimybė tik susipažinti su diskusijų turiniu.




**23 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos pagrindinis puslapis, sukurtas naudojant „Astra“ temą

Virtualiosios aplinkos administratorius atsakingas už bendruomenės aplinkos priežiūrą ir sklandų jos veikimą. Jis užtikrina aplinkos saugumą, rūpinasi atsarginių kopijų sudarymu bei diegia ir konfigūruoja įskiepius, reikalingus bendruomenės funkcionalumui palaikyti. Be techninių užduočių, administratorius taip pat prižiūri virtualiosios aplinkos turinį – peržiūri narių pateikiamus įrašus, patvirtina juos prieš paskelbimą, prireikus redaguoja arba šalina netinkamą turinį. Administratorius tvarko naudotojų paskyras ir prižiūri bendruomenės narių veiklą aplinkoje.

Administravimo posistemė sudaro organizacinį pagrindą tolimesniam „FabLab“ virtualiosios aplinkos realizavimui, užtikrinant aiškią aplinkos struktūrą, prieigos kontrolę ir bendrą sistemos valdymą.

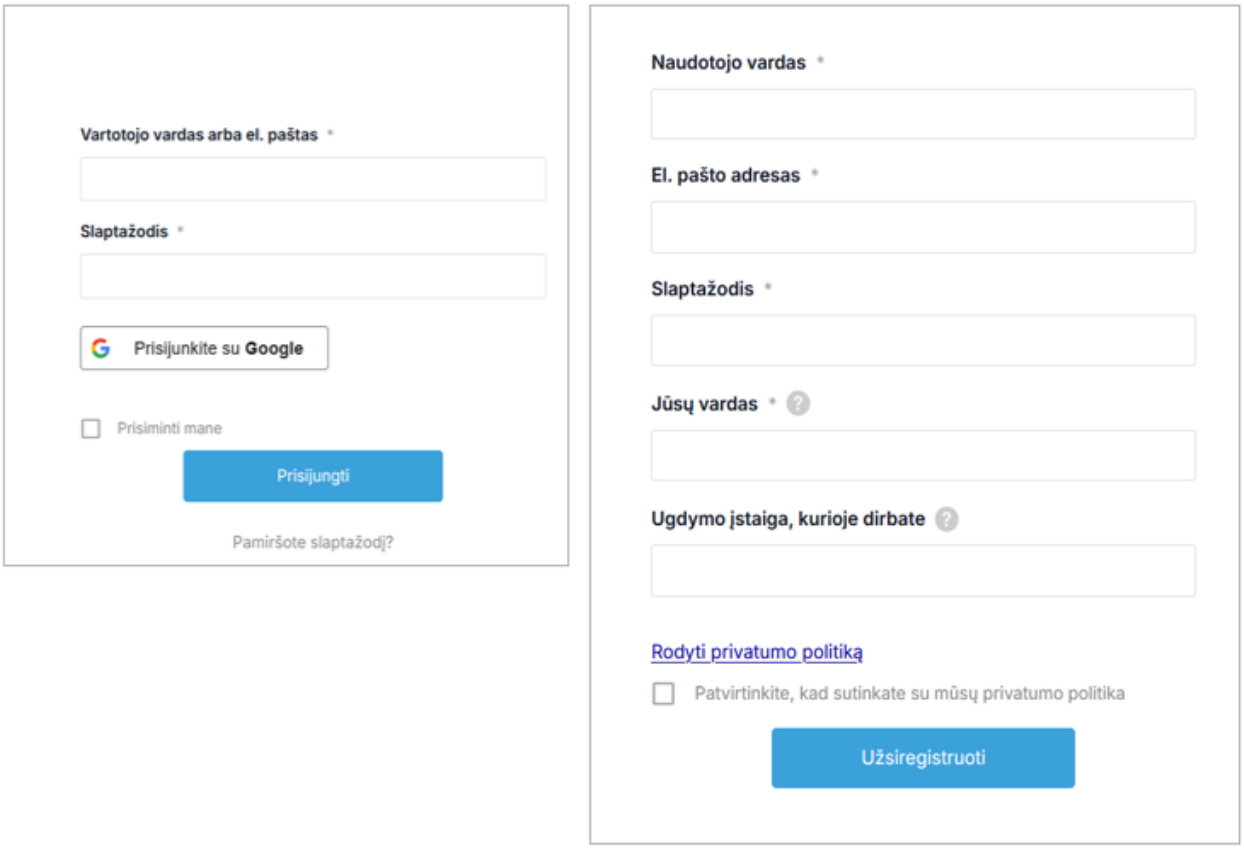
### 6.2.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudotojų paskyrų tvarkymas

„FabLab“ virtualiosios aplinkos veikla grindžiama bendradarbiavimu ir patirties dalijimusi, todėl svarbi sistemos dalis yra patikimas ir aiškus naudotojų paskyrų administravimas. Siekiant užtikrinti sklandų registracijos, prisijungimo ir profilio valdymo procesą, bendruomenės aplinkoje narių paskyroms administruoti buvo pasirinktas įskiepis „Ultimate Member“. Šio įskiepio pagalba buvo sukurta registracijos forma, prisijungimo forma bei naudotojo profilio aplinka, leidžianti bendruomenės nariams savarankiškai tvarkyti savo paskyrų informaciją (žr. 24 pav.).

Prieš pasirenkant šį įskiepį, buvo išbandyti ir kiti sprendimai, tokie kaip „BuddyPress“ ir „User Registration“ (WP Everest). Tačiau buvo pastebėta, kad „BuddyPress“ labiau orientuotas į socialinio tinklo tipo bendruomenės kūrimą ir pasižymi sudėtingesne struktūra, kuri šio projekto tikslams nebuvo būtina. Tuo tarpu „User Registration“ įskiepis suteikė pagrindines registracijos funkcijas, tačiau turėjo ribotas naudotojo profilio valdymo galimybes be papildomų priedų. Atsižvelgiant į tai, „Ultimate Member“ pasirinktas kaip tinkamiausias sprendimas, leidžiantis patogiai kurti registracijos ir prisijungimo formas bei užtikrinantis lankstų naudotojo profilio valdymą.

Naudojant įskiepį „Ultimate Member“, „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje buvo apibrėžti du pagrindiniai naudotojų vaidmenys: administratorius, atsakingas už aplinkos priežiūrą, naudotojų paskyrų ir turinio administravimą, bei mokytojas-narys, kuriam priskiriamas prenumeratoriaus vaidmuo ir suteikiama galimybė naudotis bendruomenės funkcijomis, dalytis mokomąja medžiaga ir bendrauti su kitais registruotais nariais.

Atsižvelgiant į apklausos metu nustatytus poreikius, buvo siekiama sudaryti galimybę registruotis ir prisijungti naudojant socialinių tinklų paskyras. Apklausos rezultatai parodė, kad „FabLab“ virtualiosios aplinkos bendradarbiavimo galimybių susiejimą su „Facebook“ ir „Google“ paskyromis dauguma respondentų vertino teigiamai. Šiam tikslui buvo pasirinktas įskiepis „Nextend Social Login“, leidžiantis realizuoti prisijungimą per išorines paskyras. Realizavimo metu pavyko sėkmingai įgyvendinti prisijungimą naudojant „Google“ paskyrą, tačiau „Facebook“ paskyros integracija nebuvo pilnai realizuota dėl po 2023 metų pasikeitusių šio socialinio tinklo prisijungimo reikalavimų, susijusių su papildomais paskyros nustatymais.

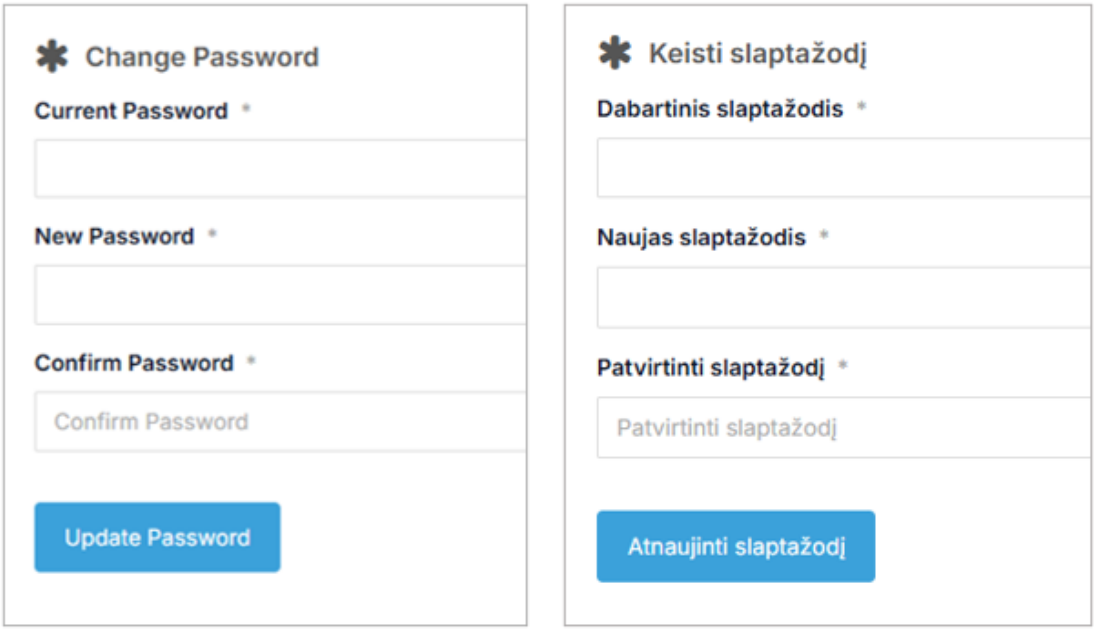



**24 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos registravimosi ir prisijungimo formos

Siekiant pritaikyti paskyrų valdymo aplinką naudotojams, registracijos, prisijungimo ir profilio formų tekstai buvo išversti ir pakoreguoti naudojant įrankį „Loco Translate“, leidžiantį adaptuoti sistemos sąsają lietuvių kalbai ir priderinti ją prie virtualiosios aplinkos veiklos konteksto (žr. 25 pav.).

Prisiregistravę virtualiosios aplinkos nariai gali savarankiškai tvarkyti savo paskyras: redaguoti ir papildyti asmeninę informaciją, įkelti profilio paveikslėlį, pasirinkti pranešimų prenumeravimo nustatymus bei, esant poreikiui, pašalinti savo paskyrą iš sistemos. Kitų virtualiosios aplinkos narių

paskyrų šalinimas ir bendras paskyrų valdymas priskirtas administratoriaus atsakomybėms, taip užtikrinant paskyrų valdymo saugumą ir tvarką „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje.




**25 pav.** Naudotojo paskyros formos vertimo ir pritaikymo pavyzdys naudojant įrankį „Loco Translate“

Naudotojų paskyrų tvarkymo posistemė sudaro aiškų pagrindą virtualiosios aplinkos narių dalyvavimui, apimdama registracijos, prisijungimo ir asmeninių paskyrų valdymo funkcijas.

### 6.2.3. Dalijimasis turiniu „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje

Turinio dalijimasis yra viena pagrindinių „FabLab“ virtualiosios aplinkos funkcijų, užtikrinanti mokomosios medžiagos, projektų pavyzdžių ir idėjų sklaidą. Turinio dalijimosi posistemės struktūra ir pagrindiniai funkciniai ryšiai pateikti turinio dalijimosi požymių diagramoje (žr. 26 pav.), kurioje išskiriamos pagrindinės funkcinės sritys – turinio peržiūra, turinio įkėlimas ir paieška bei filtravimas.

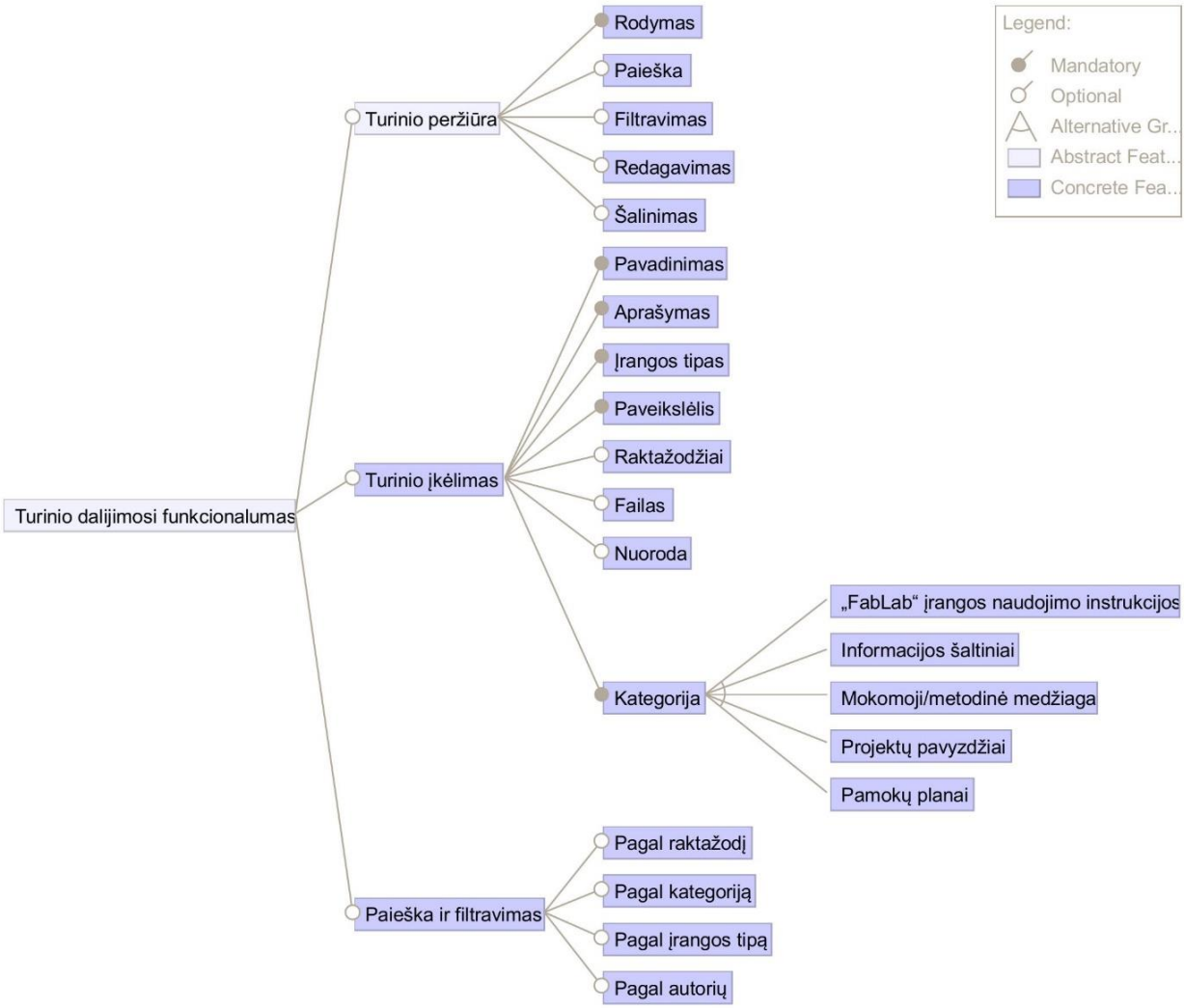
Turinio peržiūros dalyje vaizduojamos funkcijos, susijusios su įkeltos medžiagos atvaizdavimu ir naudojimu. Naudotojams sudaroma galimybė peržiūrėti turinį, atlikti paiešką bei filtravimą pagal įvairius kriterijus, tokius kaip raktažodžiai, kategorijos ar įrangos tipai. Be to, papildomos funkcijos – turinio redagavimas ir šalinimas – yra prieinamos tik registruotiems naudotojams, kurie yra įkėlę atitinkamą turinį.

„FabLab“ virtualiojoje aplinkoje numatyta, kad visa viešai skelbiama informacija – metodinė medžiaga, projektų pavyzdžiai, pamokų planai ir kiti ištekliai – yra matomi visiems aplinkos lankytojams. Tačiau siekiant užtikrinti turinio kokybę ir atsakomybę už skelbiamą informaciją, galimybė dalytis turiniu suteikiama tik prisijungusiems, registruotiems nariams.

Prisijungus prie sistemos, naudotojams tampa prieinamas papildomas puslapis, skirtas mokomosios medžiagos įkėlimui. Šis puslapis rodomas tik prisijungusiems naudotojams, pritaikant meniu matomumo ribojimą pagal naudotojo būseną („tik prisijungusiems naudotojams“).

Siekiant nuosekliai ir struktūruotai pateikti mokomąją medžiagą, remiantis sudaryta požymių diagrama (žr. 26 pav.), buvo apibrėžta turinio struktūra. Tam pasirinktas įskiepis „Custom Post Type UI“, leidęs sukurti atskirą įrašų tipą „Mokomoji medžiaga“ ir jam priskirti taksonomiją: kategorijas,

raktažodžius ir įrangos tipą. Kategorijos apibrėžtos pagal virtualiosios aplinkos veiklos pobūdį (pvz., pamokų planai, projektų pavyzdžiai, metodinė medžiaga), o įrangos tipų taksonomijoje išskirti konkretūs „FabLab“ įrenginiai, tokie kaip 3D spausdintuvas, CNC frezavimo staklės, lazerinės pjovimo–graviravimo staklės ir kiti.




**26 pav.** Turinio dalijimosi požymių diagrama

Atlikus tyrimą nustatyta, kad mokytojai kaip vieną svarbiausių virtualiosios aplinkos reikalavimų įvardijo paprastą, aiškią ir lengvai suprantamą naudotojo sąsają. Atsižvelgiant į tai, kad naudotojų informacinių technologijų naudojimo įgūdžiai yra skirtingo lygio, buvo siekiama sukurti kuo intuityvesnį turinio pateikimo sprendimą. Dėl šios priežasties nuspręsta atsisakyti turinio įkėlimo per standartinę „WordPress“ administravimo aplinką ir įgyvendinti atskirą, naudotojams pritaikytą turinio įkėlimo formą. Šiam tikslui pasirinktas įskiepis „Frontend Admin“, leidžiantis kurti ir valdyti turinio įkėlimo formas svetainėje.

Sukūrus turinio struktūrą, naudojant šį įskiepį, buvo suformuota turinio pateikimo forma su aiškiai apibrėžtais laukais. Mokytojai-nariai, įkeldami medžiagą, privalo nurodyti įrašo pavadinimą, pateikti trumpą aprašymą, pridėti pagrindinę nuotrauką, pasirinkti kategoriją, priskirti įrangos tipą ir, jeigu nori, gali pridėti raktažodžius. Taip pat numatyta galimybė pridėti papildomus failus ir, esant poreikiui, pateikti nuorodą į išorinius informacijos šaltinius (žr. 27 pav.).

| # | Label | Name | Type |
|---|---|---|---|
| 1 | Įrašo pavadinimas * | | Title |
| 2 | Nuotrauka * | | Featured Image |
| 3 | Trumpas aprašymas * | | Content |
| 4 | Nuoroda | nuoroda | URL |
| 5 | Priedai | priedai | Upload Files |
| 6 | Kategorija * | kategorija | Taxonomy |
| 7 | Įrangos tipas * | irangos_tipas | Taxonomy |
| 8 | Raktažodžiai | raktazodziai | Taxonomy |
| 9 | Submit Button | | Submit Button |

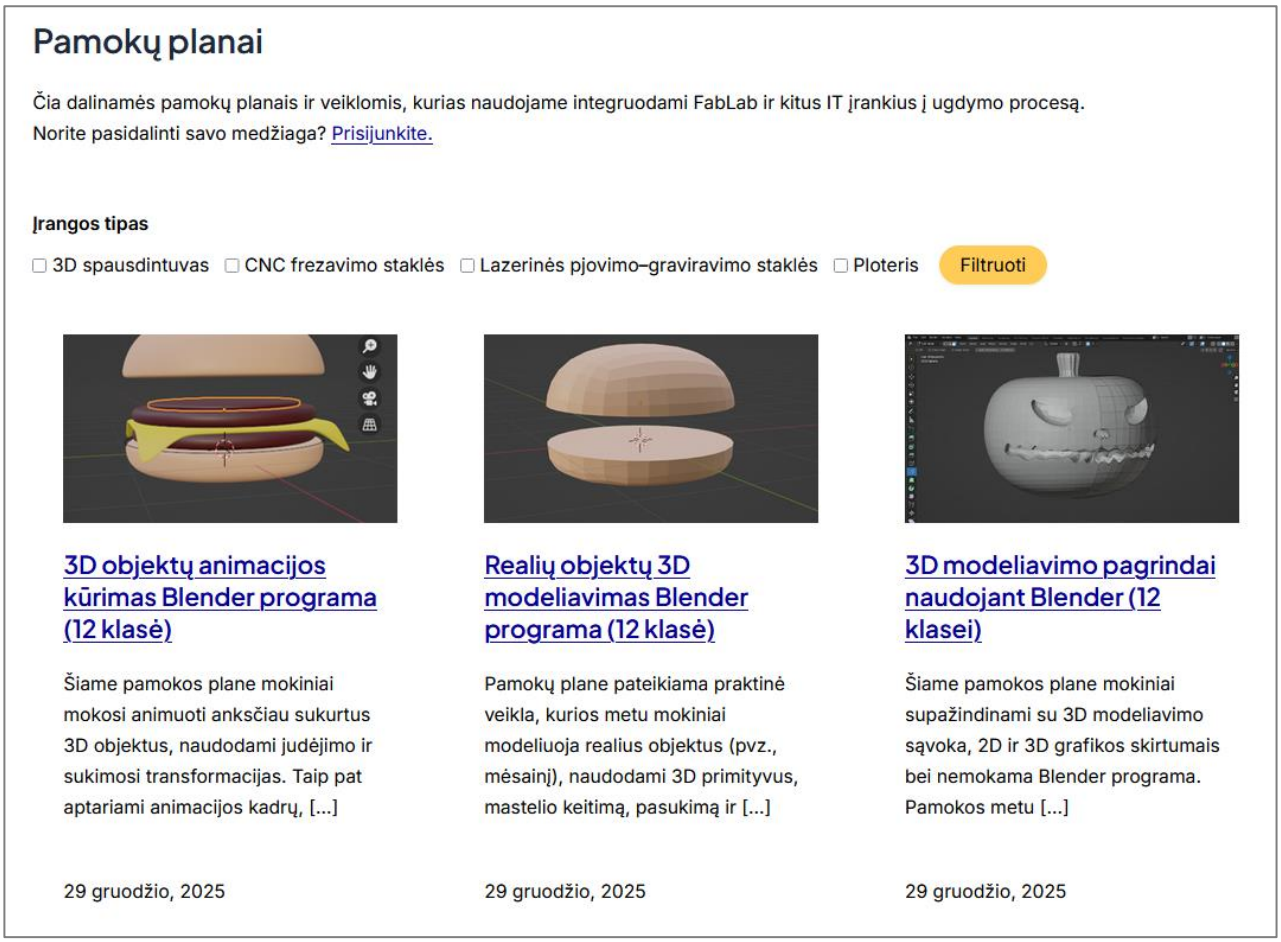
**27 pav.** Mokomosios medžiagos įkėlimo formos struktūra „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje

Siekiant užtikrinti nuoseklų turinio priskyrimą, mokytojams-nariams pateikiama bendra įkėlimo forma, kurioje pasirenkama atitinkama turinio kategorija. Kategorijos apibrėžtos pagal virtualiosios aplinkos puslapių struktūrą (pvz., „Pamokų planai“, „Projektų pavyzdžiai“, „Mokomoji / metodinė medžiaga“, „Informacijos šaltiniai“, „FabLab įrangos naudojimo instrukcijos“), o kiekvienas įrašas gali būti priskiriamas tik vienai kategorijai, nusakančiai jo pobūdį. Pasirinkus kategoriją, naujai įkelta medžiaga susiejama su atitinkamu sistemos puslapiu ir, administratoriui patvirtinus įrašą, tampa jame matoma.

Turinio struktūravimui papildomai taikomos įrangos tipų bei raktažodžių taksonomijos. Įrangos tipų taksonomijoje naudotojams suteikiama daugiau lankstumo – jie gali pasirinkti iš jau esamų įrangos tipų arba, prireikus, sukurti naujus. Nurodyti įrangos tipą yra privaloma, nes tai leidžia tiksliai apibrėžti su kokia įranga siejamas pateikiamas turinys. Analogiškas principas taikomas ir raktažodžiams, tačiau jų nurodymas nėra privalomas – jie gali būti tiek pasirenkami iš esamų, tiek naujai kuriami, taip užtikrinant efektyvesnį turinio paieškos ir organizavimo procesą.

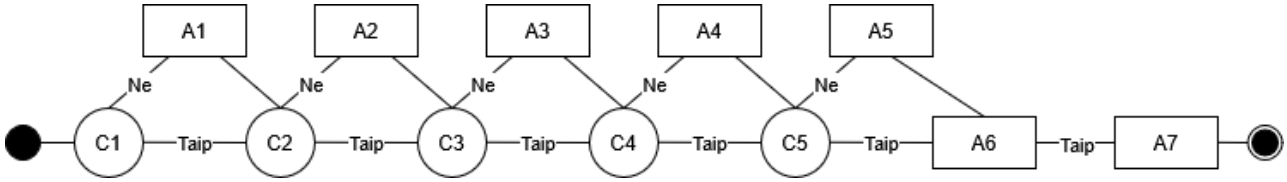
Techniniu požiūriu ši struktūra įgyvendinta sukuriant atskirus puslapius, kuriuose naudojamas užklausos ciklas (angl. *query loop*), atrenkantis turinį pagal pasirinktą kategoriją. Turinys pateikiamas tinklelio (angl. *grid*) principu, rodant įrašo pavadinimą, pagrindinę nuotrauką, datą ir trumpą aprašymą, taip užtikrinant patogią ir vizualiai tvarkingą mokomosios medžiagos peržiūrą (žr. 28 pav.).

Papildomai puslapiuose naudojami trumpieji kodai (angl. *shortcodes*), leidžiantys filtruoti pateikiamą turinį pagal įrangos tipą, todėl virtualiosios aplinkos nariai gali greitai surasti jiems aktualią mokomąją medžiagą. Taip pat paieškos funkcija suteikia galimybę ieškoti turinio pagal raktažodžius ar autorių, taip dar labiau palengvinant reikiamos informacijos suradimą.




**28 pav.** Puslapio „Pamokų planai“ vaizdas su filtravimo pagal įrangos tipą galimybe

Turinio įkėlimo procesas detaliau pateiktas mokomosios medžiagos įkėlimo kontekstiniame grafe (žr. 29 pav. ir 15 lentelę), kuris vaizduoja sprendimų priėmimo eigą „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje nuo naudotojo prisijungimo iki sėkmingo įrašo išsaugojimo.




**29 pav.** Mokomosios medžiagos įkėlimo kontekstinis grafas

Kontekstiniame grafe pavaizduota (žr. 29 pav. ir 15 lentelė), kad pirmiausia tikrinama, ar naudotojas yra prisijungęs ir registruotas sistemoje, nes turinio įkėlimo funkcija prieinama tik registruotiems nariams. Įvykdžius šią sąlygą, naudotojui tampa prieinamas mokomosios medžiagos įkėlimo puslapis, kuriame jis gali pradėti turinio pateikimo procesą.

Toliau tikrinama, ar pateikta visa privaloma informacija – pavadinimas ir aprašymas, taip pat ar įkelta pagrindinė nuotrauka. Šie duomenys yra būtini, siekiant užtikrinti turinio aiškumą, vizualų pateikimą ir jo tinkamą atvaizdavimą virtualiojoje aplinkoje. Kituose etapuose vertinama, ar pasirinkta turinio kategorija bei ar nurodytas įrangos tipas, kuris yra privalomas klasifikatorius. Šie žingsniai leidžia struktūruoti turinį ir palengvina jo paiešką bei filtravimą kitiems naudotojams.

Baigiamajame etape naudotojui suteikiama galimybė pateikti papildomą informaciją, tokią kaip raktažodžiai, nuorodos ar priedai (failai), kurie nėra privalomi, tačiau praplečia turinio panaudojimo galimybes. Sėkmingai įvykdžius visus privalomus veiksmus, mokomoji medžiaga išsaugoma sistemoje, taip pasiekiant kontekstinio grafo tikslą – struktūruotą ir sėkmingą turinio įkėlimą.

**15 lentelė.** Mokomosios medžiagos įkėlimo kontekstinio grafo elementų aprašas

| **Elementas (sąlyga)** | **Reikšmė** | **Elementas (veiksmas)** | **Reikšmė** |
|---|---|---|---|
| C1 | Ar naudotojas yra prisijungęs / registruotas? | A1 | Prisijunkite arba užsiregistruokite |
| C2 | Ar atidarytas turinio įkėlimo puslapis? | A2 | Atsidaryti turinio įkėlimo puslapį ir pradėti naujo įrašo kūrimą |
| C3 | Ar pateikta visa privaloma informacija (pagrindinė nuotrauka, pavadinimas ir aprašymas)? | A3 | Prašoma pateikti trūkstamą privalomą informaciją |
| C4 | Ar pasirinkta turinio kategorija? | A4 | Prašoma pasirinkti turinio kategoriją |
| C5 | Ar pasirinktas įrangos tipas (privalomas)? | A5 | Prašoma pasirinkti įrangos tipą |
| | | A6 | Pateikti papildomus duomenis (raktažodžius, nuorodą ar failą) (neprivaloma) |
| | | A7 | Išsaugoti įrašą – mokomoji medžiaga sėkmingai įkelta į sistemą |

Aprašytas kontekstinis grafas ir jo elementai apibendrina mokomosios medžiagos įkėlimo eigą bei atskleidžia pagrindines sąlygas ir veiksmus, užtikrinančius struktūruotą ir nuoseklų turinio pateikimą „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje.

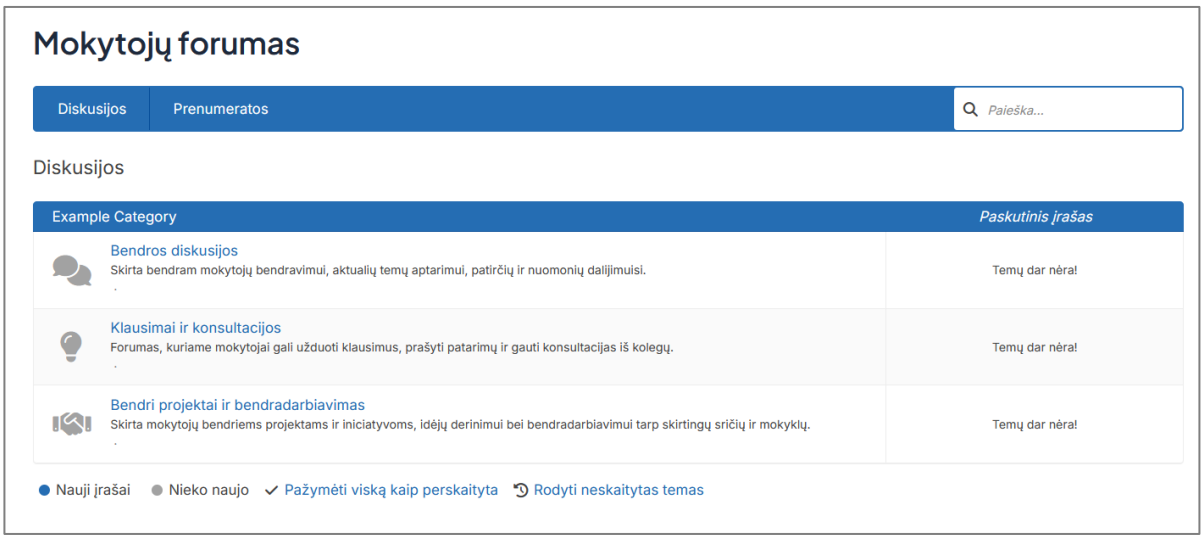
Galima teigti, kad turinio dalijimosi posistemė sukuria nuoseklų pagrindą mokomosios medžiagos pateikimui, peržiūrai ir struktūravimui „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje. Šioje posistemėje aiškiai atskiriamos turinio peržiūros ir įkėlimo veiklos, apibrėžiamos naudotojų prieigos sąlygos bei užtikrinamas turinio klasifikavimas pagal kategorijas ir įrangos tipus, sudarant sąlygas tvarkingam ir sistemingam kuriamo ugdymo turinio kaupimui.

### 6.2.4. Bendravimo veiklų realizavimas „FabLab“ virtualioje aplinkoje

„FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklų realizavime ne mažiau svarbus aspektas buvo narių tarpusavio bendravimas. Dėl to, didelis dėmesys buvo skiriamas sprendimams, kurie skatintų aktyvią komunikaciją, bendradarbiavimą bei patirties ir mokomosios medžiagos dalijimąsi. Siekiant sudaryti sąlygas ne tik pasyviam informacijos naudojimui, bet ir aktyviam narių įsitraukimui, virtualiojoje aplinkoje buvo nuspręsta įgyvendinti diskusijų forumą ir žinučių sistemą, leidžiančius nariams keistis idėjomis, konsultuotis tarpusavyje bei palaikyti tiek asmeninį, tiek grupinį bendravimą.

Diskusijų forumas „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje buvo sukurtas panaudojant „Asgaros Forum“ įskiepį. Šis įskiepis buvo atsirinktas iš kelių svarstytų alternatyvų, įvertinus jo funkcionalumą, aiškią struktūrą ir patogų naudojimą tiek administratoriui, tiek bendruomenės nariams. Pradiniame projektavimo etape buvo svarstomos ir kitos forumų realizavimo galimybės, tačiau „Asgaros Forum“ išsiskyrė paprastu diegimu, intuityvia vartotojo sąsaja, galimybe lengvai kurti diskusijų kategorijas bei efektyvia integracija su naudotojų paskyromis, todėl buvo nuspręsta pasirinkti būtent šį sprendimą.

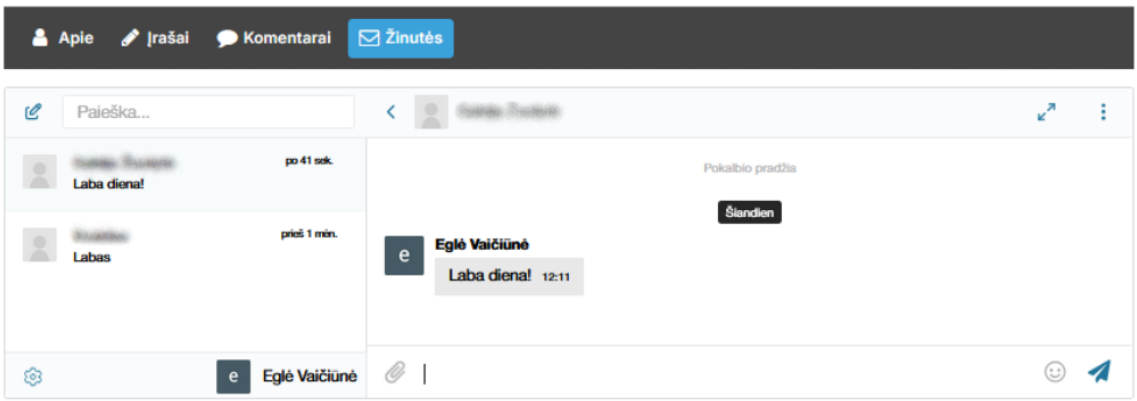
Forumo struktūroje buvo sukurtos trys pagrindinės diskusijų temos (kategorijos): bendros diskusijos, skirtos bendram mokytojų bendravimui, aktualių temų aptarimui ir patirties bei nuomonių dalijimuisi; klausimai ir konsultacijos, kurioje bendruomenės nariai gali užduoti klausimus, prašyti patarimų ir gauti konsultacijas iš kolegų ar labiau patyrusių narių; bei bendri projektai ir bendradarbiavimas, skirta bendroms iniciatyvoms, projektų idėjų derinimui ir tarpdisciplininiam bendradarbiavimui tarp skirtingų mokyklų ar sričių mokytojų (žr. 30 pav.).




**30 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos forumo diskusijų struktūra ir kategorijos

Siekiant užtikrinti, kad forumu būtų patogu naudotis lietuvių kalba, didžioji dalis įskiepio „Asgaros Forum“ sąsajos buvo lokalizuota pasitelkiant įskiepį „Loco Translate“. Tai leido išversti pagrindinius meniu elementus, mygtukus, sistemos pranešimus ir forumo struktūros pavadinimus, taip sudarant aiškią ir suprantamą aplinką bei skatinant naudotojų aktyvesnį įsitraukimą į diskusijas.

Papildomai buvo realizuota žinučių sistema, skirta asmeniniam ir grupiniam bendravimui tarp registruotų virtualiosios aplinkos narių. Siekiant užtikrinti saugų ir kontroliuojamą bendravimą, žinučių siuntimo galimybė buvo apribota tik prisijungusiems naudotojams, pasitelkiant įskiepį „Better Messages“. Norėdamas pradėti bendravimą, narys turi pasirinkti kito bendruomenės nario profilį ir paspausti mygtuką „Žinutės“, po kurio atsiveria pokalbių langas (žr. 31 pav.). Šioje aplinkoje naudotojai gali kurti naujus pokalbius, siųsti tekstines žinutes, dalintis failais bei palaikyti nuoseklų dialogą tiek individualiai, tiek grupėse.




**31 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos asmeninių žinučių sistemos sąsaja

„FabLab“ virtualiosios aplinkos bendravimo veiklų realizavimas sudaro palankias sąlygas aktyviam narių įsitraukimui, tarpusavio bendradarbiavimui ir patirties bei mokomosios medžiagos dalijimuisi. Diskusijų forumo ir žinučių sistemos integravimas užtikrina tiek viešą, tiek privatų ar grupinį dialogą tarp bendruomenės narių. Pasirinktų įskiepių funkcionalumas, patogi naudotojo sąsaja ir lokalizavimas į lietuvių kalbą prisideda prie sistemos aiškumo ir naudojimo patogumo, taip skatinant bendruomenės narių aktyvumą bei ilgalaikį įsitraukimą į „FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklas.

Įgyvendintas „FabLab“ virtualiosios aplinkos sprendimas, realizuojant keturias pagrindines posistemes: administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, turinio dalijimosi ir bendravimo. Sukurta aplinka užtikrina bendruomenės narių bendradarbiavimą, patirties sklaidą ir profesinį tobulėjimą, o pasirinkti techniniai sprendimai leidžia virtualiąją aplinką toliau plėtoti ir pritaikyti pagal kintančius naudotojų poreikius.

## 6.3. „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudotojo dokumentacija

Siekiant užtikrinti sklandų ir savarankišką „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimą, parengta naudotojo dokumentacija, skirta jos nariams. Dokumentacija orientuota į praktinį funkcijų taikymą ir pateikiama pačioje virtualiojoje aplinkoje, sudarant galimybę naudotojams reikiamą informaciją pasiekti tuo metu, kai ji yra aktuali.

Prisijungus prie virtualiosios aplinkos, naudotojams tampa prieinamas papildomas puslapis „Naudotojo vadovas“, kuris matomas tik registruotiems ir prisijungusiems nariams (žr. 32 pav.). Šio puslapio matomumas valdomas taikant meniu prieigos ribojimą pagal naudotojo būseną („tik prisijungusiems naudotojams“). Toks sprendimas leidžia užtikrinti, kad naudotojo dokumentacija būtų prieinama tik tiems naudotojams, kurie naudojasi virtualiąja aplinka.

**32 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos puslapio „Naudotojo vadovas“ vaizdas

Naudotojo vadovo puslapyje pateikiama trumpa informacija apie pagrindines sistemos galimybes bei aiškios nuorodos į išsamias naudojimosi instrukcijas. Detalesni instrukcijų pavyzdžiai pateikiami darbo prieduose (žr. 4–7 priedus). Tokiu būdu pagrindiniame tekste išvengiama perteklinio techninių

veiksmų aprašymo, o naudotojams sudaroma galimybė prireikus susipažinti su išsamiomis instrukcijomis.

Naudotojo dokumentacijoje aprašomi šie pagrindiniai virtualiosios aplinkos naudojimo scenarijai:

- naudotojo paskyros ir profilio tvarkymas (žr. Priedą 4);
- mokomosios medžiagos įkėlimas į sistemą (žr. Priedą 5);
- bendravimas su kitais nariais naudojant asmeninių žinučių sistemą (žr. Priedą 6);
- klausimų uždavimas ir dalyvavimas mokytojų diskusijų forume (žr. Priedą 7).

Išsamios kiekvienos funkcijos naudojimo instrukcijos supažindina naudotojus su mokytojo-nario galimybėmis „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje ir nuosekliai paaiškina pagrindinių funkcijų naudojimą. Šios instrukcijos taip pat padeda detaliau susipažinti su aplinkos veikimu tais atvejais, kai, atliekant tam tikrus veiksmus, kyla neaiškumų.

Parengta naudotojo dokumentacija sudaro aiškų pagrindą savarankiškam „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimui, suteikdama nariams galimybę susipažinti su mokytojo-nario galimybėmis ir pagrindiniais funkcijų taikymo scenarijais. Instrukcijų pateikimas pačioje aplinkoje užtikrina patogų ir savalaikį informacijos pasiekiamumą naudotojams.

Sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka įgyvendinta remiantis anksčiau nustatytais funkciniais ir nefunkciniais reikalavimais. Virtualiosios aplinkos realizavimo metu buvo sukurtos ir integruotos pagrindinės posistemės, užtikrinančios naudotojų paskyrų valdymą, turinio dalijimąsi, bendravimą bei administravimą, taip sudarant sąlygas sklandžiam bendruomenės veikimui.

Įgyvendinti sprendimai suteikia mokytojams galimybę naudotis virtualiąja aplinka patogiai ir paprastai be tiesioginio darbo su vidine „WordPress“ administravimo aplinka, o aiški turinio struktūra, kategorijų ir filtravimo sąsajos užtikrina efektyvų mokomosios medžiagos pateikimą ir paiešką. Realizuotos bendravimo priemonės (diskusijų forumas, asmeninės žinutės) sudaro galimybes keistis patirtimi, užduoti klausimus ir gauti pagalbą, taip stiprinant profesinį bendradarbiavimą tarp virtualiosios aplinkos narių.

Papildomai virtualiojoje aplinkoje integruota naudotojo dokumentacija padeda mokytojams savarankiškai susipažinti su galimomis funkcijomis ir mokytojo-nario galimybėmis, o esant neaiškumams – rasti aiškias naudojimosi instrukcijas. Tai sudaro galimybes didesniam virtualiosios aplinkos prieinamumui ir palengvina pasirengimą jos naudojimui ugdymo kontekste.

### 6.4. Skyriaus išvados

1. Realizuota „FabLab“ virtualioji aplinka, įgyvendinta TVS „WordPress“ pagrindu, kurios paskirtis – sudaryti sąlygas mokytojams dalytis mokomąja ir metodine medžiaga, bendrauti, bendradarbiauti ir naudotis struktūruotais „FabLab“ ištekliais ugdymo procese.
2. Sukurta „FabLab“ virtualiosios aplinkos techninė ir funkcinė struktūra, apimanti administravimo, naudotojų paskyrų valdymo, turinio dalijimosi ir bendravimo posistemes, kurios užtikrina sklandų sistemos veikimą ir virtualiosios aplinkos narių įsitraukimą.
3. Parengta naudotojo dokumentacija, skirta savarankiškam virtualiosios aplinkos naudojimui, apimanti pagrindinių funkcijų taikymo scenarijus ir sudaranti sąlygas naudotojams patogiai bei aiškiai naudotis sistemos galimybėmis.

## 7. „FabLab“ virtualiosios aplinkos išbandymas ir efektyvumo tyrimas

Sukūrus „FabLab“ virtualiąją aplinką, ji buvo parengta naudojimui ir išbandyta realiomis sąlygomis. Į virtualiąją aplinką buvo įkelta mokomoji ir metodinė medžiaga, sukurta pagrindinė struktūra bei pritaikytos funkcijos, skirtos turinio dalijimuisi ir bendravimui.

Virtualioji aplinka buvo pristatyta mokytojams ir kitiems su „FabLab“ veiklomis susijusiems asmenims. Naudotojai buvo kviečiami registruotis, susipažinti su aplinka, naudotis joje pateiktais ištekliais bei, esant galimybei, kelti savo mokomąją medžiagą ir dalintis patirtimi.

Išbandymo metu buvo analizuojamas naudotojų sąveikos su virtualiąja aplinka pobūdis, vertinant pagrindinių funkcijų pritaikomumą ir naudojimo patogumą. Naudotojų aktyvumas ir aplinkos veikimas vertinti remiantis surinktais statistiniais duomenimis.

Virtualiosios aplinkos efektyvumui įvertinti atlikta mokytojų apklausa, kurios metu rinkta informacija apie naudojimo patirtį, aplinkos naudą ir galimus tobulinimo aspektus.

### 7.1. Virtualiosios aplinkos naudojimo rezultatai ir jų analizė

Pirmiausia, atliktas pirminis sistemos patikrinimas. Kiekviename puslapyje įkeltas bent vienas mokomosios medžiagos pavyzdys, siekiant patikrinti turinio pateikimą, kategorijų veikimą, filtravimo galimybes ir bendrą sistemos stabilumą. Tai patvirtino, kad pagrindinės funkcijos veikia tinkamai ir aplinka parengta naudotojų išbandymui.

Virtualioji aplinka pristatyta mokytojams ir kitiems su „FabLab“ veiklomis susijusiems asmenims. 2025 m. vasario mėn. pradžioje kvietimas išbandyti aplinką išplatintas Lietuvos mokykloms elektroniniu paštu ir viešintas socialiniuose tinkluose. Naudotojai kviečiami registruotis, susipažinti su aplinka, naudotis joje pateiktais ištekliais bei, esant galimybei, kelti savo mokomąją medžiagą ir dalintis patirtimi.

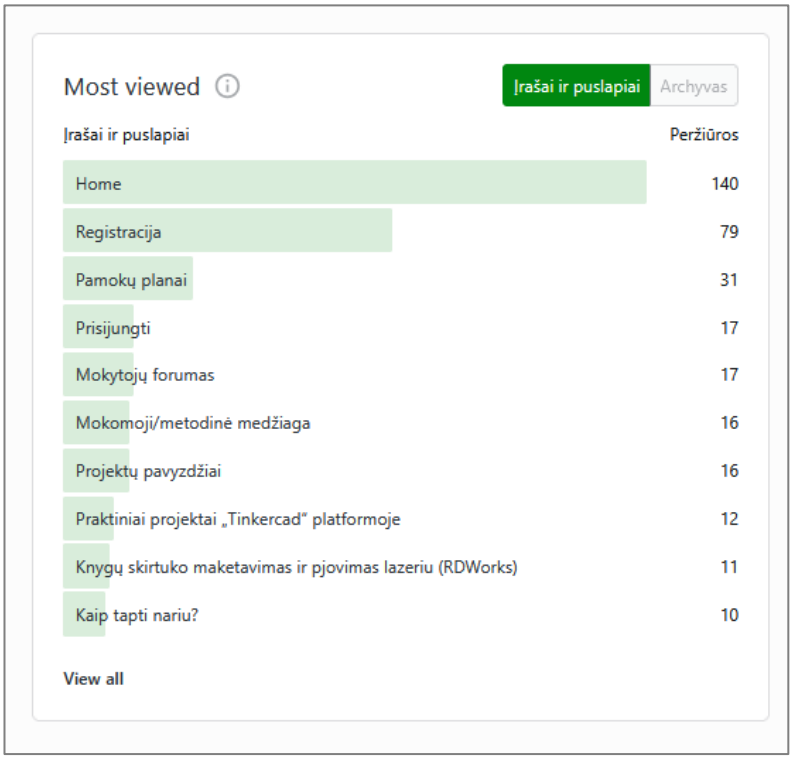
Išbandymo laikotarpiu stebėta, kaip naudotojai naudojasi virtualiąja aplinka – ar geba savarankiškai įkelti turinį, ar naudojasi peržiūros, paieškos, bendravimo ir kitomis funkcijomis. Virtualioji aplinka išbandyta ir įdiegta realiomis sąlygomis (žr. 8 priedą).

„FabLab“ virtualiosios aplinkos išbandymo metu naudotojų aktyvumui ir sistemos naudojimui stebėti naudotas „WordPress“ statistikos įskiepis „Stats“. Jis įdiegtas ne nuo sistemos sukūrimo pradžios, todėl duomenys rinkti tik nuo įdiegimo momento. Įskiepis leido analizuoti lankomumą ir naudotojų veiklą pasirinktu laikotarpiu.

Tyrimo laikotarpiu virtualiojoje aplinkoje užsiregistravo 40 mokytojų-narių. Per analizuojamą laikotarpį nustatyta, kad virtualioji aplinka buvo lankoma: užfiksuotos 488 peržiūros ir 130 lankytojų (žr. 33 pav.). Didžiausias aktyvumas nustatytas laikotarpio pradžioje, vėliau lankomumas sumažėjo, tačiau išliko gana pastovus, o pabaigoje vėl padidėjo.

**33 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos lankomumo dinamika tyrimo laikotarpiu

Analizuojant turinio naudojimą nustatyta, kad daugiausia peržiūrų sulaukė pagrindinis puslapis (140 peržiūrų) ir registracijos skiltis (79 peržiūros). Taip pat peržiūrėti pamokų planai (31), prisijungimo puslapis (17), mokytojų forumas (17), mokomoji ir metodinė medžiaga (16) bei projektų pavyzdžiai (16) (žr. 34 pav.). Didžiausią peržiūrų skaičių tarp turinio įrašų surinko projektų pavyzdžiai skiltyje „Praktiniai projektai „Tinkercad“ platformoje“ (13 peržiūrų) ir pamokų planas „Knygų skirtuko maketavimas ir pjovimas lazeriu“ (11 peržiūrų).




**34 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos turinio peržiūrų pasiskirstymas pagal puslapius

Turinio kūrimo aktyvumas taip pat fiksuotas – įkelti 33 skirtingi ištekliai, kuriuos pateikė 15 narių. Dalis naudotojų kūrė turinį, tačiau dauguma naudojosi peržiūros funkcija.

Naudotos ir bendravimo funkcijos – diskusijų forume užfiksuoti 5 įrašai su atsakymais. Naudotojai uždavinėjo klausimus ir reagavo į kitų pateiktas temas. Asmeninių žinučių naudojimo duomenų nustatyti nebuvo galimybės, nes administratoriaus paskyra nesuteikia prieigos prie susirašinėjimo turinio.

Išbandymo laikotarpiu „FabLab“ virtualioji aplinka buvo naudojama: naudotojai registravosi, peržiūrėjo turinį, kėlė mokomąją medžiagą ir dalyvavo diskusijose. Didžiausio susidomėjimo sulaukė praktinio pobūdžio turinys.

## 7.2. „FabLab“ virtualiosios aplinkos efektyvumo tyrimas

Siekiant įvertinti sukurtos „FabLab“ virtualiosios aplinkos efektyvumą ir jos pritaikomumą ugdymo procese, buvo atliktas kiekybinis tyrimas – mokytojų apklausa. Tyrimo tikslas – įvertinti sukurtos „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį mokytojų profesinei saviugdai, bendradarbiavimui ir „FabLab“ technologijų integravimui į ugdymo procesą. Tyrimu siekiama išsiaiškinti, ar virtualioji aplinka padeda geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą, rasti pamokų idėjų, dalintis mokymo medžiaga ir spręsti su technologijų taikymu pamokose susijusias problemas.

Tyrimo uždaviniai:
1. išsiaiškinti, kaip dažnai ir kokiomis funkcijomis mokytojai naudojasi „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje;
2. įvertinti „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį mokytojų kompetencijoms ir profesinei saviugdai;
3. nustatyti, ar virtualioji aplinka padeda taupyti laiką ruošiantis pamokoms ir mažina darbo krūvį;
4. įvertinti virtualiosios aplinkos poveikį mokytojų bendradarbiavimui ir dalijimuisi patirtimi;
5. nustatyti, ar naudojimasis virtualiąja aplinka prisideda prie dažnesnio „FabLab“ įrangos naudojimo pamokose.

Klausimynas parengtas atsižvelgiant į virtualiosios aplinkos funkcijas ir vertinamus aspektus. Jį sudarė 13 klausimų, suskirstytų į 6 sekcijas: aplinkos naudojimas, poveikis kompetencijoms ir saviugdai, poveikis darbo laikui ir krūviui, poveikis bendradarbiavimui, poveikis praktinei veiklai ir atviri klausimai (žr. 9 priedą).

Klausimynas buvo parengtas naudojant „Google Forms“ platformą ir išplatintas nuotoliniu būdu Lietuvos mokytojams bei registruotiems virtualiosios aplinkos nariams, kviečiant juos įvertinti savo naudojimosi patirtį, aplinkos naudą ir pateikti pasiūlymus jos tobulinimui.

## 7.3. Tyrimo rezultatai

Šiame skyriuje pateikiami atlikto tyrimo rezultatai, analizuojant mokytojų apklausos duomenis. Rezultatai apibendrinami siekiant įvertinti „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimą, jos poveikį mokytojų profesinei veiklai, bendradarbiavimui bei nustatyti tobulinimo galimybes.

### 7.3.1. Dalyviai

Tyrime dalyvavo 23 bendrojo ugdymo mokyklų mokytojai, kuriems aktualus „FabLab“ technologijų taikymas ugdymo procese. Apklausos nuoroda pateikta tiek registruotiems virtualiosios aplinkos naudotojams, tiek platesnei mokytojų auditorijai.

Tyrime dalyvavo tiek aktyviai virtualiąja aplinka besinaudojantys, tiek su ja tik susipažinę respondentai, todėl rezultatai atspindi bendrą mokytojų požiūrį į virtualiąją aplinką ir jos taikymo galimybes.

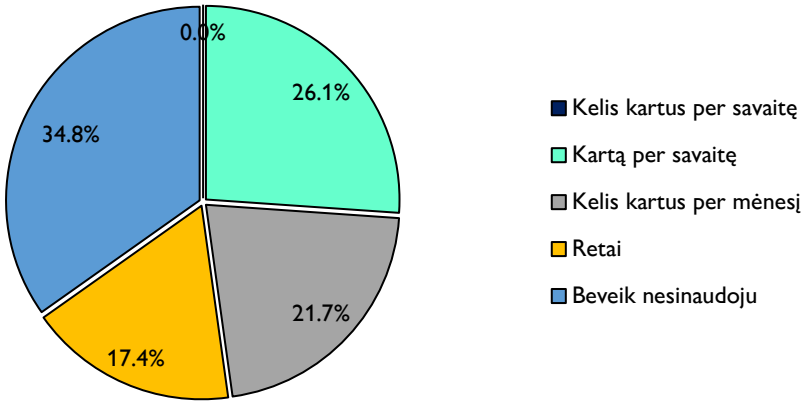
Tyrimo dalyviai nebuvo segmentuojami pagal dėstomą dalyką ar naudojimosi intensyvumą, todėl detalesnė skirtingų grupių analizė nebuvo atliekama.

### 7.3.2. Virtualiosios aplinkos naudojimas

Analizuojant „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimą, vertinta naudojimosi trukmė, dažnumas ir taikomos funkcijos. Šie rodikliai leidžia įvertinti ne tik naudotojų įsitraukimą, bet ir tai, kokias funkcijas dažniausiai mokytojai naudoja virtualiojoje aplinkoje.

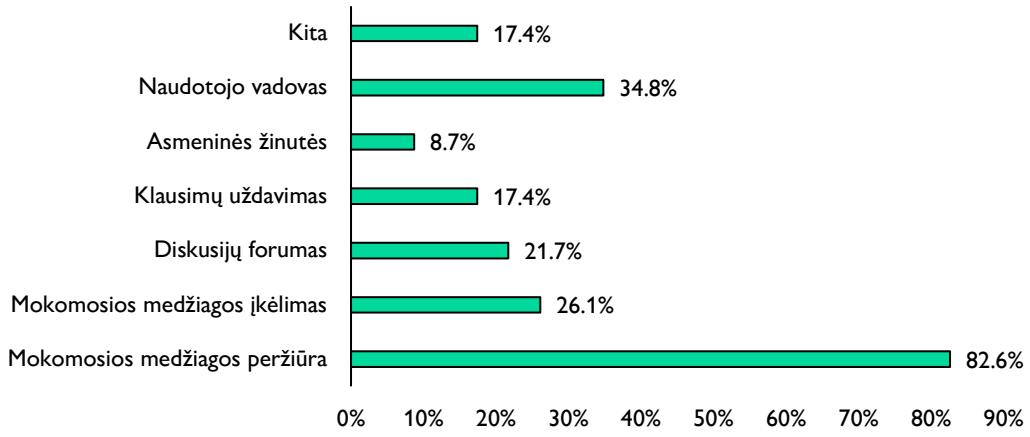
Nustatyta, kad daugiau nei pusė respondentų (52,2 %) nurodė, jog virtualiąja aplinka dar nesinaudoja arba tik su ja susipažįsta. Tuo tarpu 26,1 % respondentų aplinka naudojosi iki vieno mėnesio, 17,4 % – nuo vieno iki dvejų mėnesių, o nedidelė dalis – nuo dvejų iki trijų mėnesių. Tai atskleidžia, kad nemaža dalis respondentų yra ankstyvoje susipažinimo su virtualiąja aplinka stadijoje.

Vertinant naudojimosi dažnumą nustatyta, kad tik dalis respondentų virtualiąja aplinka naudojasi reguliariai (žr. 35 pav.). 26,1 % nurodė, kad naudojasi kartą per savaitę, 21,7 % – kelis kartus per mėnesį, o 17,4 % – retai. Didžiausia dalis respondentų (34,8 %) pažymėjo, kad aplinka beveik nesinaudoja. Šie rezultatai leidžia spręsti, kad nuoseklus virtualiosios aplinkos naudojimas dar nėra plačiai paplitęs.




**35 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudojimo trukmės pasiskirstymas

Analizuojant naudojamas funkcijas nustatyta, kad „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje dažniausiai naudojama mokomosios medžiagos peržiūra (žr. 36 pav.) – šia galimybe naudojosi 82,6 % respondentų. Taip pat dalis respondentų įsitraukė į turinio kūrimą ir dalijimąsi, nurodydami, kad kėlė mokomąją medžiagą (26,1 %). Aplinkoje buvo naudojamos ir bendravimo funkcijos – diskusijų forumas (21,7 %) bei klausimų uždavimas (17,4 %), leidžiantys keistis patirtimi ir spręsti kylančius klausimus. Be to, 34,8 % respondentų naudojosi naudotojo vadovu, kuris padėjo geriau suprasti aplinkos veikimą, o 8,7 % – asmeninių žinučių funkcija. Taip pat dalis respondentų nurodė naudoję ir kitas funkcijas (17,4 %).



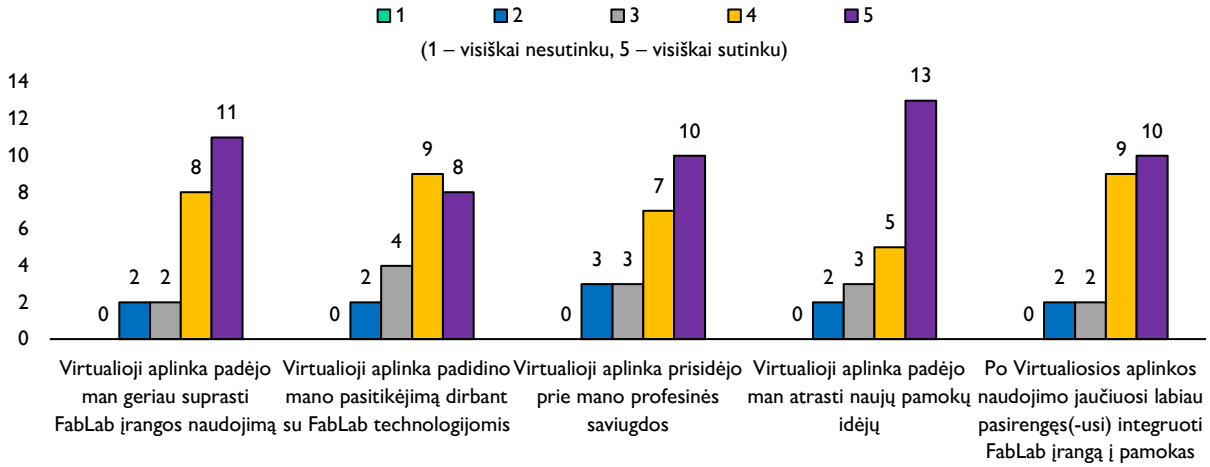

**36 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos funkcijų naudojimo pasiskirstymas

„FabLab“ virtualiojoje aplinkoje vykdomos pagrindinės numatytos veiklos – mokomosios medžiagos peržiūra, turinio įkėlimas ir bendravimas. Nors dalis respondentų dar yra susipažinimo su virtualiąja aplinka etape ir naudojimosi dažnumas išlieka nevienodas, fiksuojamas naudotojų įsitraukimas rodo, kad virtualioji aplinka yra naudojama praktikoje.

### 7.3.3. Poveikis mokytojų kompetencijoms ir praktinei veiklai

Analizuojant „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį mokytojų kompetencijoms ir praktinei veiklai, buvo vertinami respondentų atsakymai apie virtualiosios aplinkos įtaką jų profesinei saviugdai ir „FabLab“ veiklų taikymą ugdyme.

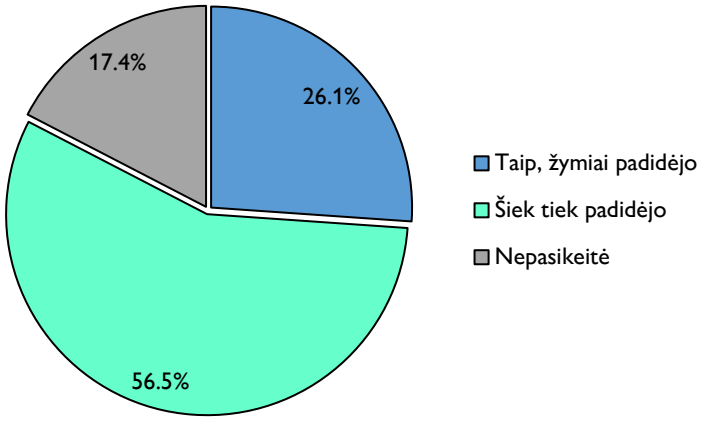
Pirmiausia, buvo analizuojami respondentų atsakymai į klausimą apie virtualiosios „FabLab“ aplinkos poveikį jų kompetencijoms ir profesinei saviugdai (žr. 37 pav.). Respondentai aplinką vertino palankiai – nurodė, kad ji padėjo geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą, padidino pasitikėjimą dirbant su šiomis technologijomis ir prisidėjo prie profesinės saviugdos. Taip pat pažymėta, kad aplinka padėjo atrasti naujų pamokų idėjų ir sustiprino pasirengimą taikyti „FabLab“ veiklas pamokose.




**37 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikis mokytojų kompetencijoms ir profesinei saviugdai

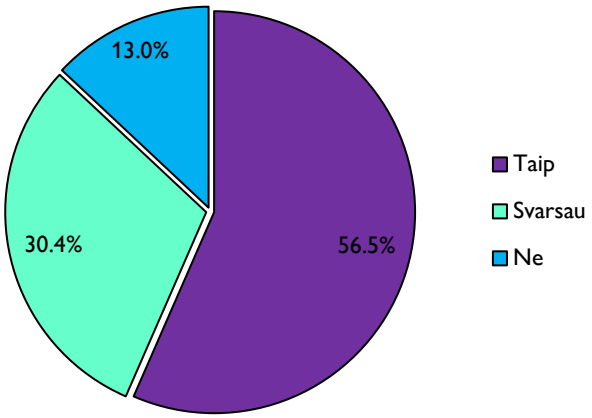
Vertinant atskirus teiginius, matyti, kad atsakymai daugiausia telkiasi aukštesniuose skalės įverčiuose, todėl galima teigti, kad virtualioji aplinka prisideda prie profesinės saviugdos ir pasirengimo taikyti „FabLab“ veiklas.

Toliau analizuotas „FabLab“ įrangos naudojimo dažnumo pokytis pamokose (žr. 38 pav.). 56,5 % respondentų nurodė, kad naudojimas šiek tiek padidėjo, 26,1 % – kad padidėjo reikšmingai, o 17,4 % nepastebėjo pokyčių. Tai leidžia spręsti, kad daugumai respondentų „FabLab“ įrangos taikymas pamokose didėjo.




**38 pav.** „FabLab“ įrangos naudojimo dažnumo pokytis pamokose

Taip pat analizuoti respondentų planai dažniau integruoti „FabLab“ veiklas į pamokas (žr. 39 pav.). 56,5 % nurodė planuojantys tai daryti, 30,4 % šią galimybę svarsto, o 13 % neplanuoja pokyčių. Šie rezultatai rodo teigiamą požiūrį į tolesnį „FabLab“ veiklų taikymą ugdyme.



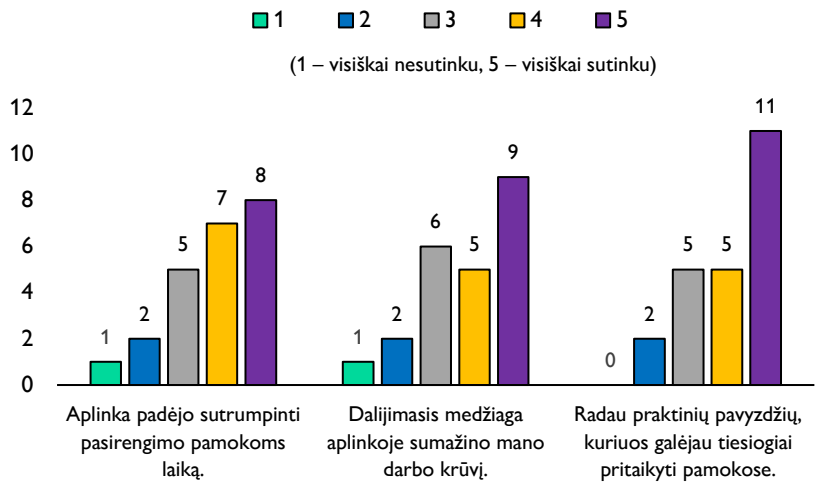

**39 pav.** „FabLab“ veiklų integravimo planavimas pamokose

Įvertinus respondentų atsakymus, nustatyta, kad virtualioji aplinka prisideda prie profesinės saviugdos, padeda geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą ir stiprina pasitikėjimą dirbant su šiomis technologijomis. Dalis respondentų nurodė dažniau naudojantys „FabLab“ įrangą pamokose, o daugiau nei pusė planuoja dažniau taikyti šias veiklas ateityje.

### 7.3.4. Poveikis darbo organizavimui ir bendradarbiavimui

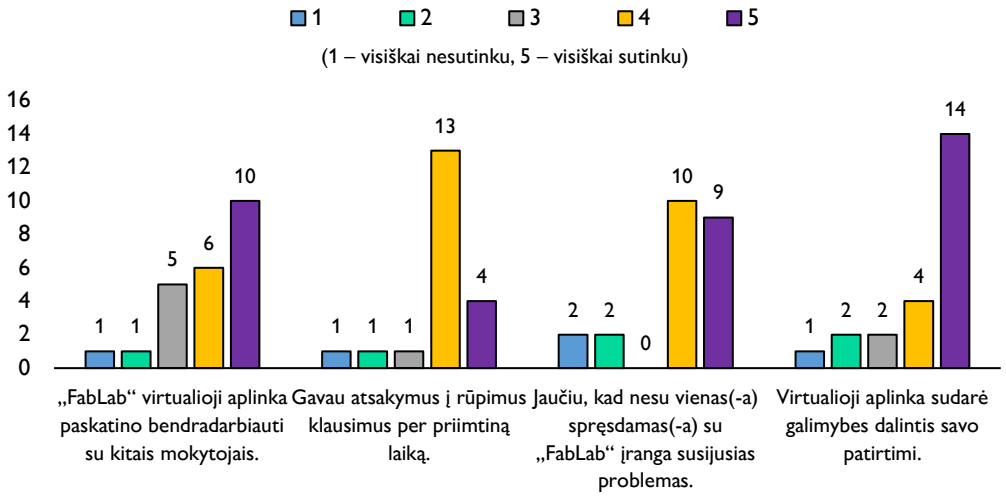
Analizuojant „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį darbo organizavimui ir bendradarbiavimui, vertinti respondentų atsakymai apie jos įtaką pasirengimo pamokoms laikui, darbo krūviui ir bendradarbiavimui su kitais mokytojais.

Pirmiausia, buvo analizuojama poveikis darbo laikui ir krūviui (žr. 40 pav.). Atsakymai daugiausia telkiasi aukštesniuose skalės įverčiuose. Respondentai nurodė, kad virtualioji aplinka padėjo sutrumpinti pasirengimo pamokoms laiką, o dalijimasis mokomąja medžiaga prisidėjo prie darbo krūvio mažinimo. Taip pat pažymėta, kad aplinkoje rasti praktiniai pavyzdžiai gali būti tiesiogiai pritaikomi pamokose.




**40 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikio mokytojų darbo laikui ir krūviui vertinimas

Toliau vertintas poveikis bendradarbiavimui su kitais mokytojais (žr. 41 pav.). Respondentai šį aspektą vertino palankiai – nurodė, kad virtualioji aplinka skatina bendradarbiauti, padeda gauti atsakymus į rūpimus klausimus ir sudaro galimybes dalintis patirtimi. Dalis respondentų taip pat pažymėjo, kad naudodamiesi aplinka jaučiasi mažiau vieni spręsdami su „FabLab“ susijusias problemas.



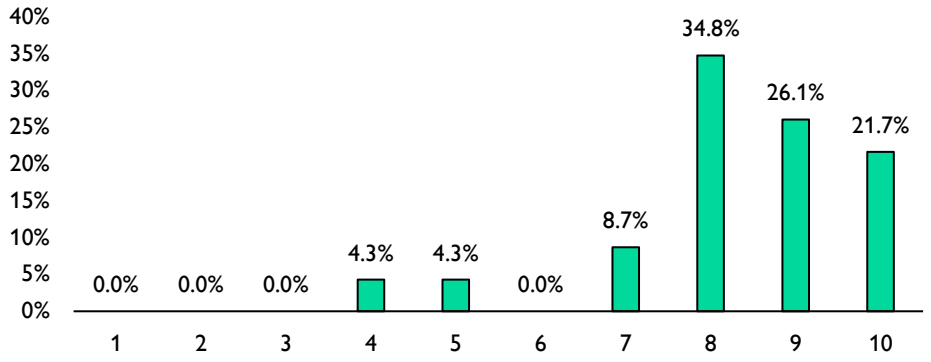

**41 pav.** „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikio mokytojų bendradarbiavimui vertinimas

Respondentų atsakymai leidžia teikti, kad virtualioji aplinka padeda efektyviau pasirengti pamokoms ir mažinti darbo krūvį, nes sudaro galimybę naudotis jau parengtais ištekliais ir praktiniais pavyzdžiais. Taip pat ji sudaro sąlygas bendradarbiauti, dalintis patirtimi ir gauti pagalbą sprendžiant su „FabLab“ veiklomis susijusius klausimus.

### 7.3.5. Bendras aplinkos vertinimas ir tobulinimo galimybės

Analizuojant bendrą „FabLab“ virtualiosios aplinkos vertinimą ir tobulinimo galimybes, nagrinėti respondentų atsakymai apie aplinkos naudingumą, pasiteisinusius aspektus ir galimas tobulinimo kryptis. Taip pat vertinta, ar respondentai rekomenduotų aplinką kitiems mokytojams ir kokias veiklas yra įgyvendinę naudodamiesi joje pateikta medžiaga.

Pirmiausia, vertinta bendra aplinkos nauda (žr. 42 pav.). Respondentų įverčiai telkiasi aukštesnėse skalės reikšmėse: daugiausia skirta 8 balai (34,8 %), taip pat 7 (8,7%), 9 (26,1 %) ir 10 (21,7 %). Žemesnių įverčių beveik neskirta.




**42 pav.** Bendras „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudos vertinimas

Analizuojant atsakymus į atvirą klausimą, kas jiems buvo naudingiausia „FabLab“ virtualioje aplinkoje, nustatyta, kad didžiausią vertę respondentams suteikia galimybė rasti mokomąją medžiagą, pamokų planus ir praktinius pavyzdžius. Atsakymuose dažniausiai minėta galimybė peržiūrėti ir rasti įvairią mokomąją medžiagą bei pamokų planus. Taip pat akcentuotos idėjos, pritaikomos ugdymo procese, ir „FabLab“ įrangos panaudojimo pavyzdžiai. Dalis respondentų nurodė dar tik pradedantys naudotis aplinka, todėl konkrečių aspektų išskirti negalėjo.

Vertinant tobulinimo galimybes, dalis respondentų pasiūlymų nepateikė arba nurodė, kad juos vertinti dar per anksti. Tarp pateiktų pasiūlymų dažniausiai minėtas poreikis plėsti turinį – siūlyta didinti mokomosios medžiagos įvairovę, papildyti ją naujomis temomis bei daugiau dėmesio skirti skirtingoms mokinių amžiaus grupėms, ypač pradinėms klasėms. Atsižvelgiant į tai, kad virtualioji aplinka grindžiama mokytojų dalijimusi, šie pasiūlymai siejami su aktyvesniu pačių mokytojų įsitraukimu į turinio kūrimą ir dalinimąsi. Be to, respondentai atkreipė dėmesį į poreikį stiprinti aplinkos viešinimą ir prieinamumą, kad apie ją sužinotų daugiau mokytojų. Taip pat siūlyta kurti motyvacines priemones, skatinančias mokytojus aktyviau dalintis savo idėjomis.

Analizuojant atsakymus į klausimą, ar respondentai rekomenduotų „FabLab“ virtualiąją aplinką kitiems mokytojams ir kodėl, nustatyta, kad didžioji dalis ją rekomenduotų. Kaip pagrindinė priežastis išskirta praktinė aplinkos nauda – galimybė rasti mokomąją medžiagą, pamokų planus ir

idėjas, padedančias paįvairinti pamokas bei palengvinti pasirengimą joms, taip pat greitas reikalingos informacijos pasiekimas vienoje vietoje. Be to, pabrėžta bendradarbiavimo svarba – aplinka sudaro sąlygas dalintis patirtimi, diskutuoti su kolegomis ir gauti pagalbą, o visa tai prisideda prie efektyvesnio darbo organizavimo ir laiko taupymo.

Vertinant praktinį pritaikymą, nustatyta, kad dalis mokytojų jau taikė aplinkoje pateiktus išteklius – pamokų planus, metodinę medžiagą ir praktinius projektus (žr. 16 lent.). Dažniausiai minėti konkretūs pavyzdžiai: modeliavimas „Inkscape“ aplinkoje, lazerinio pjovimo veiklos, hologramų kūrimas ir projektai „Tinkercad“ platformoje. Kai kurie respondentai papildomai išskyrė atskiras veiklas, pavyzdžiui, žaisliukų pjovimą lazeriu, darbą su lazerinio pjovimo įranga ar 3D spausdinimo taikymą praktinėse veiklose.

**16 lentelė.** „FabLab“ virtualioje aplinkoje pateiktų išteklių taikymas mokytojų veikloje

| **Išteklių tipas** | **Išteklius** | **Pritaikymo atvejų skaičius** |
|---|---|---|
| Informacijos šaltiniai | Dėžučių generavimo įrankis „Boxes.py“ | 1 |
| Pamokų planai | 2D modelių kūrimas „Inkscape“ (lazerio pjovimui) | 2 |
| | Knygų skirtuko maketavimas ir pjovimas lazeriu („RDWorks“) | 1 |
| Mokomoji metodinė medžiaga | 3D raktų pakabuko modeliavimas | 1 |
| | Hologramų kūrimas | 3 |
| | Praktiniai projektai „Tinkercad“ platformoje | 1 |

Respondentų atsakymai taip pat iliustruoja, kaip konkrečios veiklos yra taikomos pamokose. Pavyzdžiui, hologramų kūrimas įvardijamas kaip lengvai įgyvendinama, tačiau mokiniams patraukli veikla: „Hologramų kūrimas – paprasta, nesudėtinga, bet įspūdinga veikla, su aiškiomis gairėmis“. Kita vertus, dalis mokytojų pažymi, kad dar tik įgyja praktinių įgūdžių dirbti su „FabLab“ technologijomis, todėl veiklų taikymą planuoja ateityje: „Šiuo metu mokausi, kaip dirbti su lazerinėmis graviravimo staklėmis. Kai įgysiu pakankamai įgūdžių, pradėsiu tai taikyti darbe su mokiniais.“

„FabLab“ virtualioji aplinka vertinama palankiai ir siejama su praktine nauda ugdymo procese – ji naudojama kaip mokomosios medžiagos, pamokų planų ir praktinių pavyzdžių šaltinis, padedantis lengviau pasirengti pamokoms ir efektyviau organizuoti darbą. Aplinka sudaro sąlygas dalintis patirtimi, bendradarbiauti su kolegomis ir gauti reikalingą pagalbą sprendžiant su „FabLab“ veiklomis susijusius klausimus. Dalis mokytojų jau taiko joje pateiktus išteklius savo veikloje, o kiti dar tik įgyja reikiamų įgūdžių ir planuoja tai daryti ateityje, todėl naudotojų įsitraukimas išlieka nevienodas.

## 7.4. Pagrindinės įžvalgos ir rezultatai

Taip, čia mintis kartojasi. Galima sujungti į vieną aiškesnį sakinį:

Atlikus „FabLab“ virtualiosios aplinkos išbandymą ir efektyvumo tyrimą, nustatyta, kad sukurta aplinka prisideda prie darbe iškeltos problemos sprendimo – neefektyvaus „FabLab“ įrangos naudojimo ugdymo procese mažinimo. Tyrimo rezultatai rodo, kad virtualioji aplinka sudaro sąlygas mokytojams lengviau pasiekti mokomąją ir metodinę medžiagą, rasti praktinių pamokų pavyzdžių, dalytis patirtimi ir bendradarbiauti, taip mažinant žinių bei laiko trūkumo problemas.

Virtualioji aplinka taip pat siejama su mokytojų profesinės saviugdos stiprėjimu – ji padeda geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą, didina pasitikėjimą dirbant su technologijomis ir skatina naujų veiklų taikymą pamokose. Dalis mokytojų nurodė dažniau naudojantys „FabLab“ įrangą bei planuojantys aktyviau ją integruoti ateityje, kas rodo teigiamą pokytį praktinėje veikloje.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad didžiausią vertę naudotojams kuria turinio prieinamumas – galimybė naudotis kitų mokytojų parengtais pamokų planais, metodine medžiaga ir projektų pavyzdžiais. Toks dalijimasis padeda ne tik taupyti laiką, bet ir suteikia konkrečių, iš karto pritaikomų idėjų. Nors bendravimo ir bendradarbiavimo funkcijos dar nėra intensyviai naudojamos, jos sudaro prielaidas profesiniam bendradarbiavimui ir gali įgyti didesnę reikšmę augant naudotojų skaičiui.

Kartu nustatyta, kad virtualiosios aplinkos naudojimas išlieka nevienodas – dalis mokytojų dar tik susipažįsta su sistema, todėl jos potencialas nėra pilnai išnaudojamas. Tai rodo, kad vien technologinio sprendimo sukūrimas neužtikrina aktyvaus naudojimo, o aplinkos efektyvumas tiesiogiai priklauso nuo naudotojų įsitraukimo ir integravimo į kasdienę pedagoginę praktiką.

Atsižvelgiant į tyrimo rezultatus, galima teigti, kad sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka yra funkcionali ir tinkama priemonė mokytojų saviugdai, bendradarbiavimui ir „FabLab“ technologijų taikymui ugdymo procese gerinti. Ji jau naudojama praktikoje ir prisideda prie efektyvesnio „FabLab“ išteklių panaudojimo, tačiau jos poveikis gali stiprėti didėjant mokytojų įsitraukimui, turinio plėtrai ir nuoseklesniam taikymui.

Vertinant tolesnes virtualiosios aplinkos taikymo galimybes, svarbu didinti jos žinomumą, siekiant pritraukti daugiau naudotojų. Augant naudotojų skaičiui, stiprėja mokytojų įsitraukimas – jie aktyviau dalijasi mokomąja medžiaga, kelia išteklius ir naudojasi bendradarbiavimo funkcijomis. Tai sudaro prielaidas efektyvesniam aplinkos veikimui ir didesnei praktinei naudai ugdymo procese. Be to, svarbus nuolatinis mokytojų grįžtamojo ryšio rinkimas, leidžiantis identifikuoti poreikius ir kryptingai tobulinti virtualiąją aplinką.

Galima daryti išvadą, kad sukurta virtualioji aplinka ne tik atitinka iškeltą darbo tikslą, bet ir sudaro pagrindą tolesniam jos vystymui bei platesniam taikymui ugdymo procese.

## 7.5. Skyriaus išvados

1. Išbandant „FabLab“ virtualiąją aplinką, nustatyta, kad ji yra funkcionali ir tinkama naudoti realiomis sąlygomis. Naudotojai registravosi, peržiūrėjo turinį, kėlė mokomąją medžiagą ir naudojosi bendravimo funkcijomis. Didžiausio susidomėjimo sulaukė praktinio pobūdžio turinys – pamokų planai, projektų pavyzdžiai ir metodinė medžiaga.
2. Apklausos duomenys atskleidžia teigiamą virtualiosios aplinkos poveikį mokytojų profesinei saviugdai ir praktinei veiklai. Ji padeda geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą, rasti naujų pamokų idėjų, stiprina pasitikėjimą dirbant su technologijomis ir skatina dažniau taikyti „FabLab“ veiklas pamokose. Virtualioji aplinka taip pat prisideda prie efektyvesnio darbo organizavimo – leidžia trumpinti pasirengimo pamokoms laiką ir naudotis kitų mokytojų parengtais ištekliais. Nors jos naudojimas dar nėra intensyvus ir dalis mokytojų tebėra susipažinimo etape, rezultatai patvirtina, kad sukurta virtualioji aplinka yra tinkama spręsti darbe iškeltą problemą ir gali būti sėkmingai taikoma ugdymo procese.

## Išvados

1. Atlikta literatūros analizė ir kiekybinis tyrimas atskleidė, kad „FabLab“ įrangos integravimas į ugdymo procesą mokytojams kelia nemažai iššūkių. Nustatyta, jog pagrindiniai iššūkiai yra laiko trūkumas, techninių žinių stoka, nepakankamas metodinės medžiagos prieinamumas bei sunkumai taikant projektiniu pagrindu paremtą ugdymą. Taip pat išryškėjo aiškus virtualiosios aplinkos poreikis, kuri sudarytų sąlygas mokytojų bendradarbiavimui, dalijimuisi patirtimi ir efektyvesniam „FabLab“ įrangos naudojimui ugdymo procese.
2. Atsižvelgiant į Lietuvos mokytojų poreikius, nustatyta, kad „FabLab“ virtualioji aplinka turi būti intuityvi, funkcionali, lengvai prieinama iš įvairių įrenginių ir užtikrinanti saugią prieigą. Mokytojams svarbiausi funkcionalumai – galimybė dalintis mokomąja medžiaga, diskutuoti, bendrauti su kolegomis, gauti techninę pagalbą bei prieigą prie patikimų šaltinių. Apklausos rezultatai leido apibrėžti tiek funkcinius, tiek nefunkcinius reikalavimus sistemai, tarp jų – veikimo stabilumas, naudotojo sąsajos paprastumas, dizaino lankstumas ir nemokama prieiga.
3. Remiantis identifikuotais poreikiais, buvo suprojektuotas „FabLab“ virtualiosios aplinkos modelis. Palyginus galimas sistemas („Moodle“, „Google Classroom“ ir „WordPress“), nustatyta, kad „WordPress“ yra tinkamiausia, nes suteikia galimybę kurti individualizuotą dizainą, užtikrina sklandų turinio valdymą, leidžia efektyviai organizuoti diskusijas ir yra lengvai pritaikoma techniniams poreikiams. Sukurti posistemių panaudojimo atvejai ir veiklos diagramos padeda vizualizuoti naudotojų sąveikas ir patvirtina, kad siūlomas sprendimas atitinka tiek mokytojų lūkesčius, tiek praktinius ugdymo proceso poreikius.
4. Remiantis suprojektuotu modeliu, buvo realizuota „FabLab“ virtualioji aplinka, įgyvendinta naudojant „WordPress“ turinio valdymo sistemą. Sistemoje integruotos naudotojų paskyrų valdymo, turinio kūrimo ir dalijimosi, tarpusavio komunikacijos bei administravimo posistemės užtikrina nuoseklią sistemos struktūrą ir aiškų naudotojų veiklų organizavimą.
5. Virtualioji aplinka sudaro sąlygas efektyvesniam „FabLab“ įrangos naudojimui ugdymo procese. Ji suteikia prieigą prie mokomosios medžiagos, pamokų planų ir praktinių veiklų pavyzdžių bei sudaro galimybes bendradarbiauti ir dalintis patirtimi, taip skatinant dažnesnį „FabLab“ veiklų taikymą pamokose. Siekiant didesnio virtualiosios aplinkos efektyvumo, tikslinga užtikrinti jos viešinimą, kad aplinka pasiektų platesnį vartotojų ratą, bei nuolat ją tobulinti, remiantis naudotojų poreikiais ir grįžtamuoju ryšiu.

## Literatūros sąrašas


1. PITKÄNEN, Kati; IWATA, Megumi ir LARU, Jari. Exploring technology-oriented Fab Lab facilitators' role as educators in K-12 education: Focus on scaffolding novice students' learning in digital fabrication activities. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2020, 26, 100207.
2. RAMEY, Kay Ellen. *FUSE Studios: Bringing interest-driven, integrated-STEAM learning into schools via makerspaces*. Daktaro disertacija. Northwestern University, 2017.
3. BEVAN, Bronwyn; RYOO, Jean; SHEA, Molly; KEKELIS, Linda; POOLER, Paul; GREEN, Emilyn ir HERNANDEZ, Miguel. *Making as a strategy for afterschool STEM learning: Report from the Californian Tinkering afterschool network research-practice partnership*. The Exploratorium, 2016.
4. PEPPLER, Kylie; HALVERSON, Erica ir KAFAI, Yasmin B. (red.). *Makeology: Makerspaces as learning environments. Volume 1*. Routledge, 2016.
5. KAJAMAA, Anu; KUMPULAINEN, Kristiina ir OLKINUORA, H. R. Teacher interventions in students' collaborative work in a technology-rich educational makerspace. *British Journal of Educational Technology*, 2020, 51(2), 371–386.
6. STEPHENSON, M. K. ir DOW, D. E. The community FabLab platform: Applications and implications in biomedical engineering. *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2014, p. 1821–1825. IEEE.
7. HERNÁNDEZ-DE-MENÉNDEZ, M.; VALLEJO GUEVARA, A.; TUDÓN MARTÍNEZ, J. C.; HERNÁNDEZ ALCÁNTARA, D. ir MORALES-MENENDEZ, R. Active learning in engineering education. A review of fundamentals, best practices and experiences. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 2019, 13(3), 909–922.
8. MARTIN, Lee. The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2015, 5(1), 4.
9. ERIKSSON, E.; HEATH, C.; LJUNGSTRAND, P. ir PARNES, P. Makerspace in school—Considerations from a large-scale national testbed. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2018, 16, 9–15.
10. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Dėl priešmokyklinio, pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo bendrųjų programų patvirtinimo*: 2022 m. rugpjūčio 24 d. Nr. V-1269. Interaktyvus. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/45f3b02523e311edb36fa1cf41a91fd9 .[žiūrėta 2024-10-29].
11. TROXLER, Peter. Fabrication laboratories (fab labs). Iš: *The decentralized and networked future of value creation: 3D printing and its implications for society, industry, and sustainable development*, p. 109–127. Cham: Springer International Publishing, 2016.
12. GARCÍA-RUIZ, M. E.; LENA-ACEBO, F. J. ir ROCHA BLANCO, R. Early stages of the FabLab movement: A new path for an open innovation model. *Sustainability*, 2023, 15(11), 8907.
13. SOOMRO, S. A.; CASAKIN, H. ir GEORGIEV, G. V. A systematic review on FabLab environments and creativity: Implications for design. *Buildings*, 2022, 12(6), 804.
14. RAYNA, T. ir STRIUKOVA, L. Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 164, 120391.

15. SCHONWETTER, T. ir VAN WIELE, B. Social entrepreneurs' use of fab labs and 3D printing in South Africa and Kenya. *The African Journal of Information and Communication*, 2020, 26, 1–24.
16. GADJANSKI, I.; ČANTRAK, Đ.; MATIJEVIĆ, M. ir PRODANOVIĆ, R. Stimulating innovations from university through the use of digital fabrication – case study of the SciFabLab at Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade. Iš: *Proceedings of the WBCInno International Conference 2015*, p. 18. University of Novi Sad, 2015..
17. SCHNEIDER, David. FAB: The coming revolution on your desktop—From personal computers to personal fabrication. *American Scientist*, 2006, 94(3), 284–285.
18. GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign Affairs*, 2012, 91, 43.
19. LIOTARD, Isabelle. FabLab – a new space for commons-based peer production. Iš: *29th Society for the Advancement of Socio-Economics (SASE) Conference: "What's Next? Disruptive/Collaborative Economy or Business as Usual?"*, 2017.
20. CARQUEIJÓ, S.; RAMOS, D.; GONÇALVES, J.; CARVALHO, S.; MURMURA, F.; BRAVI, L. ir kt. The importance of Fab Labs in the development of new products toward mass customization. *Sustainability*, 2022, 14(14), 8671.
21. FabLabs. *FabLabs*. Interneto puslapis. Prieiga per: https://www.fablabs.io/. [žiūrėta 2026-04-03].
22. YOU, W.; CHEN, W.; AGYAPONG, M. ir MORDI, C. The business model of Do-It-Yourself (DIY) laboratories – A triple-layered perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 159, 120205.
23. VAN DER HIJDEN, P.; JUAREZ, B.; BASSI, E.; HERNAMDT, K.; MENICHINELLI, M.; VAN VREESWIJK, D. ir WALDMAN-BROWN, A. The Fab Lab life cycle. Iš: *Proceedings of the FAB10—International Fab Lab Conference*, Barcelona, Spain, 2014, p. 2–8.
24. TRAVLOU, P. ir L. CIOLFI. Ethnographies of Collaborative Economies across Europe. London: Ubiquity Press, 2022.
25. NARAYAN, G. V. Jugaad for the Future: Makerspaces of India. Geneva: University of Geneva, 2024.
26. ANDREWS, D. ir D. ROBERTS. Academic makerspaces: contexts for research on interdisciplinary collaborative communication. Iš: *Proceedings of the 35th ACM International Conference on the Design of Communication*, p. 1–7. 2017.
27. HILTON, E. C.; R. L. NAGEL ir J. S. LINSEY. Makerspace involvement and academic success in mechanical engineering. Iš: *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, p. 1–5. IEEE, 2018.
28. TOMKO, M.; R. NAGEL; M. ALEMÁN; W. NEWSTETTER ir J. LINSEY. Learning in academic makerspaces: preliminary case studies of how academic makerspaces afford learning for female students. Iš: *ASEE Annual Conference & Exposition Proceedings*. 2018.
29. BRANDENBURGER, B.; G. ADZAHO; M. MOSTERT-VAN DER SAR; M. VOIGT ir P. TROXLER. Fab Lab. Iš: *Handbook Transdisciplinary Learning*. Bielefeld: transcript, 2023.
30. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Dėl vidurinio ugdymo bendrųjų programų patvirtinimo*: 2011 m. vasario 21 d. Nr. V-269. Interaktyvus. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.393538/asr. [žiūrėta 2024-10-29].

31. Diena. *Vilnius kuria ateities mokyklas – kas trečioje veiks FabLab dirbtuvės*. Interneto puslapis. Prieiga per: https://diena.lt/naujienos/vilnius/miesto-pulsas/vilnius-kuria-ateities-mokyklas-kas-trecioje-veiks-fablab-dirbtuves-954205. [žiūrėta 2024-10-29].
32. Steamlt. *Apie projektą*. Interneto puslapis. Prieiga per: https://steamlt.lt/apie-projekta/ . [žiūrėta 2024-10-29].
33. FabLabs. *Labs*. Interneto puslapis. Prieiga per: https://www.fablabs.io/labs?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcountry_code_eq%5D=LT&q%5Bactivity_status_eq%5D=&q%5Blab_tags_id_in%5D%5B%5D=&per=25&commit=Filter . [žiūrėta 2024-10-29].
34. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *Dėl „Tūkstantmečio mokyklų“ programos patvirtinimo*: 2022 m. sausio 31 d. Nr. V-137. Interaktyvus. Prieiga per: https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/9b589cd082b511ecbd43a994b3e2e1cb/asr . [žiūrėta 2026-02-22].
35. OECD. *Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem*. Interaktyvus. Prieiga per: https://www.oecd.org/education/digital-education-outlook-2023/ [žiūrėta 2026-02-22].
36. MUSTAFA, F.; H. T. M. NGUYEN ir X. A. GAO. The challenges and solutions of technology integration in rural schools: a systematic literature review. *International Journal of Educational Research*, 126, 2024, 102380.
37. SCHERER, R.; F. SIDDIQ ir J. TONDEUR. The technology acceptance model (TAM): a meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Computers & Education*, 128, 2019, p. 13–35.
38. SRINIVASAN, M.; D. JISHNU ir R. SHAMALA. COVID-19 and online education: digital inequality and other dilemmas of rural students in accessing online education during the pandemic. *World of Media*, 4, 2021, p. 34–54.
39. ISHAK, N.; R. DIN ir N. OTHMAN. Teachers' perceptions and challenges to the use of technology in teaching and learning during COVID-19 in Malaysia. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21, 2022, 5, p. 281–308.
40. RUNDEL, C. ir K. SALEMINK. Bridging digital inequalities in rural schools in Germany: a geographical lottery? *Education Sciences*, 11, 2021, 4, 181.
41. LEMBANI, R.; K. MULENGA; P. MWEWA; L. MHANGO ir N. CHAAMWE. Are we leaving students behind? Self-directed learning in an ICT challenged country. *Education and Information Technologies*, 28, 2023, 3, p. 3475–3492.
42. EDEN, C. A.; O. N. CHISOM ir I. S. ADENIYI. Harnessing technology integration in education: strategies for enhancing learning outcomes and equity. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2024.
43. RAMADHANI, W.; K. KHUZAINI ir S. SHADDIQ. Resistance to change: human resources issues in the implementation of Industry 4.0 technology. Iš: *Proceeding: Islamic University of Kalimantan*. 2024.
44. HOLMQVIST, M. ir B. LELINGE. Teachers' collaborative professional development for inclusive education. *European Journal of Special Needs Education*, 36, 2021, 5, p. 819–833.
45. SA'AD AL HYARI, H. Change resistance management and the transition to distance learning during COVID-19: moderating role of education technology. *International Journal of Professional Business Review*, 8, 2023, 3, 4.

46. SMITH, R.; O. IVERSEN ir R. VEERASAWMY. Impediments to digital fabrication in education. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*, 7, 2016, p. 33–49.
47. MAX, A. L.; S. LUKAS ir H. WEITZEL. The pedagogical makerspace: learning opportunity and challenge for prospective teachers' growth of TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 55, 2024, 1, p. 208–230.
48. BOEVE-DE PAUW, J.; H. DE LOOF; S. WALAN; N. GERICKE ir P. VAN PETERGEM. Teachers' self-efficacy and role when teaching STEM in high-tech informal learning environments. *Research in Science and Technological Education*, 2022.
49. FERNANDEZ, C.; T. HOCHGREB-HAEGELE ir P. BLIKSTEIN. Toward a sustainable model for maker education in public education: teachers as co-designers in an implementation of educational makerspaces. Iš: *Proceedings of the FabLearn 2020 – 9th Annual Conference on Maker Education*, p. 46–53. 2020.
50. HIRA, A.; C. H. JOSLYN ir M. M. HYNES. Classroom makerspaces: identifying the opportunities and challenges. Iš: *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings*, p. 1–5. IEEE, 2014.
51. DARLING-HAMMOND, L.; M. E. HYLER ir M. GARDNER. Effective teacher professional development. Palo Alto: Learning Policy Institute, 2017.
52. BUDIATMI, A.; S. HADHIENATA ir M. ENTANG. Teacher quality improvement by reinforcing organization support, training effectiveness, and collaboration in B-accredited private elementary schools in Bogor Regency.
53. ZAMIRI, M. ir A. ESMAEILI. Strategies, methods, and supports for developing skills within learning communities: a systematic review of the literature. *Administrative Sciences*, 14, 2024, 9, 231.
54. KOAY, J. Self-directed professional development activities: an autoethnography. *Teaching and Teacher Education*, 133, 2023, 104258.
55. LAN, Y. The role of teachers' grit and motivation in self-directed professional development. *Frontiers in Psychology*, 13, 2022, 922693.
56. WANG, Y. ir Y. WANG. Exploring Chinese EFL pre-service teachers' perceptions of self-directed professional development: the benefits and challenges disclosed. *Porta Linguarum: revista internacional de didáctica de las lenguas extranjeras*, 9, 2023, p. 29–46.
57. PRASAD BHATT, Surendra. *Self-Directed Professional Development: EFL Teachers' Understanding*. Online. International Journal of Language and Literary Studies, vol. 3 (December 2021), no. 4, pp. 196–208. ISSN 2704-7156.
58. WEST, E. Empowering educators: the role of self-directed learning in teacher professional development. 2025.
59. ARTMAN, B.; N. DANNER ir S. R. CROW. Teacher-directed professional development: an alternative to conventional professional development. *International Journal of Self-Directed Learning*, 17, 2020, 1, p. 39–50.
60. PARSONS, S. A.; A. C. HUTCHISON; L. A. HALL; A. W. PARSONS; S. T. IVES ir A. B. LEGGETT. US teachers' perceptions of online professional development. *Teaching and Teacher Education*, 82, 2019, 1, p. 33–42.
61. LANTZ-ANDERSSON, A.; M. LUNDIN ir N. SELWYN. Twenty years of online teacher communities: a systematic review of formally-organized and informally-developed professional learning groups. *Teaching and Teacher Education*, 75, 2018, p. 302–315.

62. BEACH, P.; A. MINUK ir E. FAVRET. Teachers' self-directed online learning strategies and experiences: a longitudinal study. *Online Learning*, 26, 2022, 4, p. 5–30.
63. ZIMMER, W. K. ir S. D. MATTHEWS. A virtual coaching model of professional development to increase teachers' digital learning competencies. *Teaching and Teacher Education*, 109, 2022, 103544.
64. LI, Z.; C. WANG ir C. J. BONK. Generative AI for teachers' self-directed professional development: a mixed-methods study. *TechTrends*, 70, 2026, 1, p. 23–38.
65. TAN, X.; G. CHENG ir M. H. LING. Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: a systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 2025, 100355.
66. QIN, S.; S. JIA ir S. SU. How does teacher collaboration impact teachers' innovation ability? The chain mediation of teaching motivation and teaching efficacy. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 2025, 1, p. 1–12.
67. ČESNAVIČIENĖ, J. ir E. URNĖŽIENĖ. Mokytojų kolegialaus bendradarbiavimo ypatumai siekiant profesinio tobulėjimo. *Teacher Education / Mokytojų ugdymas*, 26, 2016, 1.
68. DE JONG, L.; J. MEIRINK ir W. ADMIRAAL. Teacher learning in the context of teacher collaboration: connecting teacher dialogue to teacher learning. *Research Papers in Education*, 37, 2022, 6, p. 1165–1188.
69. KHASAWNEH, Y. J. A.; R. ALSARAYREH; A. A. AL AJLOUNI; H. M. EYADAT; M. N. AYASRAH ir M. A. S. KHASAWNEH. An examination of teacher collaboration in professional learning communities and collaborative teaching practices. *Journal of Education and e-Learning Research*, 10, 2023, 3, p. 446–452.
70. ZHIGALOVA, O. Reimagine teacher training for performing in information-oriented society (FabLab). Iš: *2018 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC)*, p. 1–4. IEEE, 2018.
71. FERRI, L. ir S. BONOMETTI. Strengthening collaboration among secondary school teachers: insights for future training pathways. *US-China Education Review A*, 14, 2024, 9, p. 587–602.
72. MARAVILHAS, S. ir J. MARTINS. Strategic knowledge management in a digital environment: tacit and explicit knowledge in Fab Labs. *Journal of Business Research*, 94, 2019, p. 353–359.
73. RAKHMETOV, M.; B. KUANBAYEVA; G. SALTANOVA; G. ZHUSUPKALIEVA ir E. ABDYKERIMOVA. Improving the training on creating a distance learning platform in higher education: evaluating their results. Iš: *Frontiers in Education*, 9, p. 1372002. Frontiers Media SA, 2024.
74. TSUI, F.; O. KARAM ir B. BERNAL. *Essentials of software engineering*. Burlington: Jones & Bartlett Learning, 2022.
75. SHERIF, E.; W. HELMY ir G. H. GALAL-EDEEN. Proposed framework to manage non-functional requirements in agile. *IEEE Access*, 11, 2023, p. 53995–54005.
76. ABDILLAH, Y. A.; I. Q. UTAMI; W. B. M. SETIYAWAN; M. R. PRATAMA; I. R. AFANI ir A. Y. PRAMESTI. Design and Development of Interactive Moodle Using Design Thinking to Support Online Learning. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 9 (2002), 2, 208–219.
77. AL-MAROOF, R. A. S. ir M. AL-EMRAN. Students acceptance of Google Classroom: An exploratory study using PLS-SEM approach. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 13 (2018), 6, 112.

78. PATEL, S. K.; V. R. RATHOD ir J. B. PRAJAPATI. Performance analysis of content management systems – Joomla, Drupal and WordPress. *International Journal of Computer Applications*, 21 (2011), 4, 39–43.
79. GOOGLE. Google Classroom Editions. Interaktyvus. Prieiga per: https://edu.google.com/workspace-for-education/products/classroom/editions/ [žiūrėta 2024-06-08].
80. NASUTION, N. ir T. RAHARJO. Developement of WordPress and Learn Press-based Learning Management System (E-learning). *Akademika*, 12 (2023), 01, 183–195.
81. KUMAR, A.; A. KUMAR; H. HASHMI ir S. A. KHAN. Wordpress: A multi-functional content management system. Iš: *2021 10th International Conference on System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART)*, p. 158–161. IEEE, 2021.
82. NGUYEN, Nguyen. *Strategic deployment plan for bilingual WordPress solutions*. Baigiamasis darbas. Vaasa: Vaasan ammattikorkeakoulu (University of Applied Sciences), 2024.

# Priedai

## 1 priedas. Klausimynas

Mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą pamokose ir „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis.

Sveiki, kviečiame dalyvauti apklausoje, kurioje siekiame geriau suprasti mokytojų patiriamus iššūkius integruojant „FabLab“ įrangą pamokose bei „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikį. Jūsų atsakymai padės įvertinti dabartinę situaciją ir išryškinti sritis, kuriose reikalinga papildoma pagalba ar resursai, kad „FabLab“ įranga galėtų būti sėkmingai pritaikyta ugdymo procese.

Atsakymai ir surinkti tyrimo duomenys bus naudojami tik moksliniams apibendrinimams.

Apklausos pildymas užtruks iki 10 minučių. Nuoširdžiai dėkojame už Jūsų laiką ir pagalbą!

**1 sekcija - respondentų demografinė informacija ir profesinė patirtis.**

1. Jūsų lytis*
   - Vyras
   - Moteris
2. Jūsų amžius*
   - Mažiau nei 20 metų
   - 20–30 metų
   - 31–40 metų
   - 41–50 metų
   - 51–60 metų
   - Daugiau nei 60 metų
3. Kokioje (-iose) ugdymo pakopoje (-ose) dirbate? *
   - Ikimokyklinio ugdymo
   - Priešmokyklinio ugdymo
   - Pradinio ugdymo
   - Pagrindinio ugdymo
   - Vidurinio ugdymo
   - Kita:
4. Ugdymo įstaiga, kurioje dirbate yra:
   - Valstybinė
   - Privati
5. Jūsų pedagoginio darbo stažas:*
   - 1–5 metai
   - 6–10 metai
   - 11–20 metai
   - 21–30 metai

- 31–40 metai
- Daugiau nei 40 metai

6. Mokykla, kurioje Jūs dirbate, yra įsikūrusi:*

- Didžiajame mieste
- Mieste
- Miestelyje
- Kaimo vietovėje

7. Jūsų dėstomas dalykas:*

- (atviras klausimas)

8. Ugdymo įstaigos, kurioje dirbate, pavadinimas:*

- (atviras klausimas)

9. Ar ugdymo įstaigoje, kurioje dirbate, yra „FabLab“ dirbtuvės, ar prieiga prie „FabLab“ įrangos? (pvz., 3D spausdintuvai, lazerinės staklės, CNC frezavimo staklės, mikrovaldikliai ir kita)*

- Taip
- Ne *(jei ne, prašome pereiti prie 24 klausimo)*

**2 sekcija - mokytojų patiriami iššūkiai integruojant „FabLab“ įrangą pamokose.**

10. Jei jūsų ugdymo įstaigoje yra „FabLab“ įrangos, kaip dažnai jūs naudojate šią įrangą pamokose?

- Nenaudoju
- Kelis kartus per metus
- Kartą per mėnesį
- Kelis kartus per mėnesį
- Kiekvieną savaitę

11. Kokią „FabLab“ įrangą naudojate savo veikloje? (galimi keli atsakymo variantai)*

- 3D spausdintuvai
- Lazerinės pjovimo staklės
- CNC frezavimo staklės
- Elektronikos įranga
- Tekstilės gamybos įranga
- Kita (įrašykite)

12. Su kokiais sunkumais susiduriate naudodamiesi „FabLab“ įranga? (galimi keli atsakymo variantai)*

- Techninių žinių trūkumas
- Laiko trūkumas pamokų planavimui
- Pagalbos ar mokymo priemonių trūkumas
- Nepakankamas įrangos kiekis
- Įrangos priežiūros ar eksploatacijos išlaidų problema
- Kiti sunkumai (įrašykite)

13. Ar susiduriate su kitais sunkumais, kurie nebuvo nurodyti 11 klausime?*

- (atviras klausimas)

14. Ar gavote pakankamai mokymų dirbti su „FabLab“ įranga?*

- Taip, jaučiuosi užtikrintas(-a)
- Iš dalies, tačiau trūksta tam tikrų žinių
- Ne, jaučiu mokymų trūkumą
- Nereikalinga, nes nesinaudoju įranga

15. Ar Jūsų ugdymo įstaiga užtikrina reikalingas priemones ir medžiagas darbui su „FabLab“ įranga?*

- Taip, visko pakanka
- Iš dalies, kai kurių medžiagų trūksta
- Ne, dažnai trūksta medžiagų

16. Ar jūsų ugdymo įstaiga pritaria „FabLab“ įrangos naudojimui pamokose ir skatina mokytojus ja naudotis?*

- Taip, aktyviai skatinama integruoti „FabLab“ įrangą
- Iš dalies, tačiau iniciatyvų trūksta
- Ne, nesulaukiu paskatinimo

17. Kokiose dalykų pamokose „FabLab“ įranga galėtų būti naudingiausia?*

- Gamtos mokslai
- Informatika
- Matematika
- Technologijos
- Dailė ir dizainas
- Kita (įrašykite): _____

**3 sekcija – „FabLab“ virtualiosios aplinkos poreikis.**

18. Ar šiuo metu dalyvaujate su „FabLab“ technologijomis susijusiose virtualiose aplinkose?*

- Taip, aktyviai dalyvauju
- Taip, bet nedalyvauju aktyviai
- Ne, bet norėčiau
- Ne, ir neturiu poreikio

19. Ar Jūsų nuomone, būtų naudinga „FabLab“ virtualioji aplinka, kurioje būtų galima dalintis patirtimi, mokymo medžiaga ar gauti techninę pagalbą?*

- Taip
- Galbūt
- Ne
- Nežinau

20. Kokios pagalbos ar informacijos tikėtumėtės „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje?*

- Mokymo medžiagos ir pamokų pavyzdžių
- Techninės pagalbos dėl įrangos naudojimo
- Konsultacijos
- Pamokų planų
- Projektų pavyzdžių
- Kita (įrašykite):

21. Jei būtų sukurta „FabLab“ virtualioji aplinka, kaip dažnai naudotumėtės jos pagalba ar resursais?*

- Dažnai, bent kartą per savaitę
- Kelis kartus per mėnesį
- Tik retais atvejais, kai labai prireikia
- Nesinaudočiau

22. Ar norėtumėte dalintis savo žiniomis ir patirtimi su kitais mokytojais „FabLab“ virtualiojoje aplinkoje?*

- Taip, norėčiau
- Galbūt, priklausytų nuo aplinkybių
- Ne, nenorėčiau

23. Jūsų komentarai ar pasiūlymai apie „FabLab“ naudojimą švietime ir virtualiosios aplinkos kūrimą: *

- (atviras klausimas)

24. Ar Jūsų mokykla dalyvauja TŪM projekte?*

- Taip
- Ne

**4 sekcija – „FabLab“ įrangos įsigijimo perspektyvos.**

25. Ar Jūsų švietimo įstaiga žada įsigyti „FabLab“ įrangos (3D spausdintuvai, lazerinės pjovimo staklės, CNC frezavimo staklės, elektronikos įranga, tekstilės įranga).

- Taip, pagal TŪM projektą
- Taip, iš savų lėšų
- Ne
- Nežinau

## 2 priedas. Klausimynas

Mokytojų dalyvavimas virtualiose aplinkose ir „FabLab“ virtualiosios aplinkos bendradarbiavimo ir jų kūrimo informacinių technologijų galimybės

Sveiki,

Kviečiame dalyvauti apklausoje, kuria siekiama išsiaiškinti, kokios bendradarbiavimo formos yra aktualiausios „FabLab“ virtualiosios aplinkos nariams ir kokias informacines technologijas jie laiko tinkamiausiomis šiam bendradarbiavimui įgyvendinti.

Apklausa yra anoniminė, o surinkti duomenys bus naudojami tik moksliniams apibendrinimams. Apklausos pildymas užtruks iki 7 minučių.

Apklausoje kviečiami dalyvauti technologijų, informatikos, gamtos mokslų, matematikos, dailės ir kitų dalykų mokytojus, dirbančius pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo pakopose, kurie jau naudoja arba svarsto naudoti „FabLab“ įrangą ugdymo procese.

Nuoširdžiai dėkojame už Jūsų laiką ir indėlį!

**1 sekcija. Mokytojų dalyvavimas virtualiose aplinkose.**

1. Ar šiuo metu naudojatės virtualiomis platformomis ar erdvėmis, skirtomis mokytojams?*
   - Taip
   - Ne
2. Jei atsakėte „Taip“, kokiose virtualiose platformose ar erdvėse dalyvaujate? (Galite pasirinkti kelias galimybes)*
   - Facebook grupės
   - LinkedIn grupės
   - Mokytojų forumai ir diskusijų grupės
   - Specializuotos mokymo platformos (pvz., „Moodle“, „Edmodo“)
   - Kitos (nurodykite)
3. Kiek laiko per savaitę skiriate dalyvavimui šiose virtualiose platformose ar erdvėse?*
   - Mažiau nei 1 valandą
   - 1–2 valandas
   - 2–5 valandas
   - Daugiau nei 5 valandas
4. Kokios yra pagrindinės priežastys, dėl kurių dalyvaujate virtualiose platformose ar erdvėse? (Galite pasirinkti kelias galimybes)*
   - Bendradarbiavimas su kitais mokytojais
   - Žinių ir idėjų dalijimasis
   - Pagalba sprendžiant profesines problemas
   - Pagalba ir motyvacija
   - Kitos (nurodykite)

**2 Sekcija. „FabLab“ virtualiosios aplinkos galimybės ir informacinių technologijų pritaikymas**

5. Kas labiausiai paskatintų prisijungti prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos?*

   – Noras dalintis savo žiniomis ir idėjomis
   – Galimybė gauti techninę pagalbą ir mokymus
   – Bendradarbiavimas su kitais mokytojais ir specialistais
   – Noras gauti projektų pavyzdžių ir pamokų planų
   – Noras sužinoti naujų technologijų ir metodų
   – Kitos priežastys (nurodykite)

6. Įvertinkite šias funkcijas „FabLab“ virtualioje aplinkoje pagal svarbą jūsų veiklai.*

| | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|
| Bendradarbiavimas su kolegomis (idėjų ir žinių dalijimasis) | | | | |
| Patirties ir projektų dalijimasis (praktinių pavyzdžių, projektų įgyvendinimas) | | | | |
| Galimybė dalintis mokymo medžiaga (pamokų planai, instrukcijos) | | | | |
| Techninė pagalba ir konsultacijos naudojant FabLab įrangą | | | | |
| Bendrų renginių organizavimas | | | | |
| Dalijimasis šaltiniais ir resursais (pvz., nuorodos į naudingas svetaines, šablonus, dokumentus) | | | | |

7. Įvertinkite išvardintų bendradarbiavimo priemonių poreikį „FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklai.*

| | **Neturiu nuomonės** | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|---|
| Forumas (diskusijos, idėjų keitimasis) | | | | | |
| Diskusijos (kolegų ar ekspertų konsultacijos) | | | | | |
| Žinučių sistema (asmeninis ir grupinis bendravimas) | | | | | |
| Pokalbių kambarys (realiojo laiko bendravimas) | | | | | |
| Vaizdo konferencijos (mokymai, bendradarbiavimas) | | | | | |
| Įrašų skelbimas (prototipų, projektų dalijimasis) | | | | | |
| Komentarų palikimas (grįžtamasis ryšys, idėjų tobulinimas) | | | | | |

8. Įvertinkite dalijimosi patirtimi bei idėjomis priemonių poreikį „FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklai.*

| | **Neturiu nuomonės** | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|---|
| Failų ir dokumentų dalijimasis (projekto failai, šablonai) | | | | | |
| Video įrašų publikavimas (mokymo medžiaga, techniniai procesai) | | | | | |
| Nuotraukų ir vaizdų siuntimas (prototipų, darbų vaizdai) | | | | | |
| Kūrinių galerijų kūrimas (eksponuoti projektus, idėjas) | | | | | |
| Nuorodų dalijimasis (mokymosi ištekliai, įrankiai, šaltiniai) | | | | | |
| Mokymosi medžiagos biblioteka (vadovai, pamokų planai) | | | | | |
| Puslapių kūrimas (informacijos sklaida, projektų pristatymai) | | | | | |

9. Įvertinkite šių papildomų funkcijų poreikį „FabLab“ virtualioje aplinkoje.*

| | **Neturiu nuomonės** | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|---|
| Vidinė paieškos sistema (informacijos paieška sistemoje) | | | | | |
| Socialinių tinklų integracija (dalijimasis su kitomis platformomis) | | | | | |
| Pranešimų sistema (įspėjimai apie naujus įrašus) | | | | | |
| Reklamos sistema (įrangos tiekėjų ir paslaugų reklama) | | | | | |

10. Įvertinkite, kokios funkcijos yra svarbiausios kuriant „FabLab“ virtualiosios aplinkos nario paskyrą ir profilį.*

| | **Neturiu nuomonės** | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|---|
| Galimybė užsiregistruoti ir prisijungti naudojant el. pašto adresą | | | | | |
| Galimybė prisijungti su „Gmail“ paskyra | | | | | |
| Galimybė prisijungti su „Facebook“ paskyra | | | | | |
| Slaptažodžio kūrimo ir atkūrimo galimybė | | | | | |
| Profilio nuotraukos ar paveikslėlio įkėlimas | | | | | |
| Išsamus profilio aprašymas (įgūdžiai, patirtis, projektai) | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Galimybė nurodyti naudojamą įrangą ir įrankius | | | | | |
| Kontaktų sąrašo kūrimas | | | | | |
| Galimybė atnaujinti ir redaguoti paskyros informaciją | | | | | |

11. Įvertinkite, kokius nefunkcinius reikalavimus laikote svarbiausiais kuriant „FabLab“ virtualiąją aplinką.*

| | **Nesvarbu** | **Šiek tiek svarbu** | **Svarbu** | **Labai svarbu** |
|---|---|---|---|---|
| Naudojimo paprastumas ir intuityvumas (lengvas ir aiškus vartotojo sąsajos dizainas) | | | | |
| Greitas ir patikimas prieinamumas (platformos stabilumas ir atsparumas perkrovoms) | | | | |
| Galimybė naudotis sistema iš įvairių įrenginių (mobilieji įrenginiai, kompiuteriai) | | | | |
| Galimybė greitai ir lengvai atnaujinti turinį (projektų, failų, medžiagų atnaujinimas) | | | | |
| Duomenų saugumas ir privatumas (saugūs prisijungimai ir slaptažodžių valdymas) | | | | |
| Platformos greitis (atsako laiko greitis, minimalus užlaikymas naudojant įrankius ir paslaugas) | | | | |
| Integracija su kitomis platformomis (pvz., „Google Drive“, „Dropbox“) | | | | |
| Galimybė užtikrinti skirtingų kalbų palaikymą (tinkamumas įvairioms kalboms ir šalių vartotojams) | | | | |

12. Įvertinkite išvardintų IT platformų tinkamumą „FabLab“ virtualiosios aplinkos veiklai.*

| | **Neturiu nuomonės** | **Netinka** | **Iš dalies tinka** | **Tinka** | **Puikiai tinka** |
|---|---|---|---|---|---|
| „Facebook“ grupės | | | | | |
| „LinkedIn“ grupės | | | | | |
| „Slack“ grupės | | | | | |
| „Moodle“ | | | | | |
| „Edmodo“ | | | | | |
| „Trello“ | | | | | |
| „Google Classroom“ | | | | | |
| „WordPress“ | | | | | |
| „Joomla“ | | | | | |
| „Drupal“ | | | | | |

13. Kokių kitų pasiūlymų turėtumėte dėl IT įrankių ir aplinkos pasirinkimo „FabLab“ virtualiosios aplinkos kūrėjams?*

   – (Atviras klausimas)

**3 Sekcija. Demografiniai klausimai**

14. Jūsų lytis*

- Vyras
- Moteris

15. Jūsų amžius:*

- Mažiau nei 20 metų
- 20–30 metų
- 31–40 metų
- 41–50 metų
- 51–60 metų
- Daugiau nei 60 metų

16. Kokioje (-iose) ugdymo pakopoje (-ose) dirbate? *

- Ikimokyklinio ugdymo
- Priešmokyklinio ugdymo
- Pradinio ugdymo
- Pagrindinio ugdymo
- Vidurinio ugdymo
- Kita:

17. Ugdymo įstaiga, kurioje dirbate yra:

- Valstybinė
- Privati

18. Jūsų pedagoginio darbo stažas:*

- 1–5 metai
- 6–10 metai
- 11–20 metai
- 21–30 metai
- 31–40 metai
- Daugiau nei 40 metai

19. Mokykla, kurioje Jūs dirbate, yra įsikūrusi:*

- Didžiajame mieste
- Mieste
- Miestelyje
- Kaimo vietovėje

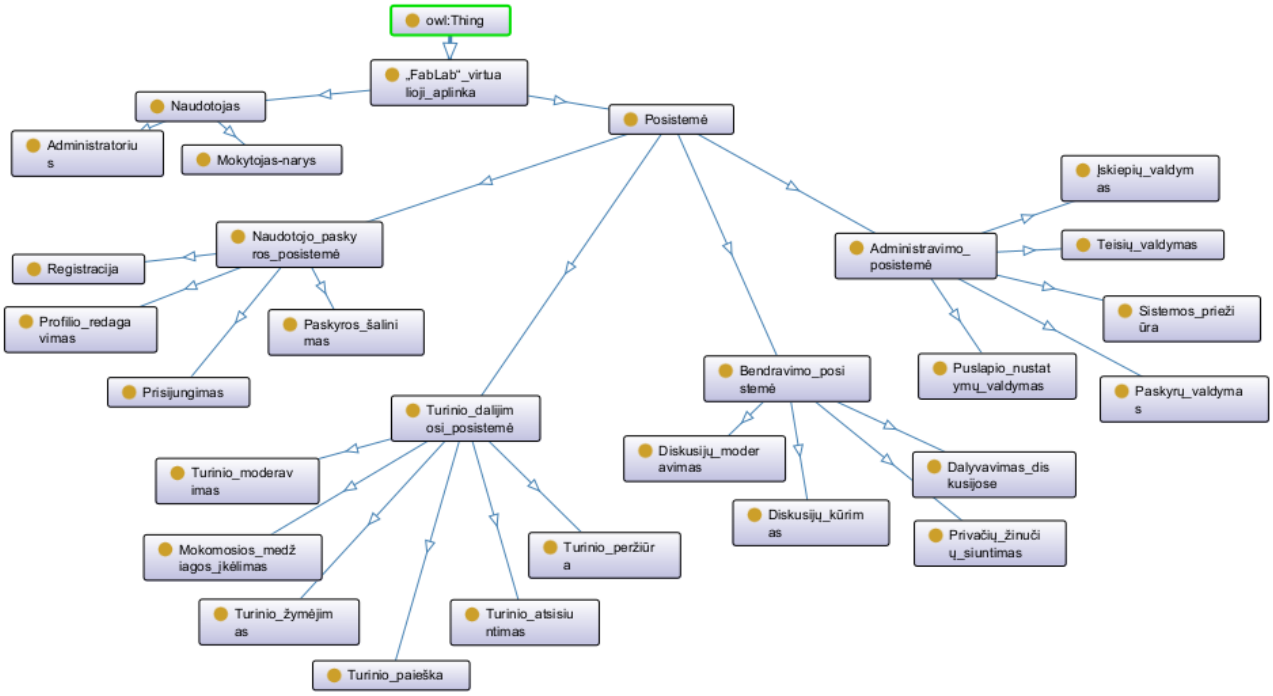
20. Jūsų dėstomas dalykas:*

- (atviras klausimas)

21. Ugdymo įstaigos, kurioje dirbate, pavadinimas:*

- (atviras klausimas)

# 3 priedas. „FabLab“ virtualiosios aplinkos ontologija

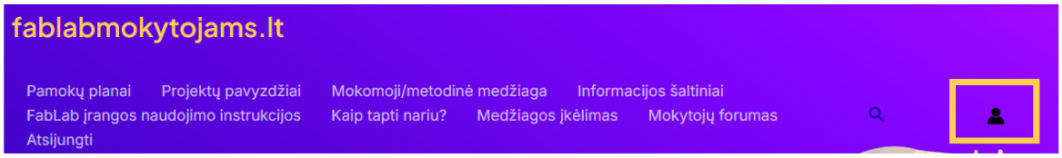


## 4 priedas. Naudotojo paskyros ir profilio tvarkymo instrukcija

# Kaip tvarkyti naudotojo paskyrą ir profilį

### 🔹 Prisijungimas prie paskyros

Prisijunkite prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudodami savo el. paštą ir slaptažodį. Prisijungę, viršuje arba šone spustelėkite profilio ikoną, kad atsidarytų paskyros valdymo meniu.

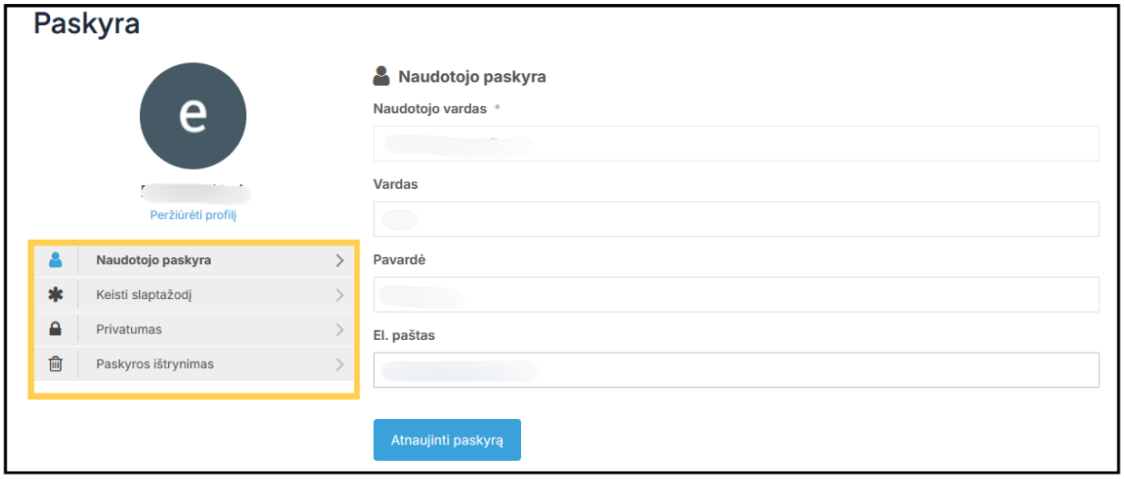



### 🔹 Naudotojo paskyros duomenų keitimas

Skiltyje „Paskyra“ galite lengvai pasiekti ir tvarkyti visą savo naudotojo informaciją. Čia galite:

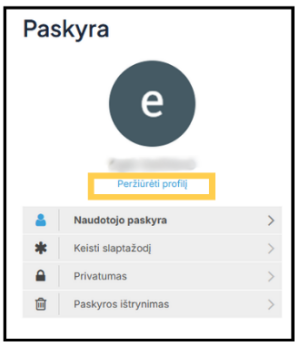
- Peržiūrėti ir atnaujinti savo vardą, pavardę bei el. pašto adresą.
  - Ši informacija naudojama prisijungimui, komunikacijai ir matoma kitiems bendruomenės nariams (jei leidžia jūsų privatumo nustatymai).
- Keisti slaptažodį, kad sustiprintumėte savo paskyros saugumą.
  - Pasirinkite skiltį „Keisti slaptažodį“, įveskite seną ir naują slaptažodį, ir paspauskite „Išsaugoti“.
- Nustatyti privatumo parinktis.
  - Galite pasirinkti, ar jūsų profilis bus viešas, ar matomas tik registruotiems naudotojams, slėpti paskutinio prisijungimo informaciją ar išjungti profilio rodymą paieškoje.
- Pateikti prašymą ištrinti paskyrą.
  - Jei nuspręsite pasitraukti iš bendruomenės, galite tai padaryti saugiai – jūsų duomenys bus ištrinti tik įvedus slaptažodį ir patvirtinus veiksmą.

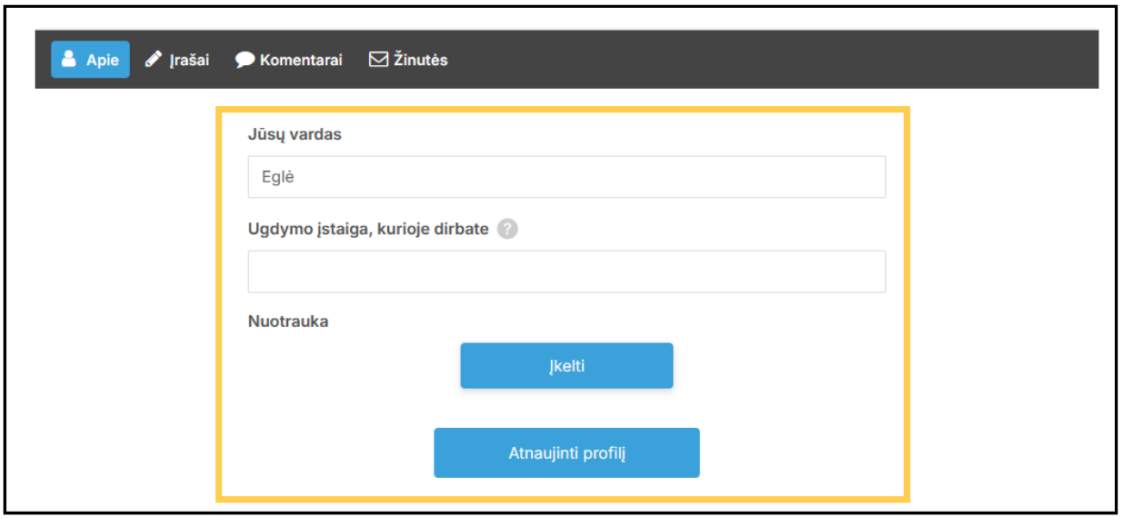
Visus atliktus pakeitimus išsaugokite paspausdami „Atnaujinti paskyrą“.



- **Peržiūrėkite ir redaguokite profilį**

1. Norėdami redaguoti savo profilį, paskyros skydelyje spauskite „Peržiūrėti profilį“ – tai nuves į jūsų viešą profilio peržiūrą, kurią mato ir kiti bendruomenės nariai.
2. Viršuje dešinėje paspauskite ant krumpliaračio (⚙) piktogramos ir pasirinkite „Redaguoti profilį“. Atsidariusiame lange galėsite pakeisti savo vardą, įvesti ugdymo įstaigos pavadinimą, kurioje dirbate, bei įkelti arba atnaujinti profilio nuotrauką (naudokite mygtuką „Įkelti“).
3. Atlikę pakeitimus, nepamirškite paspausti „Atnaujinti profilį“, kad jie būtų išsaugoti.



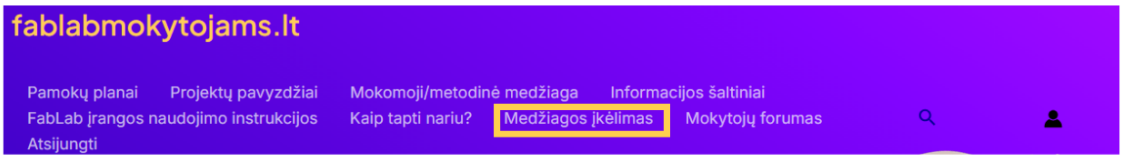


## 5 priedas. Mokomosios medžiagos įkėlimo į sistemą instrukcija

# Kaip įkelti mokomąją medžiagą į virtualiąją aplinką

### ◆ Prisijungimas prie paskyros

Norėdami įkelti medžiagą, pirmiausia prisijunkite prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudodami savo el. paštą ir slaptažodį. Prisijungę, meniu viršuje arba šone pasirinkite skiltį „Medžiagos įkėlimas“.




### ◆ Medžiagos įkėlimo formos pildymas

Atidarę formą, užpildykite šiuos laukus:

Įrašo pavadinimas

- Įrašykite aiškų ir trumpą pavadinimą, pvz., „3D modelis penktokams“.

Nuotrauka

- Paspauskite „Įkelti paveikslėlį“ ir pridėkite pagrindinę iliustraciją.

Trumpas aprašymas

- Paaiškinkite, kam skirta ši medžiaga, kokie tikslai, ką galima su ja nuveikti.

Nuoroda (nebūtina)

- Galite pridėti internetinę nuorodą (pvz., į „Google Drive“, „YouTube“ ar kitas platformas).

Pridėti failą (nebūtina)

- Spustelėkite mygtuką „Pridėti failą“ ir pasirinkite dokumentą ar kitą failą iš savo įrenginio.

Kategorija

- Pasirinkite kategoriją iš išskleidžiamo sąrašo (FabLab įrangos naudojimo instrukcijos, Informacijos šaltiniai, Mokomoji/metodinė medžiaga arba Pamokų planai).

Įrangos tipas

- Pažymėkite, su kuria „FabLab“ įranga susijusi medžiaga – galima rinktis kelias. Taip pat galite pridėti ir naują tipą spaudžiant *Pridėti naują „Įrangos tipas“*.

Raktažodžiai

- Pažymėkite žodžius, kurie padės kitiems greičiau rasti šią medžiagą (pvz., „Animacija“, „6 klasė“). Taip pat galite pridėti ir naują raktažodį spaudžiant Pridėti naują „Raktažodžiai“.

## Medžiagos įkėlimas

Įrašo pavadinimas *

Nuotrauka *

Nepasirinkta jokia nuotrauka Įkelti paveikslėlį

Trumpas aprašymas *

Nuoroda

Priedai

Pridėti failą

Kategorija *

Pasirinkite

Įrangos tipas *

- 3D spausdintuvas
- CNC frezavimo staklės
- Lazerinės pjovimo–graviravimo staklės
- Mikrovaldikliai
- Ploteris
- Siuvinėjimo mašina
- Termopresas

Pridėti naują „Įrangos tipas"

Raktažodžiai

- Animacija
- Blender
- Svetainė

Pridėti naują „Raktažodžiai"

Įkelti

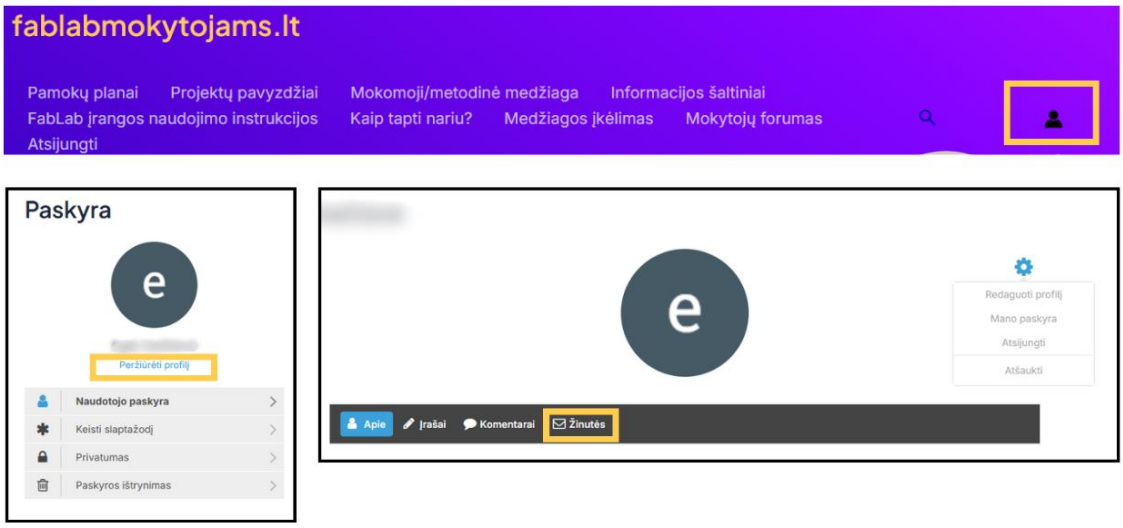
# 6 priedas. Bendravimo su kitais bendruomenės nariais instrukcija

## Rašyk žinutes „FabLab“ virtualiosios aplinkos nariams

🔹 **Prisijungimas prie paskyros**

Prisijunkite prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos naudodami savo el. paštą ir slaptažodį. Prisijungę, viršuje arba šone spustelėkite profilio ikoną (👤), kad atsidarytų paskyros valdymo meniu.

Jei norite parašyti žinutę kitam bendruomenės nariui, toliau pasirinkite „Peržiūrėti profilį“ – ten rasite skiltį „Žinutės“, kur galėsite pradėti naują pokalbį.




🔹 **Kaip rašyti žinutę kitiems naudotojams**

Skyriuje Žinutės spauskite „Pradėti naują pokalbį“.

Tuomet pasirinkite, kam norite rašyti – galite pasirinkti ir kelis narius, kad sukurtumėte grupinį pokalbį.

Jei norite, įveskite temos pavadinimą. Apačioje įrašykite savo žinutę ir spauskite „Siųsti“ (popierinio lėktuvėlio ikoną).

📎 Taip pat galite prisegti failą prie žinutės – naudokite sąvaržėlės ikoną šalia teksto įvedimo lauko.

Tai patogu, jei norite pasidalyti pamokų planais, dokumentais ar kita medžiaga.

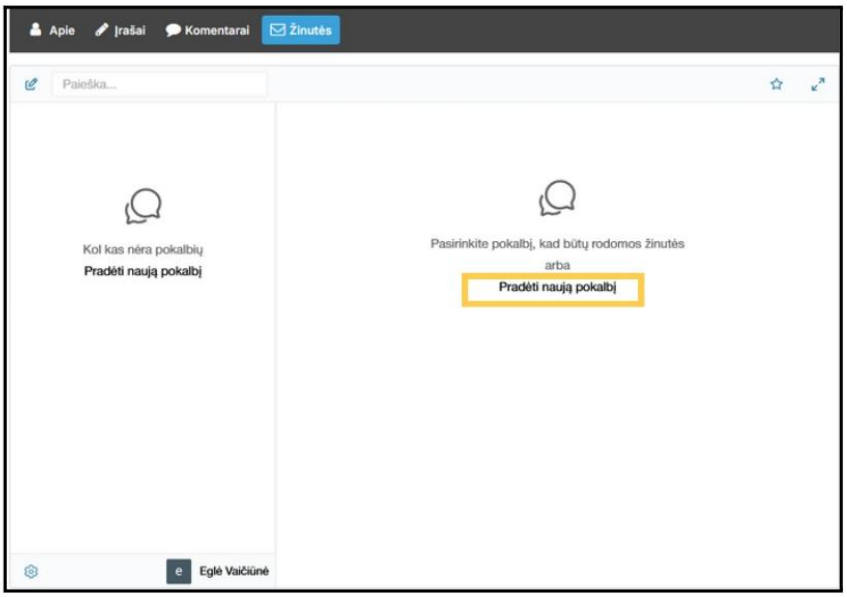
Pokalbių langas leidžia peržiūrėti istoriją, tęsti pokalbį, ieškoti kitų naudotojų ir matyti visus kontaktus.

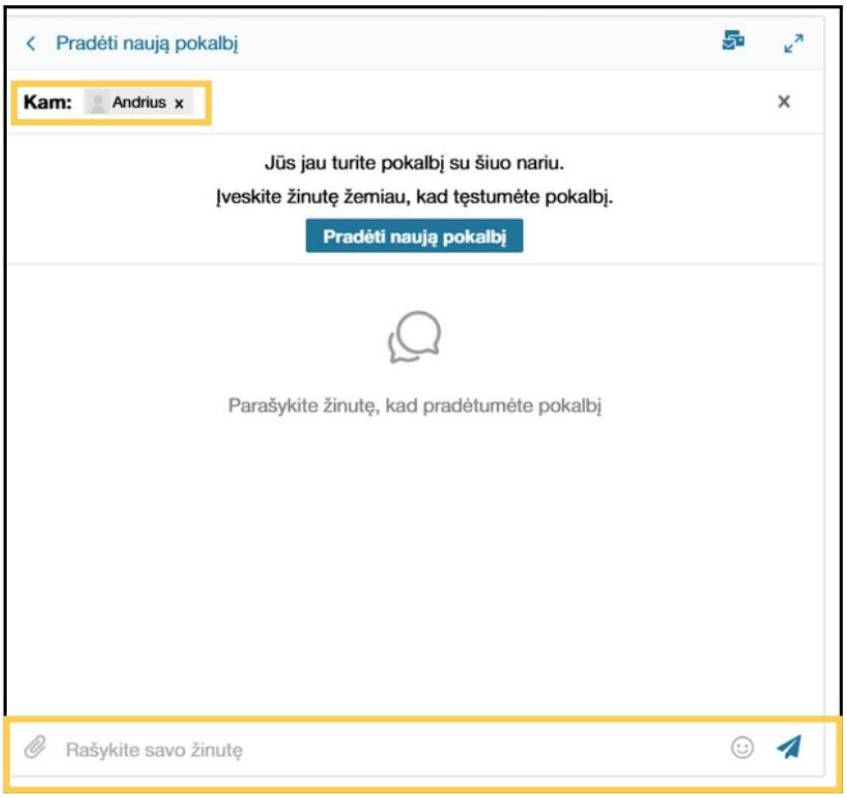
Jei jau turėjote pokalbį su tuo nariu anksčiau, jis automatiškai atsiras jūsų sąraše – tiesiog pasirinkite jį iš kairės pusės.

**Privatumas ir pagarba**

Asmeninės žinutės matomos tik jums ir gavėjui.

Jei kas nors bendrauja netinkamai – galite pranešti administratoriui.


Apie
Įrašai
Komentarai
Žinutės
Paieška...
Kol kas nėra pokalbių
Pradėti naują pokalbį
Pasirinkite pokalbį, kad būtų rodomos žinutės
arba
Pradėti naują pokalbį
Eglė Vaičiūnė

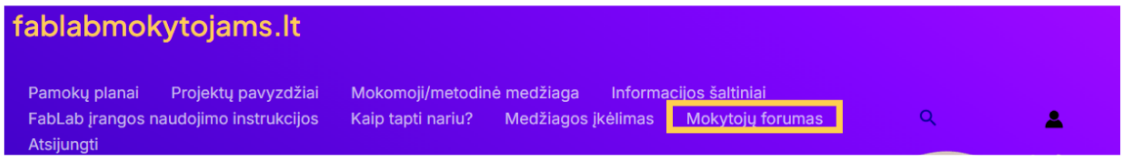

Pradėti naują pokalbį
Kam:
Andrius x
Jūs jau turite pokalbį su šiuo nariu.
Įveskite žinutę žemiau, kad tęstumėte pokalbį.
Pradėti naują pokalbį
Parašykite žinutę, kad pradėtumėte pokalbį
Rašykite savo žinutę

## 7 priedas. Klausimų uždavimo ir dalyvavimo mokytojų diskusijų forume instrukcija

# Kaip užduoti klausimą mokytojų forume?

### ◆ Klauskite mokytojų forume

Norėdami prisijungti prie diskusijų su kitais mokytojais, pirmiausia prisijunkite prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos.
Prisijungę, pagrindiniame meniu viršuje spauskite „Mokytojų forumas“.

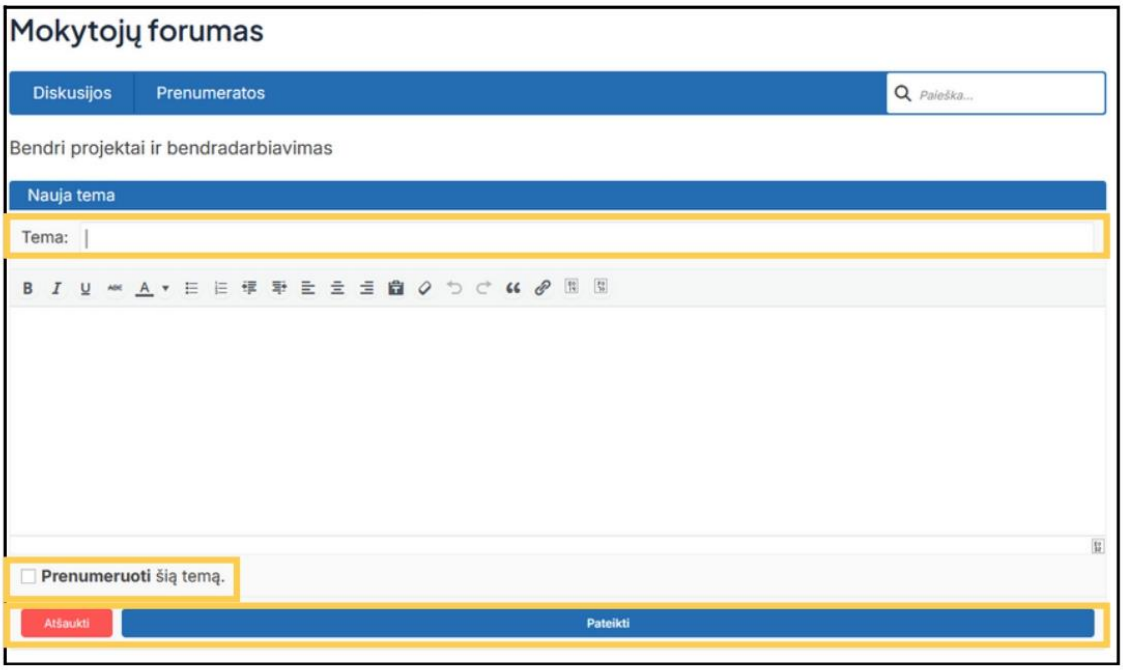



Forumo pradžios puslapyje matysite tris pagrindines kategorijas:

- Bendros diskusijos – skirtos bendram mokytojų bendravimui, patirties dalijimuisi ir temų aptarimui.
- Klausimai ir konsultacijos – vieta, kur galite užduoti klausimą ar prašyti kolegų patarimo.
- Bendri projektai ir bendradarbiavimas – forumas mokytojų iniciatyvoms ir idėjų derinimui.

Paspaudę ant bet kurios kategorijos, pateksite į pasirinktą temų sąrašą. Norėdami pradėti naują diskusiją, spauskite „Nauja tema“.

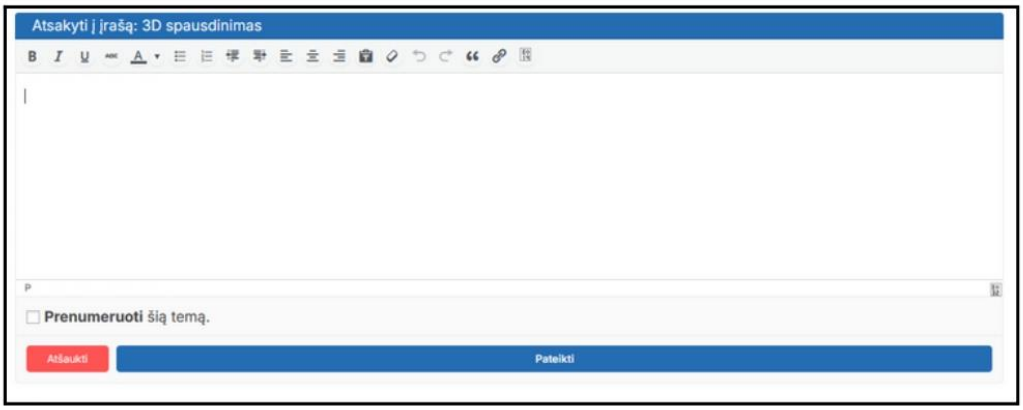
Laukuose įveskite temos pavadinimą ir savo klausimą ar komentarą. Galite naudoti teksto redagavimo įrankius, pridėti nuorodų ar kitų elementų. Jei norite gauti pranešimus apie atsakymus – pažymėkite langelį „Prenumeruoti šią temą“.
Kai baigsite, spauskite „Pateikti“, kad jūsų tema būtų paskelbta forume.




### ◆ Atsakykite į esamą temą

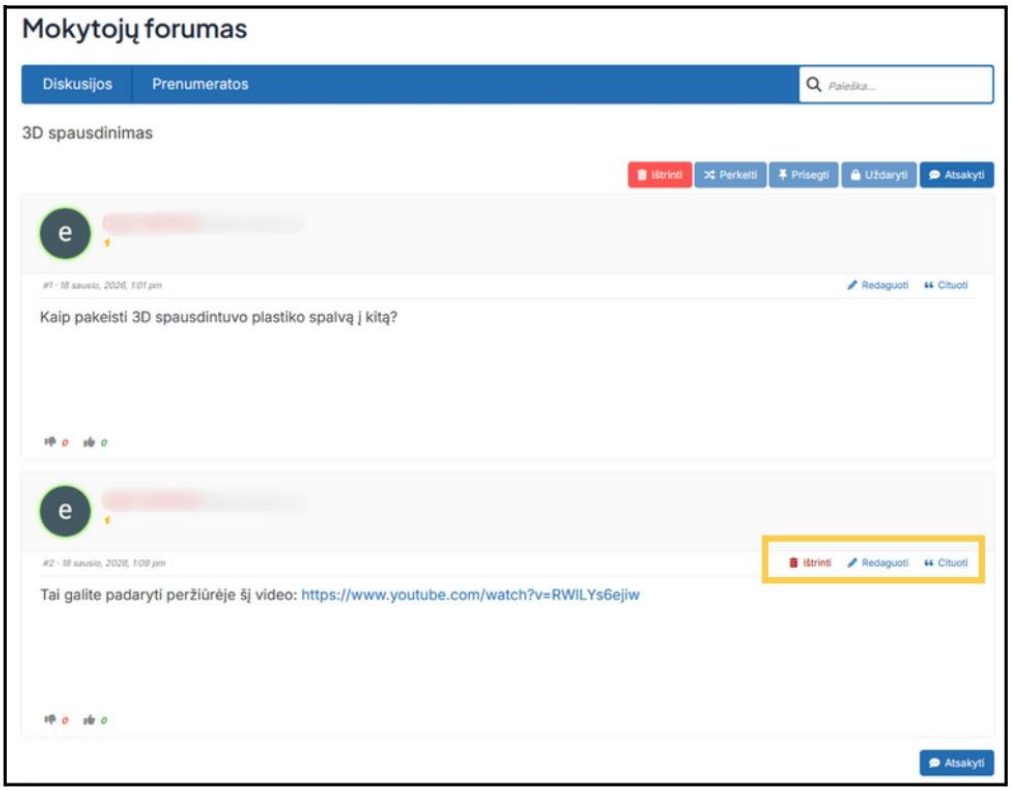
Jeigu nori prisidėti prie jau sukurtos temos forume, spauskite temos pavadinimą, tada pasirinkite „Atsakyti“.

Atsidariusiame lange įrašykite savo atsakymą ir spauskite „Pateikti“, kad jis būtų paskelbtas.




Savo įrašą vėliau galite:

- Redaguoti;
- Ištrinti;
- Prenumeruoti temą, kad gautumėte pranešimus apie naujus atsakymus.

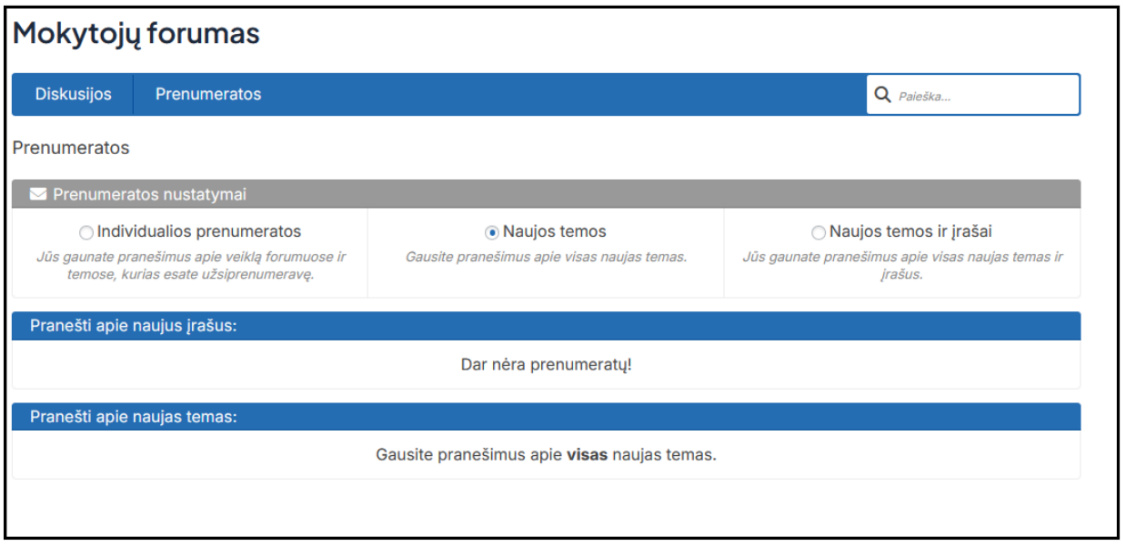


### 🔹 Valdykite forumo prenumeratas

Norėdami gauti pranešimus apie forumo veiklą, prisijunkite prie „FabLab“ virtualiosios aplinkos ir atsidarykite „Mokytojų forumas“. Viršuje spauskite skiltį „Prenumeratos“.
Čia galėsite pasirinkti, kokius pranešimus norite gauti:

- Individualios prenumeratos – gausite pranešimus tik apie tas temas, prie kurių esate užsiprenumeravę rankiniu būdu.
- Naujos temos – gausite pranešimus apie visas naujas temas, kurios bus paskelbtos forume.
- Naujos temos ir įrašai – gausite pranešimus apie visas naujas temas ir jų atsakymus.

Apatinėje dalyje matysite savo aktyvias prenumeratas. Jei jų dar nėra – čia rodys pranešimą „Dar nėra prenumeratų!“
Taip pat bus rodoma, ar gaunate pranešimus apie visas naujas temas, priklausomai nuo pasirinkto prenumeratos tipo.



## 8 priedas. Diegimo aktas

**MYKOLO ROMERIO UNIVERSITETAS**

Viešoji įstaiga, Ateities g. 20, LT-08303 Vilnius,
tel. +370 5 271 4625, el. p. roffice@mruni.eu, www.mruni.eu, PVM mokėtojo kodas LT119517219.
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 111951726.

Kauno technologijos universitetui 2026-04-08

**PAŽYMA APIE „FABLAB“ VIRTUALIOSIOS APLINKOS DIEGIMĄ, IŠBANDYMĄ IR NAUDOJIMĄ**

Pažymima, kad Kauno technologijos universiteto Informatikos fakulteto studentės Eglės Vaičiūnės sukurta virtualioji aplinka (pasiekiama adresu: https://fablabmokytojas.lt), skirta mokytojų saviugdai ir bendradarbiavimui „FabLab“ technologijų dirbtuvėse, buvo įdiegta, išbandyta ir naudojama Mykolo Romerio universiteto Marijampolės regioniniame STEAM atviros prieigos centre.

Centro darbuotojai ir pedagogai susipažino su sistemos funkcionalumu, ją išbandė ir naudoja praktinėje veikloje.

STEAM centro vadovė Vaida Pituškienė

## 9 priedas. Klausimynas

„FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikis mokytojų veiklai, bendradarbiavimui ir saviugdai

Kviečiame dalyvauti apklausoje, kurios tikslas – įvertinti, kaip „FabLab“ virtualioji aplinka veikia mokytojų profesinę veiklą, bendradarbiavimą bei „FabLab“ įrangos integravimą ugdymo procese.

Apklausa skirta įvairių dalykų mokytojams, dirbantiems pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo pakopose, kurie naudoja arba domisi „FabLab“ technologijomis.

Surinkti duomenys bus naudojami moksliniams apibendrinimams ir padės tobulinti virtualiąją aplinką bei geriau atliepti mokytojų poreikius.

Apklausos pildymas yra anoniminis ir užtruks apie 5–7 minutes. „FabLab“ virtualiąją aplinką galite rasti čia:

**https://fablabmokytojams.lt**

Iš anksto dėkojame už Jūsų laiką ir indėlį!

**1 Sekcija. Aplinkos naudojimas**

1. Kiek laiko naudojatės „FabLab“ virtualiąja aplinka?*
   - Iki 1 mėn
   - 1–2 mėn
   - 2–3 mėn
   - Dar nesinaudoju arba tik susipažįstu
2. Kaip dažnai naudojatės virtualiąja aplinka?*
   - Kelis kartus per savaitę
   - Kartą per savaitę
   - Kelis kartus per mėnesį
   - Retai
   - Beveik nesinaudoju
3. Kurias funkcijas naudojote (galima pasirinkti kelis atsakymus)?*
   - Mokomosios medžiagos peržiūra
   - Mokomosios medžiagos įkėlimas
   - Diskusijų forumas
   - Klausimų uždavimas
   - Asmeninės žinutės
   - Naudotojo vadovas
   - Kita

**2 Sekcija. Poveikis kompetencijoms ir saviugdai**

4. Kaip vertinate „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį Jūsų kompetencijoms ir profesinei saviugdai? (1 – visiškai nesutinku, 5 – visiškai sutinku) *

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Virtualioji aplinka padėjo man geriau suprasti „FabLab“ įrangos naudojimą. | | | | | |
| Virtualioji aplinka padidino mano pasitikėjimą dirbant su „FabLab“ technologijomis. | | | | | |
| Virtualioji aplinka prisidėjo prie mano profesinės saviugdos. | | | | | |
| Virtualioji aplinka padėjo man atrasti naujų pamokų idėjų. | | | | | |
| Po virtualiosios aplinkos naudojimo jaučiuosi labiau pasirengęs(-usi) integruoti „FabLab“ įrangą į pamokas. | | | | | |

## 3 Sekcija. Poveikis laikus ir darbo krūviui

5. Kaip vertinate „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį Jūsų darbo laikui ir darbo krūviui? (1 – visiškai nesutinku, 5 – visiškai sutinku)*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Virtualioji aplinka padėjo sutrumpinti pasirengimo pamokoms laiką. | | | | | |
| Dalijimasis medžiaga virtualiojoje aplinkoje sumažino mano darbo krūvį. | | | | | |
| Radau praktinių pavyzdžių, kuriuos galėjau tiesiogiai pritaikyti pamokose. | | | | | |

## 4 Sekcija. Poveikis bendradarbiavimui

6. Kaip vertinate „FabLab“ virtualiosios aplinkos poveikį Jūsų bendradarbiavimui su kitais mokytojais? (1 – visiškai nesutinku, 5 – visiškai sutinku)*

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Virtualioji aplinka „FabLab“ aplinka paskatino bendradarbiauti su kitais mokytojais. | | | | | |
| Gavau atsakymus į rūpimus klausimus per priimtiną laiką. | | | | | |
| Jaučiu, kad nesu vienas(-a) spręsdamas(-a) su „FabLab“ susijusias problemas. | | | | | |
| Virtualioji aplinka sudarė galimybes dalintis savo patirtimi. | | | | | |

**5 Sekcija. Poveikis praktinei veiklai**

7. Ar per aplinkos naudojimo laikotarpį padidėjo „FabLab“ įrangos naudojimo dažnumas jūsų pamokose?*

   – Taip, žymiai padidėjo
   – Šiek tiek padidėjo
   – Nepasikeitė
   – Sumažėjo

8. Ar po aplinkos naudojimo dažniau planuojate integruoti „FabLab“ veiklas?*

   – Taip
   – Svarsau
   – Ne

9. Kaip vertinate bendrą virtualiosios aplinkos naudą? (1 – visiškai nenaudinga, 10 – labai naudinga)*

◯1 ◯2 ◯3 ◯4 ◯5 ◯6 ◯7 ◯8 ◯9 ◯10

10. Kas Jums buvo naudingiausia „FabLab“ virtualioje aplinkoje?*

    – (atviras klausimas)

11. Ką siūlytumėte patobulinti?*

    – (atviras klausimas)

12. Ar rekomenduotumėte šią virtualiąją aplinką kitiems mokytojams? Kodėl?*

    – (atviras klausimas)

13. Kokią(-ias) veiklą(-as) ar pamoką(-as) esate įgyvendinę naudodamiesi „FabLab“ virtualioje aplinkoje rasta medžiaga ar idėjomis? Prašome trumpai aprašyti.*

    – (atviras klausimas)

## 10 Priedas. Generatyvinio dirbtinio intelekto naudojimas darbe

Rengiant šį darbą buvo naudojamas generatyvinio dirbtinio intelekto įrankis „ChatGPT“ (OpenAI) ir „Perplexity“ kaip pagalbinės priemonės. Jie buvo pasitelkti pirminei informacijos paieškai, teksto analizei, perfrazavimui, vertimui, redagavimui ir stiliaus tobulinimui. Naudojant generatyvinį dirbtinį intelektą buvo laikomasi akademinio sąžiningumo ir etiško naudojimo principų.

Generatyvinio dirbtinio intelekto įrankiai nebuvo naudojami turinio kūrimui ar kaip pagrindinis informacijos šaltinis. Visi darbe pateikti teiginiai, analizė ir išvados yra mano savarankiško darbo rezultatas. Prisiimu atsakomybę už pateiktos informacijos tikslumą ir atitiktį akademinės etikos reikalavimams.

Eglė Vaičiūnė

*Patvirtinta elektroniniu būdu*

## 11 Priedas. Straipsnio santraukos priėmimo patvirtinimas

EDULEARN26 konferencijos pranešimų rinkinys bus parengtas, įtraukiant visas priimtas santraukas ir konferencijoje pristatytus straipsnius, ir bus publikuotas skaitmeniniu formatu, suteikiant visiems registruotiems autoriams internetinę prieigą prie EDULEARN26 leidinio per IATED skaitmeninę biblioteką.

iated

EDULEARN

2nd of May, 2026

**ABSTRACT ACCEPTANCE LETTER**

This is a confirmation that the abstract entitled:

**DESIGNING A VIRTUAL FABLAB ENVIRONMENT TO SUPPORT TEACHER COLLABORATION**

*Author(s): E. Vaičiūnė*

has been accepted as a VIRTUAL presentation at EDULEARN26.

**Name of event:** EDULEARN26 (18th annual International Conference on Education and New Learning Technologies)
**Dates:** 29th June - 1st July 2026
**Place:** Palma (Spain)
**Organising entity:** IATED

EDULEARN26 Organising Committee

iated

IATED Academy. email: edulearn26@iated.org – Tel.: (+34) 96 344 62 37 - iated.org

## 12 Priedas. Straipsnio kopija

Final paper already uploaded. If you submit a new file, only the last uploaded one will be considered.

**Current file:** DESIGNING A VIRTUAL FABLAB ENVIRONMENT TO SUPPORT TEACHER COLLABORATION.docx
**Size:** 193 Kb
**Date / time :** 29-Apr-2026 18:04 CEST

# DESIGNING A VIRTUAL FABLAB ENVIRONMENT TO SUPPORT TEACHER COLLABORATION

E. Vaičiūnė

*Kaunas University of Technology (LITHUANIA)*

### Abstract

The integration of digital fabrication technologies, such as FabLab equipment, into education creates new opportunities for developing students' creativity, problem-solving skills, and practical competencies. However, teachers face significant challenges when attempting to integrate these technologies effectively into the teaching process, including limited technological knowledge, limited time, and insufficient opportunities for professional collaboration.

This study aims to design a virtual FabLab environment that supports teacher collaboration, resource sharing, and professional development. The research is based on a quantitative study involving teachers from different educational institutions in Lithuania. Data were collected via an online questionnaire to identify teachers' needs, challenges, and expectations regarding FabLab integration.

The findings reveal that the most significant challenges for teachers to integrate FabLab technologies into the curriculum are the lack of methodological resources, limited time for lesson preparation, and insufficient opportunities for peer support. Teachers expressed a strong need for a structured environment that combines access to practical teaching materials with opportunities for communication and experience sharing.

Based on these results, a virtual FabLab environment was designed, integrating functionalities that support collaborative learning, including structured resource sharing, discussion forums, and peer interaction tools. The platform enables teachers to exchange teaching materials, discuss practical challenges, and collaboratively develop educational activities.

The proposed solution provides a structured and accessible digital space that supports continuous professional development and self-directed learning. This study highlights the importance of integrated digital environments in enhancing effective and sustainable use of innovative technologies in education.

Keywords: FabLab, teacher collaboration, virtual learning environment, educational technology, professional development, resource sharing.

## 1 INTRODUCTION

The rapid development of digital technologies has significantly transformed educational systems worldwide, prompting schools to integrate innovative tools into teaching and learning. One of the most prominent approaches is the use of FabLab (fabrication laboratories), which provide opportunities for students to develop creativity, problem-solving skills, and practical competencies through hands-on activities [1], [2], [3], [4].

FabLab environments are particularly relevant in STEM education, where learning is based on experimentation, design, and project-based activities. These environments promote student-centred learning, enabling learners to actively construct knowledge and develop essential 21st-century skills such as critical thinking, collaboration, and digital literacy [5], [6], [7], [8].

Despite these benefits, research indicates that teachers face significant challenges when integrating FabLab technologies into classroom practice. One of the key difficulties is the transition from traditional teaching methods to more flexible, project-based approaches, which require new pedagogical competencies and a different teacher role [9]. In addition, teachers often lack the technological knowledge and skills necessary to effectively use FabLab equipment [7], [8].

Another major issue is the lack of time. Preparing FabLab-based activities requires additional effort, including planning, testing, and adapting tasks to students' needs, which increases teachers' workload

[10], [11]. Furthermore, limited opportunities for professional collaboration reduce teachers' ability to share experiences and develop effective teaching practices [12].

Although these challenges are widely discussed in the literature, there is a lack of studies focusing specifically on the Lithuanian educational context. In Lithuania, FabLab infrastructure is expanding, but its effective use in teaching remains insufficiently explored.

Therefore, this study aims to design and evaluate a virtual FabLab environment tailored to the needs of teachers in Lithuania, supporting collaboration, resource sharing, and professional development.

## 2 METHODOLOGY

This study combines a quantitative research approach with system design principles to develop and evaluate a virtual FabLab environment tailored to teachers' needs in Lithuania.

The research process consisted of several stages.

First, a theoretical review was conducted to identify key challenges in integrating FabLab technologies into education, including technological competencies, time constraints, and collaboration. In addition, a quantitative survey was conducted among teachers at Lithuanian educational institutions to identify their needs, challenges, and expectations regarding FabLab technologies and virtual learning environments.

Second, based on the insights obtained from the literature and the survey, a virtual FabLab environment was designed. The design focused on functionalities that support resource sharing, communication, and collaboration.

Finally, the developed environment was implemented and evaluated to assess its impact on teachers' professional activities and on the integration of FabLab technologies into teaching.

## 3 RESULTS

The results of the study are presented in the following stages of the research process: identification of challenges and needs, design of the virtual environment, and evaluation of the developed solution.

### 3.1 Results of the identification of challenges and needs

The results revealed that integrating FabLab technologies into education is associated with several challenges identified in the research literature.

The findings highlighted that teachers face difficulties related to insufficient technological competencies, limited time for lesson preparation, and a lack of structured collaboration opportunities [10], [11], [13], [14]. The survey conducted among teachers in Lithuanian educational institutions confirmed that these challenges are also present in the Lithuanian context and provided additional insights into teachers' practical experience. In particular, teachers emphasised the lack of methodological resources and practical examples that could support the integration of FabLab technologies into teaching. Figure 1 illustrates the main challenges teachers face when using FabLab technologies.

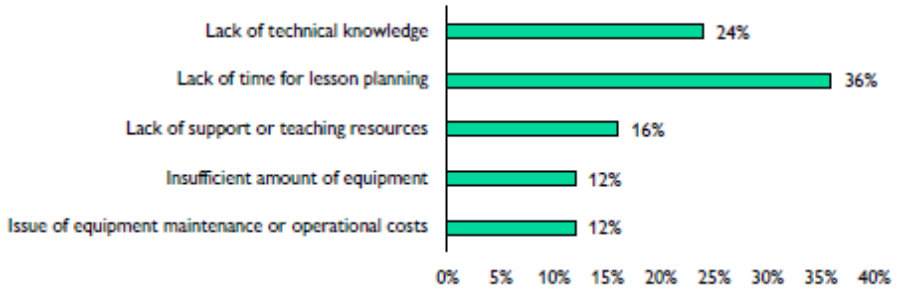



*Figure 1. Main challenges faced by teachers when using FabLab technologies*

The results also indicate strong demand for a structured virtual environment to support teachers' professional activities. The majority of respondents expressed a positive attitude towards the creation of a centralised digital platform that integrates access to teaching materials with opportunities for communication and collaboration.

Teachers identified several key functionalities that such an environment should include, particularly access to teaching materials, opportunities for communication, and tools for collaboration and experience sharing. Figure 2 summarises teachers' expectations regarding virtual environment resources.

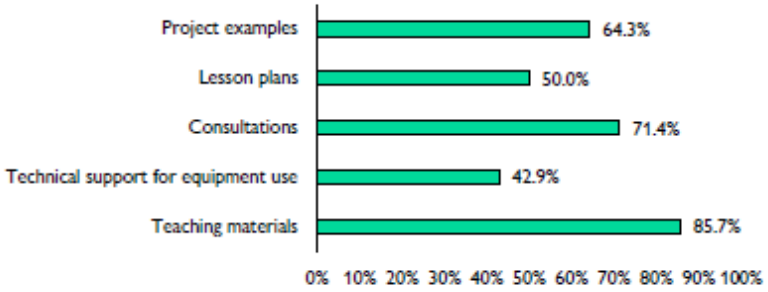



*Figure 2. Teachers' expectations for virtual environment resources*

In addition to specific functionalities, teachers also emphasised the importance of the overall quality of the environment. The platform is expected to be simple, intuitive, and easy to use, requiring minimal time to learn and navigate. Respondents highlighted the need for a clear, well-structured interface that makes information easy to find and access without unnecessary complexity. Ease of use and accessibility were identified as essential factors, especially considering teachers' limited time and varying levels of technological competence. These expectations indicate that the environment should not only provide relevant functionality but also ensure a user-friendly experience that supports efficient, practical use in everyday teaching activities.

These findings highlight the need for structured support systems that facilitate resource sharing and teacher collaboration in Lithuania.

## 3.2 Design of the virtual FabLab environment

Based on the results of the needs analysis conducted among teachers in Lithuania, a virtual FabLab environment was designed to address the identified challenges and support teachers' professional activities.

The architecture of the proposed environment is presented in Figure 3. The system is structured as a unified platform that connects users, functional subsystems, and the underlying technical infrastructure. Teachers act as the primary users of the system and interact with the environment to access resources, share experiences, and participate in collaborative activities.

The virtual FabLab environment is organised into four main subsystems: user management, content management, communication, and administration. These subsystems are integrated into a single environment and collectively support the main user activities, including resource access, content creation, and interaction with other users.

The user management subsystem ensures controlled access to the system and supports basic user-related functionality, including registration, authentication, and profile management. The content management subsystem enables users to upload, organise, search, and access teaching materials. The communication subsystem provides tools for teacher interaction, including discussion forums and messaging. The administration subsystem is responsible for system control, content moderation, and overall maintenance.

To implement the proposed solution, a comparative analysis of various systems and technologies was conducted. The evaluation focused on their ability to support the required functionalities and their compliance with non-functional requirements.

Based on this analysis, a content management system (CMS) was selected as the most appropriate solution. The virtual FabLab environment was implemented using the WordPress platform, which offers flexibility, supports plugin integration, and enables efficient management of digital content.

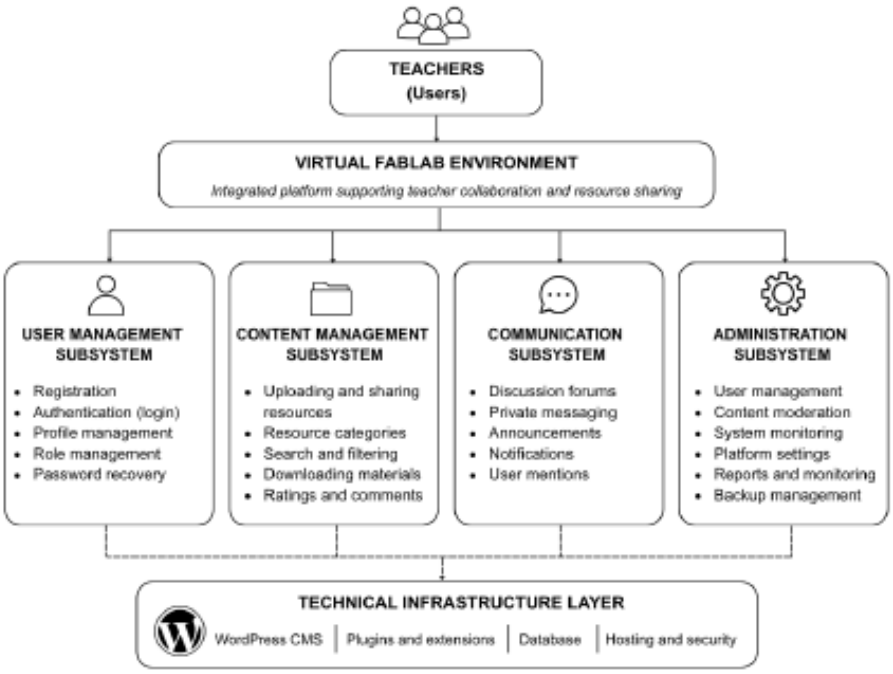



*Figure 3. Architecture of the virtual FabLab environment*

The use of WordPress enabled the development of a user-friendly, scalable, and easily maintainable environment tailored to teachers' needs in Lithuania. Overall, the proposed design provides a structured and scalable solution that supports collaboration, communication, and access to teaching resources.

## 3.3 Results of the evaluation

The developed virtual FabLab environment was implemented and evaluated in the Lithuanian educational context.

The evaluation was conducted through a survey of teachers who used the virtual environment during the testing period. The aim was to assess the system's usability, its usefulness in teaching practice, and its impact on teachers' professional activities.

The results indicate that the virtual environment helps address the challenges identified in the study, particularly those related to access to teaching materials and time constraints. Teachers reported that the platform facilitates access to methodological resources, lesson plans, and practical examples, which can be applied in teaching practice.

In addition, the environment was associated with improvements in teachers' professional development. Respondents indicated that it helps them better understand the use of FabLab technologies, increases their confidence, and encourages the application of these tools in classroom activities. Some teachers reported more frequent use of FabLab equipment and expressed intentions to integrate it more actively in the future.

The findings also show that the platform's greatest value lies in content accessibility and resource sharing. Using materials created by other teachers supports lesson preparation and reduces planning time.

However, the results reveal that the use of the environment is not yet intensive, and some teachers are still in the initial stages of familiarisation with the system. In addition, while communication and collaboration tools are available, they are not yet widely used, although they create potential for future development of teacher collaboration.

Figure 4 presents teachers' evaluation of the impact of the virtual FabLab environment on collaboration.

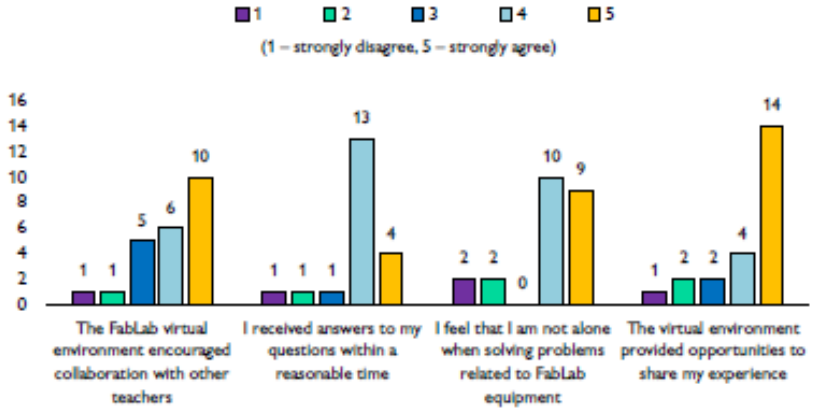



*Figure 4. Impact of the virtual FabLab environment on teachers' collaboration*

Overall, the results suggest that the virtual environment is a useful tool for supporting teachers' professional activities, although its full potential depends on user engagement and further development.

## 4 CONCLUSIONS

The study aimed to design and evaluate a virtual FabLab environment that supports teacher collaboration, resource sharing, and professional development in the Lithuanian educational context.

The findings revealed that teachers in Lithuania face challenges related to limited time, insufficient technological competencies, and a lack of accessible methodological resources. In response to these needs, a virtual environment was designed that integrates functionality for content sharing, communication, and user management.

The evaluation results suggest that the developed environment helps address these challenges, particularly by improving access to teaching materials and supporting teachers' professional development. The platform enables teachers to find practical examples, share resources, and better understand the application of FabLab technologies in teaching.

At the same time, the results indicate that the use of the environment is still developing. Not all functionalities, especially those related to communication and collaboration, are fully utilised, and the system's effectiveness depends on teachers' engagement and continued use.

Overall, the study suggests that virtual environments can support the integration of FabLab technologies into education; however, their impact is gradual and depends on sustained participation and the continued development of the user community.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Assoc. Prof. Renata Burbaitė for valuable guidance and support during this study.

## REFERENCES


[1] K. Pitkänen, M. Iwata and J. Laru, "Exploring technology-oriented Fab Lab facilitators' role as educators in K-12 education: Focus on scaffolding novice students' learning in digital fabrication activities," International Journal of Child-Computer Interaction, vol. 26, 100207, 2020.

[2] K. E. Ramey, Fuse studios: Bringing interest-driven, integrated-STEAM learning into schools via makerspaces. PhD dissertation, Northwestern University, 2017.

[3] B. Bevan, J. Ryoo, M. Shea, L. Kekelis, P. Pooler, E. Green and M. Hernandez, Making as a strategy for afterschool STEM learning: Report from the Californian tinkering afterschool network research-practice partnership. The Exploratorium, 2016.

[4] K. Peppler, E. Halverson and Y. B. Kafai (eds.), Makeology: Makerspaces as learning environments, vol. 1. Routledge, 2016.

[5] A. Kajamaa, K. Kumpulainen and H. R. Olkinuora, "Teacher interventions in students' collaborative work in a technology-rich educational makerspace," British Journal of Educational Technology, vol. 51, no. 2, pp. 371–386, 2020.

[6] M. K. Stephenson and D. E. Dow, "The community FabLab platform: Applications and implications in biomedical engineering," in 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2014, pp. 1821–1825.

[7] M. Hernández-de-Menéndez, A. Vallejo Guevara, J. C. Tudón Martínez, D. Hernández Alcántara and R. Morales-Menendez, "Active learning in engineering education: A review of fundamentals, best practices and experiences," International Journal on Interactive Design and Manufacturing, vol. 13, no. 3, pp. 909–922, 2019.

[8] L. Martin, "The promise of the maker movement for education," Journal of Pre-College Engineering Education Research, vol. 5, no. 1, p. 4, 2015.

[9] E. Eriksson, C. Heath, P. Ljungstrand and P. Parnes, "Makerspace in school—Considerations from a large-scale national testbed," International Journal of Child-Computer Interaction, vol. 16, pp. 9–15, 2018.

[10] N. Ishak, R. Din and N. Othman, "Teachers' perceptions and challenges to the use of technology in teaching and learning during COVID-19 in Malaysia," International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, vol. 21, no. 5, pp. 281–308, 2022.

[11] W. Ramadhani, K. Khuzaini and S. Shaddiq, "Resistance to change: Human resources issues in the implementation of Industry 4.0 technology," in Proceeding: Islamic University of Kalimantan, 2024.

[12] M. Holmqvist and B. Lelinge, "Teachers' collaborative professional development for inclusive education," European Journal of Special Needs Education, vol. 36, no. 5, pp. 819–833, 2021.

[13] F. Mustafa, H. T. M. Nguyen and X. A. Gao, "The challenges and solutions of technology integration in rural schools: A systematic literature review," International Journal of Educational Research, vol. 126, 102380, 2024.

[14] R. Scherer, F. Siddiq and J. Tondeur, "The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education," Computers & Education, vol. 128, pp. 13–35, 2019.