



Kauno technologijos universitetas
Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerai ir jų mažinimo galimybės

Baigiamasis magistro studijų projektas

Raminta Kazancevienė

Projekto autorė

Prof. dr. Brigita Janiūnaitė

Vadovė

Kaunas, 2025



Kauno technologijos universitetas

Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerai ir jų mažinimo galimybės

Baigiamasis magistro studijų projektas

Edukologija (6211MX020)

Raminta Kazancevienė

Projekto autorė

Prof. dr. Brigita Janiūnaitė

Vadovė

Asist. dr. Lina Gaižiūnienė

Recenzentė

Kaunas, 2025



Kauno technologijos universitetas

Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas

Raminta Kazancevienė

STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerai ir jų mažinimo galimybės

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad:

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

Raminta Kazancevienė

Patvirtinta elektroniniu būdu

Kazancevienė, Raminta. STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerai ir jų mažinimo galimybės. Magistro studijų baigiamasis projektas / vadovė prof. dr. Brigita Janiūnaitė; Kauno technologijos universitetas, Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų kryptių grupė): Ugdymo mokslai (M02).

Reikšminiai žodžiai: STEM ir STEAM metodika; ikimokyklinis ugdymas; ikimokyklinės įstaigos turinčios STEAM ženklelį; ikimokyklinės įstaigos neturinčios STEAM ženklelio; barjerai.

Kaunas, 2025. 71 p.

Santrauka

Šiandien visame pasaulyje ugdymo srityje vis daugiau dėmesio skiriama STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) metodui, kuris integruoja įvairias disciplinas ir skatina holistinį mokymąsi. Lietuvoje šios metodikos taikymas ikimokykliniame ugdyme yra aktualus ir reikšmingas, siekiant ugdyti vaikus, gebančius spręsti problemas, mąstyti kūrybiškai ir kritiškai bei prisitaikyti prie sparčiai kintančio pasaulio. Nors STEAM metodika

jau yra plačiai taikomas įvairiose švietimo įstaigose, jo integravimas į ikimokyklinį ugdymą yra palyginti naujas. Tai reikalauja specialių metodinių priemonių, mokytojų mokymų ir infrastruktūros pritaikymo, kad būtų galima efektyviai taikyti šią metodiką mažiems vaikams. Pagrindinė mokslinė problema, nagrinėjama šiame projekte, yra STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerai ir jų mažinimo galimybės. Tai apima tiek vidinius barjerus, susijusius su mokytojų pasirengimu ir metodinėmis priemonėmis, tiek išorinius, tokius kaip finansinių išteklių trūkumas ir tėvų įsitraukimo stoka. Tyrimo tikslas – nustatyti STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerus bei pateikti jų mažinimo strategijas. Objektas – STEAM metodikos realizavimo barjerai ikimokykliniame ugdyme. Tyrimo uždaviniai: 1) atskleisti STEAM metodikos koncepto teorinius aspektus; 2) pagrįsti STEAM metodikos realizavimo barjerų ikimokykliniame ugdyme nustatymo tyrimo metodologiją; 3) nustatyti STEAM metodikos realizavimo barjerus, pagrindžiant jų mažinimo strategijas ikimokykliniame ugdyme. Tyrimas buvo vykdomas naudojant kiekybinį metodą. Buvo parengtas klausimynas, kuris išsiųstas ikimokyklinio ugdymo įstaigoms, taikančioms STEAM metodiką ir patalpinta internete. Surinkti duomenys buvo analizuojami naudojant SPSS programą. Tyrimo rezultatai parodė, kad pagrindiniai barjerai yra finansinių išteklių trūkumas, tėvų įsitraukimo stoka, bendradarbiavimo su verslo ir mokslo institucijomis trūkumas, grįžamojo ryšio apie STEAM veiklas trūkumas, metodinių gairių stoka, pasirengimo taikyti technologinį raštingumą trūkumas ir specializuotų mokymų stoka. Pateiktos rekomendacijos apima biudžeto peržiūrą, informacinių susirinkimų organizavimą, partnerystės kūrimą, grįžamojo ryšio sistemų diegimą, metodinių priemonių kūrimą, technologinio raštingumo mokymus ir seminarų organizavimą. Šie rezultatai gali būti panaudoti ugdymo įstaigose, siekiant efektyviau taikyti STEAM metodiką ir mažinti barjerus. Projektas susideda iš kelių pagrindinių dalių. Pirmoji dalis apima literatūros analizę ir teorinį pagrindą apie STEAM metodiką. Antroji dalis yra skirta empirinio tyrimo metodikai ir rezultatų analizei. Trečioji dalis pateikia rekomendacijas ir praktines strategijas barjerų mažinimui. Projekto pabaigoje pateikiamos išvados ir siūlymai tolimesniems tyrimams.

Kazancevienė, Raminta. Barriers to Implementing the STEAM Method in Preschool Education and Possibilities for Reducing Them. Master's Final Degree Project / prof. dr. Brigita Janiūnaitė; Faculty of Social Sciences, Arts and Humanities, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Educational sciences (M02).

Keywords: STEM and STEAM methodology; preschool education; preschool institutions with a STEAM badge; preschool institutions without a STEAM badge; barriers.

Kaunas, 2025. 71 p.

Summary

Today, in the field of education worldwide, increasing attention is being given to the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) approach, which integrates various disciplines and promotes holistic learning. In Lithuania, the application of this method in preschool education is both relevant and significant, aiming to develop children who are capable of solving problems, thinking creatively and critically, and adapting to a rapidly changing world. Although the STEAM methodology is already widely applied in various educational institutions, its integration into preschool education is relatively new. This requires specific methodological tools, teacher training, and infrastructure adaptation to effectively implement the method with young children. The main scientific issue addressed in this project is the barriers to implementing the STEAM methodology in preschool education and the possibilities for reducing them. These include both internal barriers, such as teachers' preparedness and methodological tools, and external ones, such as a lack of financial resources and insufficient parental involvement. The aim of the study is to identify the barriers to implementing the STEAM methodology in preschool education and to propose strategies for reducing them. The object of the study is the barriers to the implementation of the STEAM methodology in preschool education. Research objectives: 1) to reveal the theoretical aspects of the STEAM concept; 2) to justify the research methodology for identifying barriers to STEAM implementation in preschool education; 3) to identify the barriers to STEAM implementation and justify strategies for reducing them in preschool education. The research was conducted using a quantitative method. A questionnaire was developed and distributed to preschool education institutions that apply the STEAM methodology and was also published online. The collected data were analyzed using the SPSS software. The results of the study showed that the main barriers include: a lack of financial resources, insufficient parental involvement, a lack of cooperation with business and academic institutions, a lack of feedback on STEAM activities, a shortage of methodological guidelines, insufficient preparation in applying technological literacy, and a lack of specialized training. The recommendations provided include: budget review, organizing informational meetings, establishing partnerships, implementing feedback systems, developing methodological tools, conducting technological literacy training, and organizing seminars. These results can be used in educational institutions to more effectively apply the STEAM methodology and reduce barriers. The project consists of several main parts. The first part includes a literature review and theoretical background on the STEAM methodology. The second part focuses on the methodology of the empirical research and the analysis of the results. The third part provides recommendations and practical strategies for reducing barriers. The project concludes with findings and suggestions for future research.

Turinys

Lentelių sąrašas.....	7
Paveikslų sąrašas	8
Santrumpų ir terminų sąrašas.....	10
1. STEAM metodikos koncepto teoriniai aspektai	13
1.1. STEAM metodikos ir susijusių sampratų analizė	13
1.2. Ugdymo proceso realizavimas STEAM metodikos kontekste	18
1.3. STEAM metodikos esmė ikimokykliniame ugdyme	22
1.4. STEAM metodikos realizavimo barjerai ikimokyklinio ugdymo procese	27
2. Tyrimo metodika	33
2.1. Tyrimo organizavimas ir tipas.....	33
2.2. Tyrimo instrumento ir metodo pagrindimas	34
2.3. Tyrimo duomenų analizės metodai	36
2.4. Tyrimo dalyvių charakteristika, imtis, etika	36
3. STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerų ir jų mažinimo galimybių tyrimo rezultatai	40
3.1. Vidiniai barjerai taikant STEAM metodiką: pasirengimas, kvalifikacija ir vadybiniai aspektai.....	42
3.2. Išoriniai barjerai, priemonės ir galimybės taikant STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme.....	48
3.3. STEAM metodikos taikymo ikimokykliniame ugdyme barjerų mažinimo strategijos	57
Išvados	59
Rekomendacijos	60
Literatūros sąrašas	61
Priedai.....	Error! Bookmark not defined.
1. Priedas. Anketa.....	Error! Bookmark not defined.

Lentelių sąrašas

1 lentelė. STEM ir STEAM integracija, skirtumai, panašumai, pridėtinė vertė.....	16
2 lentelė. Pagrindinės STEAM ugdymo sritys	20
3 lentelė. STEAM metodikos nauda vaikų raidai.....	22
4 lentelė. STEAM ugdyme dažniausiai taikomi metodai	23
5 lentelė. Projektinis procesas pedagoginiame dizaine ankstyvajame ugdyme (sudaryta autorės remiantis, Hawari ir Noor, 2020).....	25
6 lentelė. Mokytojų vaidmuo STEAM ugdyme ir integruotų pamokų planų pvz.....	27
7 lentelė. STEAM ugdyme išskylantys barjerai.....	28
8 lentelė. Klausimyno struktūra pagal temas.....	35
9 lentelė. Tyrimo dalyvių imtis socialinės-demografinės charakteristikos proc. (n=103)	36
10 lentelė. Imties dydis 10 proc. tikslumo lygiu, kai pasitikėjimo lygis yra 95 proc.	38
11 lentelė. Pasirinktos ikimokyklinio mokymo įstaigos, kurios taiko STEAM metodiką ir kurioms suteikta STEAM eksperto ženklukas.....	38
12 lentelė. STEAM metodikos taikymą ribojantys vidiniai barjerai	55
13 Lentelė. STEAM metodikos taikymą ribojantys išoriniai barjerai	56
14 lentelė. STEAM metodikos taikymo ikimokykliniame ugdyme barjerų mažinimo strategijos ...	57

Paveikslų sąrašas

1 pav. Galimi meno ir STEM tarpusavio santykiai	16
2 pav. STEAM modelio integracijos lygiai	19
3 pav. Tyrimo organizavimas	33
4 pav. Ikimokyklinė įstaiga, turinti ir neturinti STEAM ženklelį proc. (n=103)	40
5 pav. STEAM metodikos taikymas ikimokyklinėse įstaigose, turinčiose ir neturinčiose STEAM ženklelį proc.(n=103).....	41
6 pav. Kas paskatino diegti STEAM metodiką ikimokyklinėje įstaigoje proc.(n=103)	41
7 pav. Kaip pedagogai dažnai taiko STEAM metodiką ikimokyklinėje veikloje proc.(n=103)	42
8 pav. Kaip pedagogai vertina pasirengimą taikyti STEAM metodiką ugdymo procese proc.(n=103)....	42
9 pav. Kaip pedagogai vertina mokymo STEAM metodikos įtraukiamą ir kūrybiškumo skatinimą vaikų ugdyme proc.(n=103)	43
10 pav. Kaip pedagogai vertina mokymo programų integraciją, apimant STEAM disciplinas, proc.(n=103)	43
11 pav. Kaip pedagogai vertina įstaigos vadybinį pasirengimą ir strateginį planavimą STEAM metodikos.....	44
naudojime, proc.(n=103)	44
12 pav. Kokie pokyčiai reikalingi mokymo programose, siekiant efektyvesnės STEAM metodikos integracijos proc.(n=103).....	45
13 pav. Kaip pedagogai vertina savo pasirengimą taikyti STEAM metodus proc.(n=103).....	45
14 pav. Kaip pedagogai vertina specializuotų mokymų apie STEAM metodikos reikalingumą, proc.(n=103)	46
15 pav. Kaip pedagogai vertina savo technologinį raštingumą, reikalingą STEAM taikymui, proc.(n=103)	46
16 pav. Ar norėtų pedagogai gauti daugiau informacijos ir mokymų apie skaitmeninių technologijų naudojimą STEAM ugdyme, proc.(n=103)	47
17 pav. Kaip pedagogai vertina kvalifikacijos kėlimo programų pasiūlą, susijusią su STEAM metodikos taikymu proc.(n=103)	48
18 pav. Kaip pedagogai vertina metodinių priemonių ir gairių prieinamumą, padedančių taikyti STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme, proc.(n=103)	48
19 pav. Kiek vaikams suteikiama laiko ir erdvės savarankiškai tyrinėti realizuojant STEAM veiklas proc.(n=103)	49
20 pav. Kokį poveikį vaikų tyrinėjimui ir kūrybiškumui daro esama ugdymo aplinka, proc.(n=103).....	50
21 pav. Kiek STEAM veiklos yra patrauklios vaikams ir skatina juos aktyviau dalyvauti, proc.(n=103)	50
22 pav. Kaip vertina tėvų įsitraukimą į vaikų STEAM ugdymą Jūsų įstaigoje, proc.(n=103).....	51
23 pav. Kiek finansiniai ištekliai leidžia įgyvendinti STEAM veiklas Jūsų įstaigoje, proc.(n=103)	52
24 pav. Kaip pedagogai vertina materialinių ir techninių išteklių prieinamumą Jūsų įstaigoje, siekiant įgyvendinti STEAM veiklas, proc.(n=103)	52
25 pav. Kaip pedagogai vertina bendradarbiavimo su verslo ir mokslo institucijomis galimybes, proc.(n=103)	53

26 pav. Kaip pedagogai dažnai organizuojamos grįžtamojo ryšio apklausos apie STEAM veiklą kokybę, proc.(n=103)	53
27 pav. Kokią informaciją reikėtų rinkti, kad būtų galima gerinti STEAM veiklą kokybę, proc.(n=103)	54

Santrumpų ir terminų sąrašas

4IR – Ketvirtoji pramonės revoliucija (angl. *Fourth Industrial Revolution*) (UNESCO, 2019).

AI – Dirbtinis intelektas (angl. *Artificial Intelligence*) (Hasanah, 2020).

ICT – Informacinės ir ryšių technologijos (angl. *Information and Communication Technologies*) (Chen ir Wang, 2020).

ICTE – Informacinės ir ryšių technologijos švietime (angl. *Information and Communication Technology in Education*) (Gamage, Ekanayake ir Dehideniya, 2022).

NSF – JAV Nacionalinis mokslo fondas (angl. *National Science Foundation*) (Martín-Cudero, Cid-Cid ir Guede-Cid, 2024).

OECD – Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacija (angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development*) (European Commission, 2023).

PBL – Projektinis mokymasis (angl. *Project-Based Learning*). Tai mokymosi metodika, kurioje mokiniai dirba su realaus pasaulio problemomis, siekdami praktiškai taikyti žinias ir įgyti įgūdžių (Eduka, 2024).

STEAM – Mokslas, Technologijos, Inžinerija, Menas ir Matematika (angl. *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) (Abramishvili ir Apakidze, 2024).

STEM – Mokslas, Technologijos, Inžinerija, Matematika (angl. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Martín-Cudero, Cid-Cid ir Guede-Cid, 2024).

UNESCO – Jungtinių Tautų švietimo, mokslo ir kultūros organizacija (angl. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) (UNESCO, 2019).

VR – Virtualioji realybė (angl. *Virtual Reality*) (Luen et al., 2024).

Ivadas

Temos aktualumas. Šiuolaikinėje visuomenėje, kurioje dominuoja technologinė pažanga, ypač svarbu ugdyti gebėjimus, kurie leistų vaikams ne tik prisitaikyti prie kintančių aplinkybių, bet ir aktyviai dalyvauti sprendžiant sudėtingas problemas. STEAM (angl. Science, Technology, Engineering, Art and Math) – gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, meno ir matematikos ugdymas tampa būtinu instrumentu, siekiant gilinti vaikų pasaulio suvokimą bei skatinti kūrybišką, integruotą ir kritinį mąstymą (Abramishvili ir Apakidze, 2024).

Ypač svarbu STEAM metodiką taikyti ikimokykliniame ugdyme – šiame etape formuojasi pagrindiniai vaikų skaitymo, rašymo ir matematiniai gebėjimai, taip pat ugdomi loginio mąstymo, problemų sprendimo, kūrybiškumo įgūdžiai bei socialinis ir emocinis intelektas (Luen, Guo ir Jian, 2024; Yim, Su ir Wegerif, 2024). Ankstyvas STEAM integravimas stiprina vaikų smalsumą, mokymosi motyvą bei kuria teigiamą mokymosi patirtį (Erawan, Mariana ir Suryanti, 2025). Tyrimai rodo, kad ši metodika ne tik padeda vaikams geriau suvokti pasaulį, bet ir ugdo aukštesnio lygio mąstymo gebėjimus, skatina intelektinę bei socialinę pažangą. Mokslinės disciplinos moko argumentuoti ir planuoti, technologijos leidžia praktiškai pritaikyti žinias, inžinerija padeda mažinti mokinių pasiekimų atotrūkį, menas stiprina kūrybiškumą ir komunikacijos įgūdžius, o matematika ugdo kritinį mąstymą ir gebėjimą spręsti problemas (Munawar, Setyoadi, Luthfy ir Prasetyawati, 2024; Vargas ir Alvarado, 2020). Voicu Ampartzaki, Dogan ir Kalogiannakis (2022) atliktas tarptautinis tyrimas šešiose šalyse (Turkijoje, Rumunijoje, Graikijoje, Bulgarijoje, Lenkijoje, Lietuvoje) parodė, kad tiek pedagogai, tiek tėvai STEAM vertina kaip metodiką, skatinantį vaikų pasitikėjimą savimi, kūrybiškumą ir mokymosi motyvą.

Ištirtumas. Pastaraisiais metais atlikta daug tyrimų, nagrinėjančių STEAM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, meno ir matematikos) integravimą į ugdymo procesus, ypač ankstyvajame amžiuje (Luen et al., 2024). Buvo tiriama, kaip skirtingi STEAM komponentai veikia vaikų mokymąsi, jų kūrybiškumą, kritinį mąstymą bei gebėjimą spręsti tarpdisciplinines problemas.

Greca Dufranc, Ortiz Revilla ir Arriasecq (2021) tyrė meno integracijos reikšmę STEAM kontekste, pabrėždami emocinio intelekto ir saviraiškos svarbą. Monkevičienė ir kt. (2018), Silva-Hormazábal ir Alsina (2023), Yim et al. (2024) nagrinėjo STEAM poveikį vaikų kūrybiniam mąstymui, sprendimų priėmimui ir žinių taikymui praktikoje. Taip pat buvo tiriami pedagogų požiūriai į STEAM: Yuliantis et al. (2024) tyrime išryškintas metodinių gairių poreikis, o Boice et al. (2024) pabrėžė mokytojų autonomijos ir lankstumo svarbą skirtinguose ugdymo kontekstuose. Autukevičienė ir Stonkuvienė (2022) tyrė STEAM kaip žinių sintezės filosofiją, taikomą realaus gyvenimo situacijose. Felder (2021) ir Edelen, Cox Jr, Bush ir Cook (2023) analizavo integruoto ugdymo modelius, ugdančius mokinių gebėjimą spręsti sudėtingas problemas. Arango-Caro (2025) tyrė mokytojo vaidmenį, kuriant sąlygas tarpdisciplininiam mokymuisi. Vasqueza, Comera ir Gutierrez (2020) bei Ng, Kewalramani ir Kidman (2022) pasiūlė STEAM integracijos lygmenų modelį, kuris, kaip rodo Adiyono, Fitri ir Matari (2024) tyrimas, padeda spręsti praktines gyvenimiškas problemas taikant transdisciplininį ugdymą. Caton (2021), El Bedewy ir Lavicza (2023) tyrė transdisciplininio ugdymo poveikį mokinių kritiniam mąstymui ir savarankiškumui, o Edelen et al. (2023) transdisciplininį požiūrį įvardijo kaip esminį motyvacijos ir gilesnio įsitraukimo skatinimo veiksnį. Taip pat buvo nagrinėta atskirų STEAM komponentų reikšmė: gamtos mokslai tirti kaip eksperimentavimo skatinimo priemonė (Montés et al., 2023; Shetha ir Pathaka, 2023), technologijos – skaitmeninių įgūdžių ugdymui (Lowrie ir Larkina, 2020), inžinerija – projektiniam problemų sprendimui (Soo

Boon, 2019), matematika – loginio mąstymo formavimui (Montés et al., 2024; Sheth ir Pathak, 2023), o menas – emociniam ir kultūriniam ugdymui (Cornwell, 2023; Chistyakov et al., 2023).

Problemų pagrindimas. Nors STEAM metodika vis plačiau diegiama ikimokyklinio ugdymo įstaigose, praktikoje išryškėja daugialypiai ir sisteminiai iššūkiai, trukdantys efektyviam šios metodikos integravimui. Vis dar trūksta sisteminių tyrimų, leidžiančių išsamiai įvertinti STEAM taikymo poveikį ugdymo kokybei bei įvardyti konkrečius įgyvendinimo barjerus (Yim et al., 2024; Erawan et al., 2025). STEAM diegimą apsunkina tiek vidiniai, tiek išoriniai veiksniai: pedagogų metodinis nepasirengimas, menkas technologinis raštingumas, metodinių priemonių stygius bei nepakankamas institucinis ir finansinis palaikymas (Ejiwale, 2013; Hamutoğlu ir Başarmak, 2020; Voicu et al., 2022; Olaitan, 2025). Pedagogai dažnai neturi nei pakankamų žinių, nei praktinių gebėjimų dirbti taikant STEAM metodiką, o esami kvalifikacijos tobulinimo kursai ne visada atitinka realius mokytojų poreikius (Ejiwale, 2013; Tokhtapolatovna, 2025). Taip pat išryškėja technologijų integravimo sunkumai, kylantys dėl nevienodo technologinio raštingumo tarp pedagogų, vaikų ir jų tėvų (Sulistyaningtyas, Astuti ir Yuliantoro, 2023; Kamaruddin et al., 2017). Be to, tėvų ir visuomenės informuotumas apie STEAM naudą išlieka nepakankamas, o tai lemia ribotą jų įsitraukimą bei, neretai, skepticizmą šios metodikos atžvilgiu (Voicu et al., 2022; Pinzón, Álvarez ir Romero, 2024; Gözümlü, Papadakis ir Kalogiannakis, 2022). Svarbu atkreipti dėmesį ir į nelanksčias mokymo programas bei institucinius suvaržymus, kurie riboja tarpdisciplininių, tiriamųjų ir kūrybinių veiklų integravimą (Leung, 2023; Hu ir Yelland, 2019; Dilek, Taşdemir, Konca ir Baltacı, 2020). Problemų kompleksškumą dar labiau gilina tai, kad STEAM metodika reikalauja žaidybinio ir kūrybiško požiūrio, tačiau šioje srityje trūksta aiškių gairių bei praktinių pavyzdžių, ypač skirtų ikimokykliniam amžiui (Tokhtapolatovna, 2025; Pinzón et al., 2024). Tradiciniai ugdymo metodai vis dar vyrauja ir trukdo diegti inovatyvesnius sprendimus (Pinzón et al., 2024). Atsižvelgiant į šiuos iššūkius, kyla būtinybė giliau analizuoti STEAM taikymo galimybes ikimokykliniame ugdyme. Todėl keliamas tyrimo klausimas: kokie yra pagrindiniai STEAM metodikos taikymo barjerai ikimokykliniame ugdyme ir kokios strategijos galėtų būti taikomos jų įveikimui, siekiant pagerinti ugdymo procesą?

Tyrimo tikslas – nustatyti STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerus bei pateikti jų mažinimo strategijas.

Tyrimo objektas – STEAM metodikos realizavimo barjerai ikimokykliniame ugdyme.

Tyrimo uždaviniai:

- 1) atskleisti STEAM metodikos koncepto teorinius aspektus;
- 2) pagrįsti STEAM metodikos realizavimo barjerų ikimokykliniame ugdyme nustatymo tyrimo metodologiją;
- 3) nustatyti STEAM metodikos realizavimo barjerus, pagrindžiant jų mažinimo strategijas ikimokykliniame ugdyme.

Tyrimo metodai. Tyrimo duomenims rinkti taikyti mokslinės literatūros, dokumentų analizės metodai ir apklausa raštu. Gauti duomenys apdorojami taikant aprašomosios turinio analizės bei aprašomosios statistikos metodus.

1. STEAM metodikos koncepto teoriniai aspektai

Šiame skyriuje nagrinėjama STEAM metodikos esmė ir jo taikymo ypatumai ikimokykliniame ugdyme. Šiame kontekste aptariama STEAM metodikos samprata ir kilmė, taip pat analizuojama STEM koncepcijos raida. Analizuojami pagrindiniai STEAM ugdymo tikslai ir principai bei jų pritaikymas ikimokykliniam ugdymui. Nagrinėjama, kaip STEAM metodika gali būti efektyviai įgyvendinamas praktikoje ikimokykliniame ugdyme, kokie pagrindiniai iššūkiai ir galimybės kyla siekiant šią metodiką sėkmingai integruoti į ugdymo procesą, užtikrinant jo kokybišką pritaikymą ir naudos vaikams teikimą.

1.1. STEAM metodikos ir susijusių sampratų analizė

STEM (angl. *Science, Technology, Engineering, Mathematics*) – mokslas, technologijos, inžinerija ir matematika - koncepcija buvo sukurta JAV 1990-aisiais, siekiant atsakyti į poreikį parengti specialistus, galinčius užimti aukštųjų technologijų darbo vietas. Pirmasis oficialus STEM akronimo pristatymas įvyko 2001 m., kai JAV Nacionalinė mokslo fondų (NSF) iniciatyva tapo svarbia švietimo dalimi, orientuota į mokslą, technologijas, inžineriją ir matematiką (Martín-Cudero, Cid-Cid ir Guede-Cid, 2024). STEM ugdymo iniciatyva buvo sukurta kaip koncepcija ir edukacinių metodų rinkinys, kurio tikslas – suteikti visiems mokiniams kritinio mąstymo įgūdžių, skatinti jų kūrybiškumą sprendžiant problemas, ugdyti inovatyvią ir darbo rinkoje paklausią darbo jėgą (Chen ir Wang, 2020). Remiantis UNESCO (2019), STEM švietimo tikslas yra ugdyti gerai informuotus ir aukštos kvalifikacijos piliečius Ketvirtosios pramonės revoliucijos (4IR) amžiuje. Kai kurie mokslininkai atkreipia dėmesį į tai, kad STEM yra socialiai sukonstruotas diskursas, kuris reaguoja į visuomenės poreikius ir siekia išardyti esamas socialines nelygybes. Dėl šios priežasties STEM laikomas svarbiu įrankiu, užtikrinančiu teisingą, įtraukią ir darniai funkcionuojančią visuomenę (Ritter, 2017).

STEM – tai mokymo ir mokymosi metodika, integruojanti gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos turinį bei įgūdžius, suteikiantis vaikams galimybes tapti problemų išsprendimo veikėjais, inovatyviais išradėjais, logiškai mąstančiais ir technologiškai raštingais asmenimis. Tai taip pat stiprina įsitraukimą į technologinius ir visuomeninius pokyčius, leidžia mokiniams tapti atsakingais asmenimis (Gamage, Ekanayake ir Dehideniya, 2022). STEM ugdymą Tsupros (2009) apibrėžia kaip „tarpdisciplininį mokymosi metodą, kuriame griežtos akademinės sąvokos yra derinamos su realaus pasaulio pamokomis. Mokiniai taiko mokslą, technologijas, inžineriją ir matematiką kontekstuose, kurie sujungia mokyklą, bendruomenę, darbą ir globalią ekonomiką, skatindami STEM raštingumo ugdymą ir gebėjimą konkuruoti naujoje ekonomikoje. Brown, Brown, Reardon ir Merrill (2011) teigia, kad STEM ugdymas apibrėžiamas kaip standartais pagrįsta metadisciplina, kuri veikia mokyklos lygmeniu ir kur visi mokytojai, ypač gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos (STEM) mokytojai, taiko integruotą mokymo ir mokymosi metodą. Čia dalykinis turinys nėra skaidomas, o nagrinėjamas kaip dinamiška, vientisa studijų sistema. Pasak Hasanah (2020), STEM metodika yra plačiai apibrėžiama švietimo koncepcija, kurios reikšmė priklauso nuo skirtingų suinteresuotųjų šalių požiūrio į jos įgyvendinimą. STEM kaip disciplina, kuri yra dažniausiai nagrinėjama ir laikoma pagrindine STEM švietimo samprata; STEM kaip mokymo metodika, orientuota į aktyvų mokymąsi ir integruotą dalykų dėstymą mokyklose; STEM kaip studijų kryptis, apimanti universitetų lygmenį, kur skatinama rinktis STEM srities studijas; ir STEM kaip karjera, kai STEM profesijos laikomos galutiniu STEM švietimo tikslu.

Autorius pabrėžia, kad STEM mokymas turėtų būti tikslingai įgyvendinamas atsižvelgiant į skirtingus švietimo lygius ir darbo rinkos poreikius.

STEM ugdymas apima keturių disciplinų integraciją su dviem pagrindinėmis funkcijomis: įvestimi (angl. *input*) ir išvestimi (angl. *output*) (Hasanah, 2020). Įvestis apima žinių perdavimą ir įgūdžių ugdymą, kurie yra būtini mokiniams siekiant gilinti savo supratimą apie STEM disciplinas bei ugdyti problemų sprendimo, kritinio mąstymo ir kūrybiškumo gebėjimus (Kelley ir Knowles, 2016). Tai apima ir teorinių žinių suteikimą, ir praktinį jų taikymą per projektines veiklas, eksperimentus ir technologinius sprendimus. Ši funkcija pabrėžia ugdymo proceso svarbą, siekiant paruošti mokinius efektyviai taikyti STEM žinias realiose situacijose (Gamage et al., 2022). Išvestis atspindi STEM ugdymo sąsają su ekonominiu konkurencingumu pasaulinėje rinkoje (Gamage et al., 2022). STEM kompetencijų ugdymas tiesiogiai prisideda prie inovacijų kūrimo, technologinės plėtros ir darbo rinkos poreikių tenkinimo. Tai apima tokias strategines sritis kaip energetikos sektorius, produktyvumo didinimas, pramonės automatizacija, sveikatos technologijos ir aplinkos tvarumo užtikrinimas (Hasanah, 2020; Gamage et al., 2022; Abina, et al., 2024).

STEM (angl. *Mokslas, technologijos, inžinerija ir matematika*) yra pagrindinės mokymo disciplinos, formuojančios mokinių ugdymo programą. Jos padeda lavinti kritinį mąstymą ir skatina inovacijų siekį. Be mokslinių ir techninių žinių įgijimo, STEM ugdymas ugdo problemų sprendimo gebėjimus ir tyrinėjimo įgūdžius, kurie yra naudingi įvairiose srityse bei užduotyse (European Commission, 2023). Šie keturi STEM komponentai apibūdinami taip (Hasanah, 2020):

„S“ – gamtos mokslai (angl. *Science*) – mokslas orientuojasi į natūralų pasaulį ir skatina mokinius mąstyti bei veikti kaip tikri mokslininkai – kelti klausimus, formuluoti hipotezes ir atlikti tyrimus, naudojant standartinius mokslinius metodus (Kelley ir Knowles, 2016). Ši disciplina apima biologiją, mediciną, fiziką, chemiją, žemės mokslus ir kitas sritis (Hasanah, 2020). Įgyvendinant tyrimais grįstą gamtos mokslų mokymo programą, mokiniai įtraukiami į įvairias mokslines patirtis, kurios tiesiogiai skatina ir struktūruoja jų dalyvavimą tyrinėjimo procesuose (McDonald, 2016).

„T“ – technologijos (angl. *Technology*) – technologijos apima natūralaus pasaulio modifikavimą siekiant patenkinti žmogaus poreikius ir norus (Laquea, 2024). Shelley ir Kiray (2018) išskiria tris pagrindines technologijos reikšmes: individualios technologijos – tai priemonės, kurios padeda žmogui pasiekti tam tikrą tikslą sprendžiant įvairias problemas. Technologijų grupės – tai tam tikros technologijų sritys, tokios kaip puslaidininkiai ar robotika, arba praktikų ir komponentų deriniai. Visuminė technologijos reikšmė – tai visuma prietaisų ir inžinerinių praktikų, kurios remiasi mokslinėmis žiniomis ir yra integruotos į tam tikrą kultūrą. Ši sąvoka apima technologijos turinį, produktus ir inžinerines praktikas, kurios sudaro pačią technologijos esmę.

„E“ – inžinerija (angl. *Engineering*) – tai sritis, kurioje matematikos ir gamtos mokslų žinios pritaikomos sprendžiant problemas ir kuriant ekonomiškus būdus, kaip efektyviai naudoti gamtos medžiagas ir jėgas žmonijos labui. Inžinerija yra jungtis tarp mokslo ir technologijų, paverčianti teorines žinias praktiniais pritaikymais. Tai procesas, kurio metu įgyvendinamos ir tobulinamos technologinės koncepcijos (Hasanah, 2020). Inžinerija apima įvairias sritis – nuo kompiuterių inžinerijos iki automobilių dizaino – ir daugiausia dėmesio skiria sistemų projektavimui, konstravimui ir tobulinimui. Be metodinio kūrybiškumo skatinimo, inžinerija taip pat ugdo aktyvų problemų sprendimą ir gebėjimą numatyti bei sušvelninti būsimus iššūkius (National University, 2025).

„M“ – **matematika** (angl. *Mathematics*) – matematika apibrėžiama kaip dėsningumų ir ryšių mokslas, suteikiantis tikslią kalbą technologijoms, gamtos mokslams ir inžinerijai (Hasanah, 2020). Matematinis tyrinėjimas dažnai apibrėžiamas kaip procesas, kurio metu mokiniai naudoja savo matematinės žinias argumentuoti, pagrįsti bei kelti hipotezes (McDonald, 2016). STEM srityje matematika yra esminis pagrindas. Ji suteikia tikslus metodus suprasti gamtos dėsnius, kurti sudėtingų gamtos reiškinių modelius ir spręsti praktines problemas inžinerijoje, fizikoje, architektūroje, informatikos, sveikatos ir socialinių mokslų srityse bei kitose disciplinose (National University, 2025).

Laikui bėgant pedagogai ir verslo lyderiai suvokė, kad kūrybiškumas ir meniniai gebėjimai buvo praleisti iš šios lygties, nors jie yra esminiai problemų sprendimo ir inovacijų elementai (Tytler, 2020). Per ilgus švietimo praktikos metus STEM ugdymas buvo pripažintas dėl savo unikalių privalumų, tačiau jis taip pat turi tam tikrų problemų, tokių kaip humanitarinių ir menų disciplinų (Zhenjie, Ameen, Jin, Yijie, 2024). STEM taip pat buvo kritikuojamas už tai, kad atskiria gamtos mokslų disciplinas nuo kitų sričių, sukuria uždara, sunkiai prieinamą ir sudėtingą dalykų rinkinį bei slopina kūrybiškumą. Pastarasis aspektas yra itin svarbus, nes kūrybiškumas laikomas pagrindiniu įrankiu asmeniniam tobulėjimui, tapatybės formavimui ir saviraiškai (Chappell ir Hetherington, 2024). Pagrindinės STEM programų problemos yra susijusios su STEM mokymo ir mokymosi kultūra bei tradicinėmis praktikomis, kurios gali atrodyti išskirtinės arba neįtraukiančios (Tan, Barton ir Benavides, 2021). Nors siekiama suteikti STEM įgūdžius visiems mokiniams, daugelis jų jaučiasi atitolę arba mano, kad šios programos jiems neprieinamos (Forbus ir Ainsworth, 2017). Mokinių pasiekimai moksluose ir matematikoje, išlieka prasti (Whitcomb ir Singh, 2021). Be to, STEM dažnai per daug koncentruojasi į mokytojo vaidmenį ir akademinius vertinimus, o ne į kūrybiškumą, bendradarbiavimą ir realaus pasaulio problemų sprendimą (Herro ir Quigley, 2017).

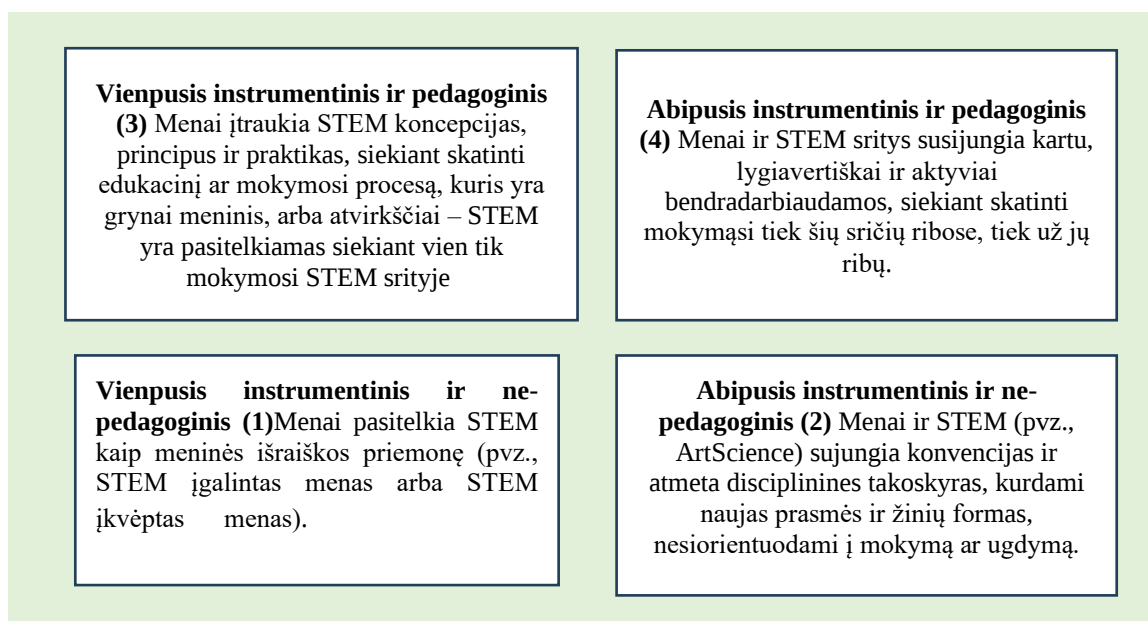
Per pastaruosius du dešimtmečius, atsižvelgiant į šiuolaikinius ugdymo poreikius ir augantį dėmesį kūrybiškumui, STEM koncepcija buvo papildyta menu, taip susiformuojant STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) sampratai. STEAM siekia sujungti mokslo ir technologijų žinias su kūrybiškumo ir meninių disciplinų ugdymu (Montés, 2024).

„A“ – **menai** (angl. *Arts*) suprantami ne tik kaip humanitarinių ir socialinių mokslų disciplinos, bet ir kaip įvairūs pasaulio pažinimo bei patyrimo būdai, pasitelkiant menines formas, praktikas ir specifines pedagogikas (Perales ir Aróstegui, 2024). STEAM ugdyme menas yra neatsiejama dalis, papildanti gamtos mokslus, technologijas, inžineriją ir matematiką. Jis apima humanitarinius mokslus (filosofiją, kalbas), scenos menus (šokį, teatrą, dainavimą), vizualiuosius menus (tapybą, piešimą, skulptūrą) bei skaitmeninį meną (grafinį dizainą, animaciją, 3D modeliavimą (Education, 2025).

Menų įtraukimas į STEM sukelia diskusijų dėl disciplinų tarpusavio santykių, pedagoginio tikslingumo ir praktinio pritaikymo. 1 paveikslas iliustruoja keturias galimas menų ir STEM sąsajas pagal dvi ašis: pedagoginė – nepedagoginė ir vienaspusė instrumentalizacija – abipusė instrumentalizacija (Mejías et al., 2020; Perales Palacios ir Arostegui Plaza, 2021).

Kaip pateikta 1 paveiksle, vienaspusė instrumentalizacija dažnai susijusi su paviršutinišku disciplinų įtraukimu, o abipusė instrumentalizacija skatina gilesnę integraciją. Pedagoginis požiūris orientuotas į mokymosi ir švietimo vertę, o nepedagoginis požiūris pabrėžia disciplinų tarpusavio sąveiką be tiesioginio edukacinio tikslo. Abipusiai instrumentinė ir pedagoginė sąveika yra siektinas tikslas, nes

ji leidžia plėtoti ne tik techninius ar meninius įgūdžius, bet ir platesnį kūrybiškumo, kritinio mąstymo bei bendradarbiavimo spektrą (Mejías et al., 2020).



1 pav. Galimi meno ir STEM tarpusavio santykiai (sudaryta autorės remiantis Mejías et al., 2020; Perales Palacios ir Arostegui Plaza, 2021)

Conradtis ir Bogneras (2020) pabrėžia, kad meno įtraukimas į STEAM ne tik plėtoja kūrybiškumą, bet ir suteikia mokiniams galimybę kritiškai vertinti pasaulį, suprasti jo socialinius ir kultūrinius aspektus, bei išplėsti mokslinių žinių taikymą į praktinius ir socialinius sprendimus. Šiuo požiūriu STEAM nėra tik tiesioginis STEM praplėtimas, bet siekia ugdyti mokinius, kurie sugeba ne tik įgyti techninių įgūdžių, bet ir mąstyti kūrybiškai, rasti sprendimus iš daugelio perspektyvų (Colucci-Gray et al., 2019). Aguilera ir Ortiz-Revilla (2021) pateikia menų įtraukimo į STEM (STEAM) privalumus: (1) suvienyti konvergentinį mąstymą (būdingą STEM disciplinoms) ir divergentinį mąstymą (įprastą meninėse ir humanitarinėse disciplinose) sprendžiant realias problemas; (2) kurti asmeninę prasmę; ir (3) skatinti savimotyvaciją. Danielson et al. (2011) išskiria penkias priežastis, kodėl verta integruoti meną į mokslą: (1) siekiant padidinti įsitraukimą, (2) mokytis mokslo vaizdavimo būdų, (3) mąstyti moksliniu būdu, (4) kaip mokymosi strategiją ir (5) kaip komunikacijos priemonę. Menas gali skatinti skirtingų žinių tipų sintezę per skirtingas sistemas ir mastelius. 1 lentelėje pateikiama STEM ir STEAM ugdymo pagrindinė idėja.

1 lentelė. STEM ir STEAM integracija, skirtumai, panašumai, pridėtinė vertė (sudaryta autorės remiantis Conradty ir Bogner, 2020; Aguilera ir Ortiz-Revilla, 2021; Mejías et al., 2020)

Aspektas	STEM	STEAM
Tikslas	Ugdyti techninius įgūdžius, analitinį, kritinį mąstymą. loginį mąstymą, numatyti problemas ir gebėti jas spręsti sujungiant skirtingas STEM disciplinas į vieną visumą. Suvienyti konvergentinį mąstymą	Integruoti meninius ir kūrybinius metodus į mokslą ir technologijas, inžineriją ir matematiką. Suvienyti divergentinį mąstymą.

Aspektas	STEM	STEAM
Metodika	Moksliniai eksperimentai, technologiniai sprendimai, matematiniai modeliai. Objektivių įrodymų ieškojimą žinioms kurti.	Kūrybinės užduotys, vizualizacijos, dizainas, inovatyvus problemų sprendimas. Labiau akcentuoja žinių ir asmeninės patirties jungimą.
Pritaikymas	Inžinerija, IT, gamtos mokslai, matematika.	Architektūra, dizainas, multimedija, kūrybinės industrijos.
Stiprybės	Tikslumas, sisteminis mąstymas, problemų sprendimas	Kūrybiškumas, tarpdisciplininis mąstymas, inovacijos.
Trūkumai	Gali stokoti kūrybiškumo ir meno integracijos.	Gali būti sunkiau įvertinti rezultatus dėl subjektyvumo.
Rezultatai	Technologiniai pasiekimai, mokslo pažanga, darbo rinkos poreikių tenkinimas.	Holistinis ugdymas, gebėjimas spręsti problemas per įvairias perspektyvas.

Kaip pateikta 1 lentelėje abu STEM ir STEAM ugdymo modeliai turi savo privalumų ir trūkumų, tačiau jų integracija gali sukurti holistinį ugdymo modelį, kuris derina tiek techninį tikslumą, tiek kūrybinį lankstumą. Toks požiūris leidžia ugdyti įvairiapusiškai pasiruošusius specialistus, gebančius ne tik spręsti technologines problemas, bet ir kurti inovatyvius, estetiškai patrauklius bei praktiškus sprendimus.

Remiantis Educa (2024), esminiai STEAM ugdymo principai apima penkių pagrindinių sričių – gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos – integravimą į mokymo programą. Taip pat akcentuojamas patirtinis mokymasis, kūrybiškumo ir inovacijų skatinimas, bendradarbiavimo bei komandinio darbo ugdymas. STEAM metodikos pagrindas – bendri mokslo ir meno procesai, tokie kaip atradimas, stebėjimas, eksperimentavimas, aprašymas, interpretacija, analizė, vertinimas, vaizdavimas, tyrinėjimas ir komunikacija (Fulton ir Simpson-Steele, 2016; Conner et al., 2017). STEAM ugdymo tikslas – menų pagalba stiprinti mokinių pasitikėjimą savimi, jų požiūrį ir susidomėjimą mokslu (Kim ir Chae, 2016), suteikiant naujus problemų sprendimo būdus. Pasak Perales ir Aróstego (2024), STEAM švietimą galima apibrėžti kaip integruotą mokymosi metodą, jungiantį gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, matematikos, meno bei apskritai humanitarinių mokslų kompetencijas. Anot Henrikseno, Mehta ir Mehta (2019), *STEAM yra ugdymo metodika, kurioje mokslas, technologijos, inžinerija, menai ir matematika naudojami kaip prieigos taškai, skatinantys mokinių tyrinėjimą, dialogą ir kritinį mąstymą*. STEAM ugdymo metodas yra sutelktas į mokymosi procesą ir aplinką, o ne vien į galutinį rezultatą. Pagrindinis dėmesys skiriamas mokinių kūrybiškumui ir saviraiškai, sudarant sąlygas laisvai rinktis, eksperimentuoti, klysti, bandyti dar kartą ir mokytis iš savo patirties (Segarra et al., 2018). STEAM – tai ugdymo metodika, siekianti nuo mažens skatinti vaikų susidomėjimą menu ir mokslu bei ugdyti ilgalaikį meilę šioms sritims. Gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika yra giminingos sritys, nes visose jų veiklose naudojami kūrybiniai procesai, o tyrinėjimo ir analizės metodai nėra vienodi. Mokinių paruošimas tapti inovatoriais nuolat kintančiame pasaulyje yra ne tik jų pačių ateities, bet ir visos šalies ateities klausimas (Lathan, 2024). Remiantis Educa (2024), STEAM ugdymas yra integruota mokymo metoda, skirtas skatinti kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir praktinių problemų sprendimą. Šis ugdymo modelis sujungia įvairias disciplinas, siekiant suteikti mokiniams platesnį supratimą apie pasaulį ir paruošti juos ateities iššūkiams. Lathan (2024) skirtingai nei tradiciniai mokymo modeliai, STEAM pedagogika jungia disciplinas, išnaudoja matematikos ir gamtos mokslų turinio sinergiją bei modeliavimą, taip suardydama ribas tarp matematinių, mokslinių ir meninių metodų. Šis holistinis požiūris leidžia mokiniams vienu metu aktyvuoti abi smegenų puses. Hashmi ir Maqsood (2024)

STEAM tai ugdymo organizavimo modelis, kuriame gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika integruojami siekiant ugdyti mokinių tiriamuosius gebėjimus, kūrybiškumą, bendradarbiavimą ir kritinį mąstymą.

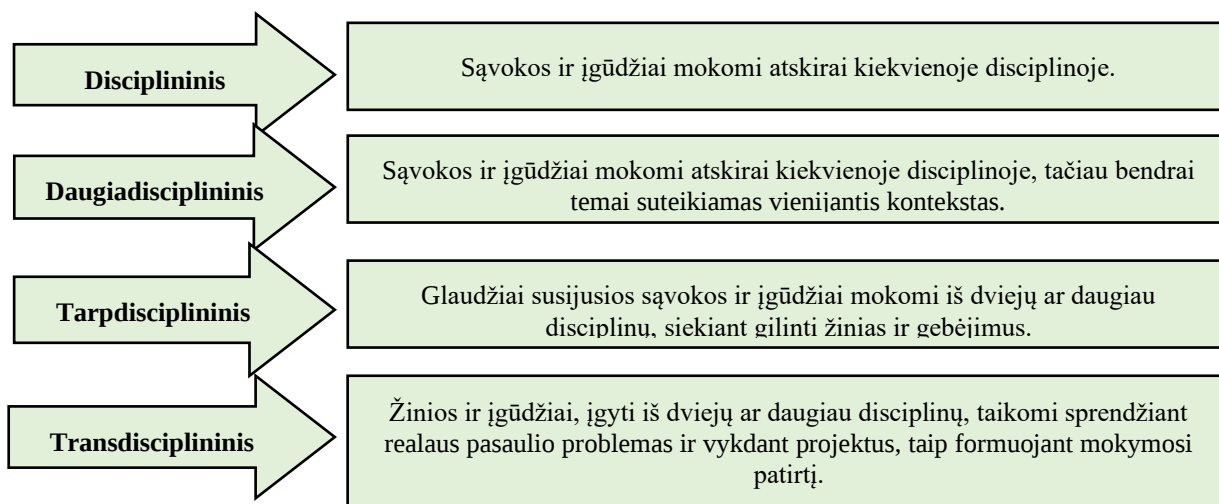
Apibendrinant galima teigti, kad STEM ir STEAM ugdymo modeliai atsirado kaip atsakas į sparčiai augančius technologijų sektoriaus poreikius. STEM (mokslas, technologijos, inžinerija, matematika) pradėtas taikyti JAV siekiant ugdyti analitinius ir technologinius įgūdžius, kurie būtini šiuolaikinėje darbo rinkoje. Vėliau atsirado STEAM modelis, papildantis STEM menais ir dizainu, siekiant skatinti kūrybiškumą ir inovacijas. Pagrindinis skirtumas tarp šių modelių yra jų ugdymo kryptis: STEM koncentruojasi į tiksliuosius mokslus, tuo tarpu STEAM įtraukia meną, lavindamas kūrybišką problemų sprendimą. Šių modelių įgyvendinimui taikomi įvairūs metodai, tokie kaip projektinis mokymas, probleminis mokymasis ir tarpdisciplininis mokymas, kurie leidžia mokiniams praktiškai taikyti įgytas žinias. Taip pat svarbios strategijos, tokios kaip praktinių užduočių integravimas, skaitmeninių technologijų naudojimas ir kūrybiškumo skatinimas, leidžiančios mokiniams geriau suprasti mokymosi procesą ir pritaikyti jį realiame gyvenime. Pagrindinis STEM ir STEAM tikslas – ugdyti inovatyvius, kritiškai mąstančius ir technologiškai raštingus specialistus, gebančius prisitaikyti prie besikeičiančių darbo rinkos poreikių.

1.2. Ugdymo proceso realizavimas STEAM metodikos kontekste

STEAM ugdymas nėra viena disciplina – tai daugybė strategijų, kurios padeda ugdytiniams pritaikyti skirtingų dalykų koncepcijas ir įgūdžius reikšmingoms problemoms spręsti (Autukevičienė ir Stonkuvienė, 2022). Integruotas STEAM ugdymas gali būti laikomas metodu, kuris sujungia dviejų ar daugiau disciplinų (mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos) turinį, siekiant pagerinti mokinių mokymosi rezultatus. Integruoto STEAM modelio ugdymo šalininkai teigia, kad toks modelis labiau atspindi realaus pasaulio situacijas ir sudaro sąlygas holistiniam mokymuisi (Felder, 2021; Edelen et al., 2023). Griežtas disciplinų atskyrimas riboja mokinių gebėjimą pritaikyti klasėje įgytas žinias praktikoje, todėl tradicinis mokymo modelis laikomas mažiau efektyviu. Kai kurie mokslininkai, tokie kaip Felderas (2021) ir Edelenas et al. (2023), teigia, kad integruoto STEAM ugdymo paradigmosse plėtojami problemų sprendimo metodai yra būtini siekiant ugdyti inovatyvius, tarpdisciplininių gebėjimų turinčius mąstytojus. Ši metodika reikalauja, kad mokytojai kurtų mokymosi aplinką taip, jog mokiniai vienu metu mokytųsi ir taikytų įgūdžius iš įvairių disciplinų kaip integruotą visumą, o ne kaip atskiras sritis (Arango-Caro, 2025). Vasqueza, Comera, Gutierrez (2020) ir Ng, Kewalramani bei Kidmana (2022) išskyrė keturis pagrindinius disciplinų integracijos lygius STEAM ugdyme: disciplininį (angl. *Disciplinary*), daugiadisciplininį (angl. *Multidisciplinary*), tarpdisciplininį (angl. *Interdisciplinary*), ir transdisciplininį (angl. *Transdisciplinary*) (žr. 2 pav.).

Kaip pateikta 2 paveiksle, įgyvendinant STEAM ugdymą pastebėta, kad kai kurie mokytojai integruoja disciplinas skirtingais būdais – taikydami daugiadalykį, tarpdisciplininį (interdisciplininį) ir/arba transdisciplininį požiūrį (Arango-Caro, 2025). Sujungiant šiuos metodus, STEAM sukuria išsamų ir prasmingą mokymosi procesą, padedantį mokiniams pasiruošti šiuolaikinio pasaulio sudėtingumui (Adiyono, Fitri ir Matari, 2024). Disciplininis metodo taikymas vyksta tada, kai specifinio turinio žinių ir įgūdžių mokomasi individualiai per konkretaus dalyko pamokas (Autukevičienė ir Stonkuvienė, 2022). Daugiadisciplininėje integracijoje Vasqueza et al. (2020) pristatė daugiadisciplininį modelį, susietą su teminiu pagrindu. Tačiau praktikoje klasėse to dažnai nepastebima – atskiros STEAM disciplinos nėra tarpusavyje susijusios, todėl atsiranda atotrūkis tarp

dalykinio turinio ir bendros temos (Ng, Kewalramani ir Kidman, 2022). **Daugiadisciplininis požiūris** STEAM modelyje leidžia mokiniams atskirai mokytis skirtingų disciplinų sąvokų, tačiau jas susieti su ta pačia tema (Adiyono et al., 2024).



2 pav. STEAM modelio integracijos lygiai (sudaryta autorės, remiantis Vasquez et al. 2020; Ng et al., 2022)

Tarpdisciplininė (interdisciplininė) integracija reiškia vienos disciplinos žinių ir įgūdžių taikymą kitos disciplinos kontekste (Arango-Caro, 2025). Vasqueza et al. (2020) teigė, kad tarpdisciplininėje integracijoje disciplinos vis dar yra atpažįstamos, tačiau jų reikšmė yra mažesnė nei daugiadisciplininame modelyje. Kitaip nei daugiadisciplininėje integracijoje, tarpdisciplininame požiūryje STEAM disciplinos yra tarpusavyje susijusios per temą, o turinio ir įgūdžių mokymasis vyksta aukštesniame konceptualiaame lygyje. **Tarpdisciplininis požiūris** sujungia dvi ar daugiau disciplinų, kad būtų sukurtas gilesnis supratimas. STEAM kontekste tai gali reikšti mokslo sąvokų integravimą, pavyzdžiui, evoliucijos teorijos siejimą su požiūriu į gyvybės atsiradimą (Adiyono et al., 2024).

Kaip teigia Adiyono et al. (2024), **transdisciplininis požiūris** peržengia disciplinų ribas ir leidžia mokiniams taikyti žinias bei įgūdžius iš skirtingų sričių sprendžiant realias problemas. STEAM modelyje tai gali būti įgyvendinta per projektus, kuriuose mokiniai naudoja religijos, mokslo, technologijų ir meno žinias, kad sukurtų inovatyvius sprendimus visuomenei. Transdisciplininėje integracijoje dėmesys skiriamas dviejų ar daugiau disciplinų specifinėms žinioms ir įgūdžiams, tiesiogiai susiejant juos su realaus pasaulio problemomis ar projektais. Atskiros STEAM disciplinos čia praranda savo išskirtinumą, o mokymas įgauna visapusišką požiūrį. Todėl transdisciplininė integracija gali būti laikoma potencialia STEAM ekosistema, kurią galima pasiekti susiejant bendras temas ir dalijantis įgūdžiais (Arango-Caro, 2025; Vasquez et al., 2020; Bertrand ir Namukasa, 2020). Transdisciplininis metodas iš esmės reiškia „už disciplinų ribų“, kai mokiniai ir mokytojai bendradarbiaudami naudoja savo žinias ir įgūdžius problemoms kelti ir spręsti taip, kad problema būtų akcentuojama ne vienoje konkrečioje disciplinoje (Caton, 2021). El Bedewy ir Lavicza (2023) transdisciplininį metodą apibrėžia kaip „peržengiantį disciplinų ribas kuriant naujas žinias ar idėjas“ ir siūlo bendradarbiauti su bendruomene siekiant nustatyti realias problemas, kad mokymasis vyktų prasmingame kontekste. Edelena et al. (2023) apibūdina transdisciplininį tyrimą kaip būdą pristatyti problemas taip, kad mokiniai į jas taip įsitrauktų, jog naudotų ankstesnes žinias naujoms žinioms įgyti iš įvairių disciplinų. Čia pagrindinis dėmesys skiriamas mokiniui, leidžiant jam pačiam nuspręsti, kokių žinių jam reikia norint rasti sprendimus realioms problemoms.

STEAM galima pritaikyti bet kuriai ugdymo programai – ji leidžia tiek mokytojams, tiek mokiniams kartu plėsti mokymo(si) ribas. STEAM sujungia penkias mokslų sritis į vieną bendrą sistemą, atsižvelgdama į jų tarpusavio ryšius ir realaus pasaulio problemas, kurias jos nagrinėja (Sabeghi ir Rahimi, 2024). 2 lentelėje išsamiau aptariamos pagrindinės STEAM ugdymo sritys, jų svarba ir taikymo pavyzdžiai.

2 lentelė. Pagrindinės STEAM ugdymo sritys (sudaryta autorės, remiantis Eduka, 2024; Perfectangels, 2024)

STEAM sritis	Aprašymas	Svarba ugdyme	Veiklos ir integracijos būdai
Gamtos mokslai	Fizikos, chemijos, biologijos ir kitų mokslų principai, pasaulio tyrinėjimas.	Skatina tyrinėjimą, eksperimentavimą, leidžia suprasti gamtos reiškinius.	Tyrinėjimas, stebėjimas, testavimas, prognozavimas, vertinimas ir įrodymų rinkimas.
Technologijos	Skaitmeninės ir inžinerinės priemonės; Technologijų naudojimas per įvairias veiklas	Skatina inovacijas, moko naudotis šiuolaikinėmis technologijomis.	Naudojimas technologinių priemonių, istorinių ir globalių perspektyvų analizė, problemų sprendimas ir sprendimų taikymas.
Inžinerija	Konstrukcijų, sistemų ir mechanizmų kūrimas bei testavimas.	Lavina kūrybinį ir kritinį mąstymą, skatina praktinį problemų sprendimą.	Projektavimas, statymas, problemų sprendimas, komandinė veikla.
Menai	Kūrybinės raiškos formos: muzika, dailė, teatras, šokis.	Ugdo kūrybiškumą, kritinį mąstymą, komunikacijos įgūdžius.	Kūrybiškumo skatinimas per laisvą išraišką ir problemų sprendimą kūrybiniu būdu.
Matematika	Skaičių ir dydžių ryšių analizė, problemų sprendimo metodai.	Ugdo loginį ir analitinį mąstymą, padeda suprasti kitų sričių dėsnius.	Matematinio mąstymo skatinimas per kūrybingas ir analitines veiklas.

Kaip pateikta 2 lentelėje, mokslas puikiai tinka integruotam ugdymo turiniui dėl savo prigimties kaip taikomosios žinių srities. Integruojant mokslą, mokiniams suteikiama galimybė kurti ir tyrinėti naujas mokslines žinias (Al-Mutawah et al., 2022). Shetha ir Pathaka (2023) teigia, kad gamtos mokslų disciplina nagrinėja fizinį ir gamtinį pasaulį, supantį žmones, ir siekia ugdyti mokinių mokslinį mąstymą. Todėl mokytojas gali pateikti užduotį, kurioje mokiniai turėtų pasitelkti stebėjimo, identifikavimo ir eksperimentavimo įgūdžius užduočiai atlikti. Užduotis gali būti susijusi su bet kokia aplinkosaugine ar socialine problema, kuriai spręsti mokiniai turės pritaikyti savo mokslines žinias. Mokslas apima viską, kas egzistuoja natūraliai, ir tai, kaip yra tyrinėjama. Tai fizika, biologija, chemija, biochemija, žemės ir kosmoso mokslai ir kitos disciplinos, artimos technologijoms, tokios kaip biotechnologija ar biomedicina, laikomos mokslo švietimo sritimis (Montés et al., 2024). Mokslinio mokymosi tarpdalykinis indėlis slypi pačioje metodologijoje, taip vadinamame mokslo metode, kurio mąstymas yra perkeliamas į kitus turinius ir kuriuo mokiniai išmoka mąstyti disciplinuotai ir racionaliai, stiprindami savo protą, ir mąstyti kaip mokslininkai ir formaliai juos imituoti (Montés et al., 2023; Chen ir Dong, 2023; Ji, 2021).

Technologijų integracija padeda mokiniams geriau suprasti kitas disciplinas, nes leidžia pritaikyti naujas žinias praktiškai (Al-Mutawah et al., 2022). Technologijos atsiranda tuomet, kai mokiniai pasitelkia įvairius įrankius ir technikas užduočiai atlikti ar problemai spręsti. Tai gali būti internetiniai šaltiniai, kompiuterinės programos ar eksperimentams naudojamos medžiagos (Sheth ir Pathak, 2023). Lowrie ir Larkina (2020) teigia, kad skaitmeninės technologijos yra palaikymo įrankiai žaidimais pagrįstam autentiškam mokymuisi. Ši tarpdisciplininė STEAM integracija, sutelkta į skaitmeninę technologiją, nepateikia savęs kaip tradicinių mokymosi išteklių pakaitalo. Vietoj to, ji

yra viena iš išteklių, skirtų mokymo ir mokymosi palaikymui. Kaip teigia Maričičia ir Lavicza (2024), kylančios technologijos, tokios kaip virtualios simuliacijos, robotika, programavimas ir įtraukios technologijos, yra labai efektyvios integruojant į STEAM mokymąsi, nes jos ne tik padeda gerinti mokinių pasiekimus, bet ir skatina jų įsitraukimą, kūrybiškumą ir bendradarbiavimą.

Inžinerija kaip integruoto ugdymo dalis atlieka svarbų vaidmenį mokant ir įtraukiant kitas disciplinas (Al-Mutawah et al., 2022). Inžinieriai nuolat taiko problemų sprendimo įgūdžius, nes jų darbas apima modelių ar sistemų kūrimą siekiant suprasti problemas, kurti sprendimus, juos testuoti, ieškoti alternatyvių variantų ir priimti pagrįstus sprendimus (Soo Boon, 2019). Inžinerija paprastai apima principų, metodų ir įrangos taikymą kuriant brėžinius, modelius ar schemas tam, kad būtų galima suprojektuoti ir paruošti tam tikrą produktą (Sheth ir Pathak, 2023). Tolmie, Ghazali ir Morris (2016) teigia, kad yra aštuoni pagrindiniai procesiniai įgūdžiai ankstyvajame mokslo ugdyme: stebėjimas, aprašymas, palyginimas, klausimai, prognozavimas, eksperimentavimas, apmąstymas ir bendradarbiavimas. Šie įgūdžiai atspindi tokiose inžinerijos veiklose kaip klausimų uždavimas, procedūrų paaiškinimas, projektavimas, konstravimas, problemų sprendimas ir dizaino vertinimas. Todėl veiksminga programa turėtų apimti visus šiuos įgūdžius.

Matematikos integracija į kitų disciplinų ugdymo turinį gali padėti maksimaliai padidinti mokinių pasiekimus (Al-Mutawah et al., 2022). Matematika yra svarbi, kai mokiniams reikia atlikti matematinius skaičiavimus ir taikyti aritmetikos, geometrijos ar algebros žinias. Net ir duomenų analizė, siekiant išspręsti problemą, reikalauja statistinių skaičiavimų. Tai gali būti tiek paprasti veiksmai, pavyzdžiui, dydžio, tūrio, kiekio ar greičio matavimas, tiek sudėtingų algoritmų taikymas (Sheth ir Pathak, 2023). Matematika yra problemų sprendimo esmė, ir ši disciplina būtina apibrėžti, analizuoti ir spręsti visų rūšių realaus gyvenimo problemas. Iš tarpdisciplininės perspektyvos matematika STEAM srityje atsiskleidžia kaip bendra kalba kitoms sritims, kalba, per kurią visi ryšiai yra reguliuojami, apibrėžiami ir suprantami (Montés et al., 2024). Tarpdisciplininė STEAM pamokoje vaikai mokosi mokslo ir matematikos taikydami įvairias technologijas ir inžinerijos medžiagas bei išteklius realiame ir prasmingame kontekste.

Integruojant meną, mokiniai įgyja gilesnį ir išsamesnį supratimą apie tai, kaip ir kodėl jie mokosi. Tai leidžia jiems natūraliai sujungti išmokus įgūdžius, kuriuos reikia praktikuoti ir demonstruoti (Al-Mutawah et al., 2022). Menų disciplina apima įvairias meno šakas, kurios yra esminės integruojant meną į STEAM mokymą, ir jos apima meninių idėjų ir kūrinų kūrimą, meninių idėjų susiejimą su visuomeniniais, kultūriniais ir istoriniais kontekstais, meno disciplinų studijavimą ir analizavimą, meninių idėjų vystymą ir tobulinimą, ryšių tarp meno ir kitų disciplinų supratimą bei meninio darbo interpretavimą ir vertinimą pagal nustatytus kriterijus, o vizualusis menas apima sritis, tokias kaip medijos, technikos, procesai, meno elementai ir dizaino principai, tematikos, simboliai ir idėjos, taip pat meno istorija ir įvairovė, kurios padeda integruoti meną į STEAM mokymą (Montés et al., 2024; Cornwell, 2023). Meno integravimas, siekiant sukurti STEAM pedagoginį požiūrį, tarnauja kaip priemonė savęs atradimui ir pasitikėjimo savimi stiprinimui bei palengvina bendradarbiavimą ir komunikaciją, kurios yra svarbios sėkmei akademiniame ir realiame pasaulyje (Chistyakov et al., 2023). Integruodami mokslą, technologijas ir meną į ugdymo turinį, pedagogai gali pasiūlyti įvairias įsitraukimo ir mokymosi galimybes, palaikydami skirtingus mokymosi stilius ir interesus (Butera, Horn, Palmer, Friesen ir Lieber, 2016).

Apibendrinant galima teigti, STEAM ugdymo proceso realizavimas susijęs su disciplinų integracija, siekiant holistinio mokymosi ir inovatyvaus problemų sprendimo. STEAM apima gamtos mokslus,

technologijas, inžineriją, meną ir matematiką, kurios gali būti dėstomos disciplininio, daugiadisciplininio, tarpdisciplininio ar transdisciplininio būdu. Integracija padeda mokiniams suprasti realaus pasaulio problemas, ugdyti kritinį mąstymą ir kūrybiškumą. Mokytojai, taikydami STEAM metodiką, kuria mokymosi aplinką, kurioje mokiniai praktiškai pritaiko įgytas žinias ir gebėjimus.

1.3. STEAM metodikos esmė ikimokykliniame ugdyme

STEAM ugdymas – tai tarpdalykinis, į vaiką orientuotas mokymosi procesas, skatinantis savarankiškumą, kūrybingumą ir praktinį patyrimą. Ankstyvajame amžiuje STEAM ypač svarbus, nes skatina kognityvinę, socialinę-emocinę raidą ir motorikos lavėjimą (Vartiainen, 2022; Wismayani Pratiwi ir Santosa, 2021; Atikah ir Biru, 2024). 3 lentelėje pateikiama ikimokyklinio ugdymo raidos svarba taikant STEAM metodiką.

3 lentelė. STEAM metodikos nauda vaikų raidai (sudaryta autorės, remiantis Little scholars, 2025; Vartiainen, 2022; Wismayani Pratiwi ir Santosa, 2021; Atikah ir Biru, 2024)

Sritis	Nauda	Apibendrinimas
Kognityvinė raida per tyrinėjimą	Pagerina problemų sprendimo įgūdžius. Patobulinta loginį mąstymą. Skatina smalsumą mokytis.	Veiklos skatina vaikus mąstyti kritiškai ir rasti kūrybingus sprendimus. Dirbant su projektais, vaikai sujungia sąvokas ir modelius. STEAM veiklos skatina vaikus klausti ir ieškoti atsakymų, ugdydamos natūralų smalsumą.
Socialinė nauda	Empatijos ugdymas. Komunikacijos stiprinimas. Bendradarbiavimo mokymasis	Grupiniai projektai padeda vaikams suprasti ir vertinti skirtingus požiūrius. Idėjų dalinimasis ir klausymasis tobulina tarpasmeninius įgūdžius. Dirbant siekiant bendro tikslo, skatinama komandinė dvasia ir pagarba kitiems.
Motorinė nauda	Smulkiųjų motorinių įgūdžių tobulinimas. Stambiųjų motorinių įgūdžių raida. Erdvės suvokimas	Pjovimas, piešimas ir objektų sudėjimas gerina akių ir rankų koordinaciją. Didėsniai projektai, tokie kaip statymas su dideliais blokais, skatina pilno kūno judesius. Veiklos, susijusios su objektų išdėliojimu ar projektavimu, ugdo erdvės ir matmenų pojūtį.
Emocinės naudos	Pasitikėjimo ugdymas. Atkaklumo skatinimas. Emocinės kontrolės vystymas.	Iššūkių įveikimas skatina pasididžiavimo jausmą. Vaikai išmoksta nesustoti ir toliau stengtis, net jei susiduria su sunkumais. Tvarkymas su frustracija per projektus moko kantrybės ir savikontrolės.

Kaip pateikta 3 lentelėje, **Kognityvinė raida per tyrinėjimą** yra svarbus ankstyvojo vaikų ugdymo aspektas, nes STEAM veiklos skatina smalsumą bei aktyvų problemų sprendimą. Dalyvaujant tokiuose užsiėmimuose kaip modelių kūrimas, paprastų eksperimentų atlikimas ar gamtos tyrinėjimas, vaikai ugdo kognityvinius įgūdžius, kurie padeda pagrindą būsimam mokymuisi (Little Scholars, 2025). STEAM mokymosi modelis gali padėti vaikams tapti kūrybiškesniais, nes jis moko juos mokytis per žaidimą, stebėjimą ir modelių atpažinimą. Tai taip pat padeda lavinti kūrybinio mąstymo įgūdžius (Atikah ir Biru, 2024). STEAM žaislai skatina vaikų kognityvinę raidą, ugdydami kūrybiškumą ir suteikdami galimybes tyrinėti bei išreikšti save žaidimuose. Tokie žaidimai kaip galvosūkių ar formų rūšiavimo užduotys padeda vaikams stebėti raštus, atpažinti ryšius ir kurti strategijas problemoms spręsti (Luen, Guo ir Jian, 2024; Habibi, 2023).

Socialinių įgūdžių raida per bendradarbiavimą. Bendradarbiavimas yra svarbi STEAM veiklų dalis, padedanti vaikams suprasti komandinio darbo ir komunikacijos svarbą. Nesvarbu, ar tai būtų struktūros statymas kartu, ar galvosūkio sprendimas grupėje – tokios užduotys skatina prasmingus santykius ir ugdo socialinius įgūdžius (Little Scholars, 2025). Ikimokykliniame ugdyme prasmingos vaikų ir suaugusiųjų sąveikos kasdienėse veiklose, įskaitant priežiūrą ir žaidimą, sudaro pagrindą

mokymuisi ir raidai (Vartiainen, 2025; Kim et al., 2019). Taikant Vygotskio, Banduros ir kitų teoretikų idėjas bei apgalvotai kuriant ugdymo turinį, pedagogai gali formuoti aplinką, kurioje vaikai vysto socialinius įgūdžius kartu su bendraamžiais (Nho ir Thiep, 2024). Bendros veiklos, tokios kaip struktūrų statymas ar meninių projektų kūrimas su bendraamžiais, stiprina socialinius įgūdžius, lavina komunikaciją ir ugdo komandinius gebėjimus (Luen, Guo ir Jian, 2024).

Fizinių ir motorinių įgūdžių raida. Daugelis STEAM veiklų apima praktines užduotis, kurios padeda vaikams tobulinti smulkiuosius ir stambiuosius motorinius įgūdžius. Tokios veiklos kaip bokštų statymas, meno kūrimas ar paprastų įrankių naudojimas fiziškai įtraukia vaikus ir palaiko jų fizinę ir motorinę veiklą (Little Scholars, 2025). Newcombe (2017) teigia, kad STEAM sritys yra susijusios su vizualiais erdviniais įgūdžiais, ir kad mokiniai, kurie yra sėkmingi STEAM srityse, turi gerus vizualiai erdvinius įgūdžius. Todėl vizualiai erdvinių mąstymo įgūdžiai yra ne tik susiję su matematikos ir mokslinio mąstymo, bet ir su daugeliu meno sričių, tokių kaip architektūra, dizainas ir vizualieji menai. Aktürka ir Demircana (2017) teigia, kad vizualieji menai prisideda prie vaikų smulkių motorikos įgūdžių, taip pat vizualiai erdvinių mąstymo gebėjimų.

Emocinis augimas per atsparumą. STEAM veiklos dažnai apima bandymus ir klaidas, padedančias vaikams ugdyti atsparumą ir emocinį intelektą. Susidūrę su kliūtimis, vaikai mokosi vertinti klaidas kaip mokymosi galimybes ir atkakliai siekti sėkmės (Little Scholars, 2025). Problemų sprendimas yra STEM švietimo pagrindas. Per iššūkius ir projektus vaikai išmoksta: suskaidyti sudėtingas problemas į valdomus žingsnius. Analizuoti duomenis ir daryti išvadas. Kurti strategijas, kaip kūrybiškai įveikti kliūtis. Pavyzdžiui, kodavimo projektas gali apimti klaidų taisymą, kas moko vaikus, kaip metodiniu būdu spręsti problemas. Šie įgūdžiai neapsiriboja tik mokykla ir padeda vaikams spręsti problemas kasdieniame gyvenime bei ateities karjere (Ismayboh, 2024).

Pasak Shetha ir Pathaka (2023), kadangi STEM yra unikalus turinio mokymo būdas, yra keletas išskirtinių metodų, kurie gali būti taikomi mokymui. Kai kurie mokytojai naudoja projektinio/problemų mokymo metodą, atradimų metodą, bendradarbiavimu grįstą mokymą, tyrimo pagrindu grįstą mokymą (Sheth ir Pathak, 2023; Harjanty ir Muzdalifah, 2022; Jerrim, Oliver ir Sims, 2022; Farris ir Purper, 2021). Educa (2024), pateikia keletą metodų, kurie gali būti taikomi STEAM ugdymui. Tarp dažniausiai naudojamų metodų išskiriami trys pagrindiniai: projektais grindžiamas mokymasis, bendradarbiavimo mokymasis ir tyrinėjimais pagrįstas mokymasis pateiktas 4 lentelė.

4 lentelė. STEAM ugdyme dažniausiai taikomi metodai (sudaryta autorės, remiantis Educa, 2024)

Metodas	Taikymo veikloje apibrėžimas
Projektinis/problemėnis mokymasis	Mokiniai ilgą laiką dirba prie projekto, tyrinėdami, sprenddami problemas ir kritiškai mąstydami. Projektai apima įvairias STEAM disciplinas ir remiasi praktinėmis veiklomis.
Mokymasis bendradarbiaujant	Akcentuojama komandinė dvasia, kai mokiniai dirba grupėse, dalinasi idėjomis ir kartu sprendžia problemas, ugdydami socialinius ir emocinius įgūdžius.
Tyrinėjimais pagrįstas mokymasis	Mokiniai skatinami savarankiškai tyrinėti, kelti klausimus ir kurti savo supratimą apie pasaulį. Tai stiprina tyrimo ir problemų sprendimo įgūdžius.

Kaip pateikta 4 lentelėje **projektinis mokymasis** (angl. *PBL*) – tai mokymo metodas, leidžiantis vaikams įgyti naudingų žinių ir įgūdžių, aktyviai tyrinėjant realaus pasaulio problemas ir kuriant sprendimus. Šio metodo tikslas – skatinti kognityvinius gebėjimus, tokius kaip kritinis mąstymas, problemų sprendimas ir loginis samprotavimas, bei socialinių-emocinių įgūdžių, tokių kaip socialinis

sąmoningumas, komandinis darbas ir savireguliacija, vystymąsi (Kastriti, Kalogiannakis, Psycharis ir Vavougios, 2022). STEM mokymo metodika remiasi projektų pagrindu vykstančiu mokymu, kur mokytojas skiria projektą, kurio metu mokiniai taiko savo žinias ir įgūdžius, kad atliktų užduotį realaus pasaulio kontekste. Mokytojas atlieka motyvatoriaus, ir konsultanto vaidmenį, skatindamas mokinius dirbti savarankiškai (Sheth ir Pathak, 2023).

Bendradarbiavimo mokymasis – tai tipo bendradarbiavimo mokymasis, kai vaikai dirba kartu, kad išspręstų tam tikrą problemą arba atliktų darbą. Tačiau veikla bendradarbiavimo grupėse dažnai būna šiek tiek struktūruota. Mokiniai bendradarbiauja grupėse, kad pagerintų tiek savo, tiek savo bendraamžių mokymąsi. Šis metodas apima darbą mažose grupėse su užduotimis ar projektais, siekiant ne tik išmokyti medžiagos, bet ir ugdyti gyvenimo įgūdžius (Priya ir Vasimalairaja, 2024). Tai tarsi klasės pavertimas mini laboratorija, kur kolektyvinis problemų sprendimas yra svarbus. Mokiniai aktyviai dalyvauja mokymosi procese, dalijasi idėjomis ir įžvalgomis, taip praturtindami mokymosi patirtį. Bendradarbiavimo mokymosi metodai: diskusijos, grupiniai projektai, mokymas per kolegas (Harjanty ir Muzdalifah, 2022).

Tyrinėjimu grįstas mokymo metodas – tai mokinių inicijuotas mokymosi būdas, kurio pagrindas yra jų pačių klausimai ir ieškojimai. Šiame metode mokiniai formuluoja prielaidas remdamiesi savo subjektyviomis sampratomis ar bendrosiomis išvadomis ir patys aktyviai ieško atsakymų į iškilius klausimus (Sheth ir Pathak, 2023). Tyrinėjimu grįstas STEM ugdymo metodika apima šiuos septynis etapus (Sutaphan ir Yuenyong, 2018) socialinės problemos nustatymas, galimų sprendimų identifikavimas, žinių poreikio nustatymas, sprendimų priėmimas, prototipo ar produkto kūrimas, sprendimo testavimas ir vertinimas, socializacijos ir galutinio sprendimo priėmimo etapas. Tyrimais pagrįstas švietimas laikoma švietimo strategija, kuri leidžia mokiniams įgyti žinių metodais, panašiais į tuos, kuriuos naudoja profesionalūs mokslininkai arba kaip mokslininkai dirba (Jerrim, Oliver ir Sims, 2022; Farris ir Purper, 2021).

Remiantis Educa (2024), įgyvendinant STEAM ugdymą mokyklose, būtina turėti aiškiai struktūrizuotą mokymo programą, kuri sujungtų gamtos mokslus, technologijas, inžineriją, menus ir matematiką. Tokia programa turi suteikti mokiniams galimybę įgyti praktinės patirties, kuri skatintų kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius. Mokymo programa vaidina svarbų vaidmenį mokymosi procese, nes ji suteikia pagrindą formuoti edukacinius tikslus ir palengvina mokymosi eigą. Vienas veiksmingiausių mokymo programos sudarymo būdų – projektinis mokymasis, laikomas vienu labiausiai pageidaujamu metodu (Pérez Torres, Couso Lagarón ir Marquez Bargalló, 2023; Educa, 2024). Projektinis mokymas sutampa su STEAM ugdymo tikslais, nes abu metodai skatina mokinius aktyviai mokytis, įsitraukti į užduotis, jas sieti su mokyklos bendruomene ir siekti apčiuopiamų rezultatų (Pérez Torres et al., 2023).

Norint sėkmingai įgyvendinti šią metodiką, svarbu laikytis nustatytų standartų. Projektinis mokymasis (PBL) turi „auksinį standartą“ (Pratami, Akhmal, Maulana ir Hassan, 2024), kuris skatina problemų sprendimo, kritinio mąstymo ir bendradarbiavimo įgūdžius. Jis apima 7 aspektus: iššūkių keliantys klausimai/problemos, autentiškumas, mokinių nuomonė ir pasirinkimas, kritika ir peržiūra, viešas produktas, ilgalaikis tyrinėjimas, refleksija. Projektinio mokymosi planavimo procesai pateikti 5 lentelėje.

5 lentelė. Projektinis procesas pedagoginiame dizaine ankstyvajame ugdyme (sudaryta autorės remiantis, Hawari ir Noor, 2020)

PBL procesas	Žingsniai	Dėmesys	Veikla
Esminis	Stebėti, mąstyti, klausti	Klausinėjimas, planavimas	Idėjų generavimas (problemos, sprendimai), temos ir turinio pasirinkimas, problemos apibrėžimas.
Planavimas	Standartizuotas turinys	Projekto nuosavybė	STEM(A) disciplinų integracija, medžiagos ir ištekliai, projekto dizainas (atvirkštinis planavimas), problemos tyrimas, sprendimo kūrimas.
Tvarkaraštis	Terminas	Laiko paskirstymas	Projekto kryptis, laiko valdymas, terminai, projekto stebėjimas ir kontrolė, suinteresuotųjų šalių supratimas, projekto planavimas.
Stebėjimas	Proceso palengvinimas	Mentorystė	Rubrikų naudojimas, grupės nariai, projekto eiga, projekto vykdymas, galimų sprendimų nustatymas, plano įgyvendinimas.
Vertinimas	Autentiškas vertinimas	Vertinimo tipas	Projekto pristatymas, plano rengimas ir įgyvendinimas, stebėjimas, kontrolė.
Įvertinimas	Individualiai	Grupėmis	Kas veikia? Kokie pokyčiai reikalingi? Idėjų dalijimasis, ekspertų įžvalgos, apibendrinimas, įvertinimas ir refleksija, projekto uždarymas (refleksija, pristatymas).

5 lentelėje pateikta projekcinio mokymosi planavimo etapai, kaip įgyvendinti projektinį mokymąsi priešmokykliniame ugdyme vaikams. Procesas prasideda nuo tinkamos temos pasirinkimo ir baigiasi refleksijos etapu, kurio metu peržiūrimi visi mokytojų atlikti veiksmai.

Mokytojų vaidmuo yra itin svarbus skatinant ikimokyklinio amžiaus vaikų mokymąsi STEM srityse. Jie turi turėti ne tik reikiamų dalykinių žinių, bet ir atitinkamų pedagoginių įgūdžių, kad galėtų užtikrinti aukštos kokybės STEM patirtis vaikams (Ng, Kewalramani ir Kidman, 2022). Mokytojams, norintiems efektyviai mokyti STEM dalykų, reikalingos tokios kompetencijos kaip kritinis mąstymas, kūrybiškumas ir inovacijos, gebėjimas kurti sąsajas, bendradarbiavimas, savarankiškumas, komunikacija bei technologijų naudojimas kaip įrankis. Interaktyviosios technologijos buvo pristatytos būsimiesiems mokytojams kaip XXI amžiaus mokymo priemonės (ElSayary, Zein ir Antonio, 2022).

Kad mokytojai galėtų tinkamai parinkti ugdymo priemones, kurti ugdomąją aplinką, numatyti vaikams prieinamas veiklas ir pasirinkti veiksmingus bendravimo su vaikais metodus, jiems būtina gebėti pažvelgti į vaikų natūraliai tyrinėjamus reiškinius iš skirtingų STEAM disciplinų perspektyvų (Monkevičienė, Autukevičienė, Kaminskienė ir Monkevičius, 2020). Jų vaidmuo yra itin svarbus, nes nuo jų priklauso šio mokymosi sėkmė ankstyvajame vaikų ugdyme. Tyrimai rodo, kad ikimokyklinio amžiaus vaikai gali pasiekti aukštesnį STEAM supratimo lygį, kai jiems suteikiamos specialiai suplanuotos, įtraukiančios ir jų raidai pritaikytos veiklos (Wahyuningsih et al., 2020). Putrienė (2017) savo disertacijoje analizuoja tarpdiscipliniškumo ugdymo problematiką ir apibendrina daugelio tyrėjų patirtis, teigdama, kad kiekviena disciplina remiasi tam tikrais conceptais, pažintiniais instrumentais ir žinių sistemomis, kurios gali būti derinamos ugdymo procese.

Mokymo proceso metu, pasitelkus tinkamą pedagoginę pagalbą, mokytojai gali išryškinti savo mokinių idėjas bei atkreipti jų dėmesį į įvairius socialinius ar fizinius reiškinius (Papadakis et al.,

2021). Pagrindinės žinių įgijimo funkcijos – dėmesys, stebėjimas ir informacijos apdorojimas – tačiau vaikai ne visada jas taiko savarankiškai (Chaldi ir Mantzanidou, 2021). Mokytojai, taikydami tinkamas mokymo strategijas, gali padėti vaikams tyrinėti bei spręsti įvairias problemas, taip skatindami jų metakognityvinius įgūdžius ir gebėjimą reflektuoti (Kastriti, Kalogiannakis ir Psycharis ir Vavougios, 2022).

Mokytojai turi sukurti aplinką, kuri skatintų grupinį darbą ir problemų sprendimą. Tai apima sėdimų vietų struktūravimą taip, kad mokiniai galėtų bendrauti akis į akį, reguliarių bendradarbiavimo veiklų įtraukimas, taip pat mokymo efektyvios komunikacijos ir atsiliepimų teikimo įgūdžių (Cented, 2025). Ugdymo procesas organizuojamas mokinių aktyvaus įsitraukimo skatinančiose fizinėse ir (ar) virtualiose aplinkose, užtikrinant mokinių praktinę ir (ar) kūrybinę veiklą. Pagal poreikį rekomenduojama naudotis ugdymo partnerių siūlomomis erdvių, priemonių galimybėmis ar patirtimis (LR švietimo, mokslo ir sporto ministerija, 2023).

Kurdami mokymosi aplinką, pedagogai padeda vaikams tyrinėti ir stebėti pasaulį, ieškoti ryšių tarp skirtingų reiškinių bei konstruoti naujas žinias per praktinius eksperimentus ir bendradarbiavimą (Alghamdi, 2023). Be to, pedagogai skatina vaikus spręsti problemas kūrybiškai, diskutuoti, išbandyti įvairius sprendimus ir mokytis iš savo patirties ((Wahyuningsih et al., 2020). Mokytojai, turintys gilesnį integruotų disciplinų supratimą, sėkmingiau kuria holistinį reiškinių suvokimą ugdymo procese ir geba vaikams suprantamai paaiškinti reiškinius, pasitelkdami skirtingų disciplinų perspektyvas (Putrienė, 2017). Socialinių įgūdžių lavinimas yra neatsiejama mokymosi proceso dalis, todėl pedagogai turi padėti vaikams išmokti aiškiai išreikšti savo poreikius ir jausmus, kurti draugiškus santykius su bendraamžiais, konstruktyviai spręsti konfliktus ir suprasti, kaip tvarkytis su emocijomis, pavyzdžiui, atstūmimo jausmu (Spyropoulou, Wallace, Vassilakis ir Poulopoulos, 2020). Mokydamiesi kurti prasmingus ryšius, vaikai taip pat ugdo gebėjimą ieškoti pozityvių santykių vietoj destruktivių.

Mokytojai, kurdami STEAM praktiką ikimokyklinėse įstaigose, naudoja žaidimą kaip bendrą terpę transdisciplininiam mokymuisi, kuris integruoja turinį ir kontekstą (Wahyuningsih et al., 2020). STEAM pamoka turėtų būti kruopščiai suplanuota. Pirmiausia reikia sugalvoti klausimą ar iššūkį, kurį mokiniai turės tyrinėti (Wulandani, Putri, Pratiwi ir Sulong, 2022). Šie klausimai ar užduotys gali kilti iš mokinių interesų arba būti susiję su nagrinėjama tema ar projektu. Kad veikla būtų laikoma STEAM, ji turi apimti bent dvi ar daugiau disciplinų (Hillyard, 2024). Planavimo metu mokytojai gali pradėti nuo mokslo ar matematikos temos ir tuomet integruoti kitų STEM disciplinų tikslus bei priemones (Suharman, 2022). STEAM mokytojų vaidmuo ir integruotų pamokų planų pvz. pateikti 6 lentelėje.

Kaip pateikta 6 lentelėje STEAM ugdymo procese svarbus vaidmuo tenka mokytojams, kurie turi užtikrinti, kad veiklos būtų pritaikytos vaikų amžiui, gebėjimams ir poreikiams (Wahyuningsih et al. (2020). Be to, STEAM mokymas gali būti įgyvendintas net ir naudojant paprastus kasdienius daiktus, tokius kaip baterijos, magnetai, didinamieji stiklai ar LED lemputės. Mokytojo užduotis yra skatinti vaikus eksperimentuoti, tyrinėti ir mąstyti (Kastriti et al., 2022). Kaip teigia Stohlmann et al. (2012) bei Üçgül (2020), net paprasti cheminiai bandymai, pavyzdžiui, ugnikalnio išsiveržimo simuliacija naudojant sodą, actą ir maistinius dažus, gali suteikti vaikams gilesnį gamtos mokslų supratimą.

Taigi, nors STEAM ugdymo įgyvendinimas gali kelti iššūkių dėl reikiamos infrastruktūros ir mokytojų pasirengimo, tinkamai suplanuotos pamokos suteikia vaikams galimybę įgyti kritinio mąstymo, kūrybiškumo ir tarpdisciplininių įgūdžių, kurie yra būtini šiuolaikiniame pasaulyje.

6 lentelė. Mokytojų vaidmuo STEAM ugdyme ir integruotų pamokų planų pvz.(sudaryta autorės remiantis Wahyuningsih et al., 2020; Wulandani et al., 2022; Hillyard, 2024)

	Mokslas	Technologijos	Inžinerija	Menas	Matematika
Mokytojų vaidmuo	Planavimas mokslinių patirčių pagal vaikų fizinį, socialinį, emocinį ir pažintinį vystymąsi. Mokslinio ugdymo programos kūrimas, atsižvelgiant į kiekvieno vaiko poreikius. Mokslinio tyrimo vieneto, apimančio kitas disciplinas, planavimas.	Užtikrinti, kad technologijos būtų pritaikytos vaikų amžiui, galėtų būti naudojamos pagal jų poreikius ir skatintų problemų sprendimą.	Mokyti vaikus atpažinti problemas ir jas spręsti per kūrybinius bei eksperimentinius metodus, pavyzdžiui, kuriant ir testuojant konstrukcijas.	Skatinti vaikų dalyvavimą meninėje veikloje (pvz., dainavime, šokyje, piešime), kuri lavina jų kūrybiškumą, emocinę išraišką ir pažintinį vystymąsi.	Užduočių pritaikymas pagal individualius vaikų poreikius. Matematikos integravimas į visas ugdymo sritis.
Ledo projektas	Žemės mokslai – užšalimo ir tirpimo procesai.	Šaldiklis, projektorius.	Neįtraukiama.	Neįtraukiama.	Snaigių raštai, simetrija, medžiagų matavimas.
Gyvūnų projektas	Vaikai susipažįsta su įvairiomis gyvūnų rūšimis ir jų mityba.	Gilina žinias apie gyvūnus žiūrėdami vaizdo įrašą.	Projektuoja tinkamą zoologijos sodą.	Kuria meninį zoologijos sodo projektą naudodami įvairias gamtines medžiagas.	Grupuoja gyvūnus pagal jų mitybos įpročius ir dydį.
Medžio projektas	Medžio struktūra ir augimo pokyčiai.	Skaitmeninis fotoaparatas, „PowerPoint“, projektorius.	Struktūriniai konceptai apie pusiausvyrą ir stabilumą.	Neįtraukiama.	lapų raštai, simetrija, apskritimų matavimas.
Namų projektas	Kas lemia namo stabilumą, kodėl žmonės stato namus, kodėl jie renka tam tikras statybines medžiagas.	Ieško informacijos internete apie skirtingus namų tipus ir mokosi naujų žodžių.	Planuoja, eskizuoja ir konstruoja namą iš perdirbamų medžiagų.	Puošia savo namą, kad jis būtų patrauklus, o tada pristato jį draugams.	Analizuoja naudojamas formas ir skaičiuoja sienas ir langus.

Apibendrinant galima teigti, kad STEAM metodika ikimokykliniame ugdyme skatina vaikų kognityvinę, socialinę, emocinę ir motorinę raidą per tyrinėjimą, bendradarbiavimą ir praktines veiklas. Jis remiasi integruotu mokymusi, kur gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika derinami kuriant vaikų kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius. Taikomi metodai apima projektinį, bendradarbiavimu grįstą ir tyrinėjimais pagrįstą mokymąsi, kurie leidžia vaikams aktyviai įsitraukti į ugdymo procesą. Mokytojų vaidmuo – skatinti vaikų smalsumą ir suteikti jiems prasmingas mokymosi patirtis.

1.4. STEAM metodikos realizavimo barjerai ikimokyklinio ugdymo procese

Pirkkalainena ir Pawlowski (2013) *barjerą* apibrėžia kaip bet kokią iššūkį, riziką ar apribojimą, kuris gali trukdyti pasiekti užsibrėžtus tikslus. Sostrina (2009) barjerą suvokia kaip bet kokią elgesį ar požiūrį, kuris neleidžia asmeniui ar organizacijai mokytis ir tobulėti. Mokslininkai Hamutoğlu ir

Başarmaka (2020) šiuos barjerus suskirsto į vidinius (susijusius su mokytojų žiniomis, požiūriu, baimėmis) ir išorinius (infrastruktūros trūkumą, mokymo priemonių stygių, politikos ir finansavimo apribojimus). Ejiwale (2013) išskiria *vidinius barjerus*:– daugelis mokytojų nėra tinkamai paruošti STEM dalykų dėstymui, trūksta kvalifikacijos kėlimo programų. Mokymo metodai dažnai neįtraukia mokinių, trūksta praktinės veiklos ir realių problemų sprendimo užduočių. Trūksta integruoto STEM disciplinų dėstymo, mokymo programos ne visada atitinka šiuolaikinius rinkos poreikius. Daugelis mokyklų neturi tinkamos infrastruktūros praktiniam STEM mokymui. *Išoriniai barjerai*: mažos investicijos į STEM programas, trūksta lėšų mokytojų kvalifikacijos kėlimui, laboratorijoms ir mokymo priemonėms. Trūksta strateginio STEM ugdymo planavimo ir bendradarbiavimo tarp mokyklų, universitetų ir verslo sektoriaus. Mokytojai dažnai dirba izoliuotai, nėra integruotų programų tarp skirtingų STEM disciplinų. Visuomenėje vis dar gajūs stereotipai, kad STEM yra sunkūs ir tik tam tikriems žmonėms skirti dalykai, o tai mažina mokinių susidomėjimą (Ejiwale, 2013).

Tyrimai atskleidžia, kad skirtingų šalių mokytojai susiduria su įvairiomis kliūtimis diegdami STEAM ugdymą savo mokyklose (Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025). Pagrindinės kliūtys yra susijusios su mokymo programos ribotumu, mokyklos infrastruktūros trūkumais ir nepakankamomis edukacinėmis priemonėmis. Taip pat buvo išryškinta kvalifikacijos stoka bei ribota pedagoginė patirtis STEAM srityje, dėl kurios kyla sunkumų tinkamai įgyvendinant STEAM programą (Voicu et al., 2022). Kiti svarbūs veiksniai, trukdantys veiksmingai įgyvendinti STEM ugdymą, yra nepakankamas mokytojų pasirengimas, nepakankama švietimo sistemos parama ir menkas mokslinis bendradarbiavimas STEM srityse. Galiausiai viena iš kliūčių įgyvendinant tokį ugdymo modelį yra netinkama mokyklų infrastruktūra, nepakankama materialinė ir techninė bazė bei ribotas laikas praktiniams užsiėmimams klasėje (Ejiwale, 2013; Olaitan, 2025). Pateiktoje 7 lentelėje apžvelgiami pagrindiniai iššūkiai, su kuriais susiduria STEAM švietimas priešmokyklinėse įstaigose (Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025).

7 lentelė. STEAM ugdyme iškylantys barjerai (sudaryta autorės remiantis Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025)

Barjerų tipai	Barjerai	Iššūkiai/ strategijos
Vidiniai barjerai	Dabartinių mokymo programų nelankstumas	Tradicinės mokymo programos dažnai nesuteikia pakankamai erdvės STEAM dalykų integravimui. Reikalingas tarpdisciplininis požiūris ir mokymo programų pritaikymas.
	Nepakankamas pedagogų pasirengimas	Daugelis mokytojų neturi tinkamo išsilavinimo STEAM ugdymui arba nėra išmokyti taikyti technologijomis grįstų mokymo metodų. Būtina kurti specializuotas mokymo programas, organizuoti seminarus ir mokymus.
	Technologinio raštingumo skirtumai	Ne visi pedagogai ir tėvai yra pakankamai susipažinę su skaitmeninėmis technologijomis, todėl jiems gali būti sunku įsitraukti į STEAM ugdymą. Reikalingos papildomos mokymosi galimybės pedagogams ir tėvams.

Barjerų tipas	Barjerai	Iššūkiai/ strategijos
	Metodinių priemonių trūkumas	Mokytojams trūksta aiškių gairių ir metodinių rekomendacijų, kaip efektyviai įtraukti STEAM ugdymą į kasdienę veiklą. Reikalinga daugiau praktinių pavyzdžių ir priemonių. Ikimokyklinio amžiaus vaikams STEAM turinį reikia pateikti žaidimo forma, tačiau trūksta mokslinių tyrimų ir gairių, kaip geriausiai tai padaryti. Reikalingas didesnis dėmesys ankstyvojo ugdymo tyrimams ir inovacijoms.
Išoriniai barjerai	Tėvų nepakankamas įsitraukimas	Kai kurie tėvai skeptiškai vertina STEAM metodikų taikymą ankstyvajame ugdyme arba nepakankamai supranta jų svarbą. Reikalingos informacinės kampanijos, seminarai ir dirbtuvės, skatinantys aktyvesnį jų dalyvavimą.
	Finansavimo trūkumas	Riboti biudžetai neleidžia įsigyti reikiamų mokymo priemonių, organizuoti papildomų mokymų ar kurti STEAM laboratorijų. Reikalingas didesnis švietimo finansavimas ir partnerystės su verslo bei mokslo institucijomis.
	Materialinių ir techninių išteklių trūkumas	Daugelyje ikimokyklinių įstaigų nėra modernių technologinių priemonių, tokių kaip robotikos rinkiniai, 3D spausdintuvai ar interaktyvios platformos. Reikalingos investicijos iš vyriausybės ir privačių rėmėjų.

Kaip pateikta 7 lentelėje, STEAM ugdymo plėtrai ikimokyklinėse įstaigose kyla įvairių kliūčių, tarp kurių reikšmingiausi yra materialinių ir techninių išteklių trūkumas, pedagogų nepakankamas pasirengimas, tėvų įsitraukimo stoka, esamos mokymo programos nelankstumas, finansavimo problemos, metodinių priemonių stygius, technologinio raštingumo skirtumai ir vaikų amžiui tinkamų metodų trūkumas (Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025).

STEAM ugdyme iškylantys barjerai išryškina keletą pagrindinių mokytojų veikloje kylančių iššūkių. Viena iš esminių kliūčių yra nepakankamas pedagogų pasirengimas. Daugelis mokytojų neturi specifinių žinių apie STEAM metodikas arba nėra išmokyti efektyviai taikyti technologijomis grįstų mokymo metodų (Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022). Ši problema dar labiau išryškėja dėl metodinių priemonių trūkumo, kuris apsunkina mokytojų galimybes integruoti STEAM veiklas į kasdienį ugdymą (Tokhtapolatovna, 2025). Be to, dalis mokytojų susiduria su technologinio raštingumo skirtumais – ne visi pedagogai yra pakankamai susipažinę su skaitmeninėmis technologijomis, todėl jiems gali kilti sunkumų diegiant inovatyvius ugdymo metodus (Olaitan, 2025). Nors daugelis mokytojų teigė, kad socialinė-emocinė raida yra svarbi STEAM mokyme, jie negalėjo tiksliai paaiškinti, kaip STEAM prisideda prie vaikų socialinės-emocinės raidos. Jie pateikė gana siaurą šių įgūdžių apibrėžimą, apsiribodami empatija, bendradarbiavimu, saviverte ir užtikrintumu, tačiau nesusiejo jų su tokiais svarbiais socialinio-emocinio ugdymo aspektais kaip savikontrolė, pasitikėjimas savimi, savimonė ir sprendimų priėmimo įgūdžiai (Voicu et al., 2022). Siekiant įveikti šiuos iššūkius, būtina organizuoti specializuotas mokytojų mokymo programas, skirtas STEAM metodikos diegimui. Pedagogams reikalingos nuolatinės profesinio tobulėjimo galimybės, seminarai ir praktiniai mokymai, kurie suteiktų jiems tiek teorinių žinių, tiek praktinių gebėjimų, leidžiančių efektyviai integruoti STEAM principus į ugdymo procesą (Tokhtapolatovna, 2025).

Daugelyje ugdymo įstaigų trūksta modernių technologijų, tokių kaip robotikos rinkiniai, 3D spausdintuvai ar interaktyvios mokymo priemonės, o tai apsunkina praktinių STEAM veiklų įgyvendinimą (Tokhtapolatovna, 2025). Trūksta mokymo priemonių, eksperimentams reikalingų technologijų ir laboratorijų (Voicu et al., 2022). STEM mokymasis dažnai reikalauja specializuotų

įrankių ir technologijų, skirtų praktiniams projektams bei eksperimentams. Tačiau daugelis ugdymo įstaigų, ypač esančių nepakankamai finansuojamuose rajonuose, susiduria su sunkumais įsigyjant ir išlaikant reikiamus išteklius (Olaitan, 2025). McClure et. al. (2017) pabrėžia, kad esminių STEM priemonių, tokių kaip robotikos rinkiniai, mokslinė įranga ar kompiuteriai, trūkumas gali labai riboti mokytojų galimybes įtraukti mokinius į prasmingas STEM veiklas. Šios problemos sprendimui būtinos investicijos tiek iš viešojo, tiek iš privataus sektoriaus Bryan et al. (2015) siūlo, kad bendruomenės bendradarbiavimas gali padėti užpildyti išteklių spragas ir suteikti mokykloms galimybę pasiūlyti išsamesnį STEM ugdymą.

Mokymo programų nelankstumas yra vienas iš pagrindinių barjerų, trukdančių efektyviai įgyvendinti STEM ugdymą (Leung, 2023). Griežtai reglamentuotas turinys, tradiciniai vertinimo metodai ir administraciniai suvaržymai riboja mokytojų galimybes įgyvendinti praktinius ir tiriamuosius mokymo metodus Mokymo programų nelankstumas, pasireiškiantis disciplininio nesuderinamumu su STEM principais (Hu ir Yelland, 2019), standartizuotų programų spaudimu ir tradiciniais vertinimo metodais riboja mokytojų galimybes taikyti inovatyvius mokymo metodus, mažina jų pasitikėjimą savimi bei apsunkina STEM ugdymo integraciją, todėl siūloma kurti lankstesnes programas (Dilek et al., 2020), diegti alternatyvius vertinimo metodus ir stiprinti pedagogų kvalifikaciją (Leung, 2023). Mokymo programos dažnai būna pernelyg griežtos ir nelankščios, todėl būtina taikyti tarpdisciplininį požiūrį ir integruoti turinį į ugdymo procesą lanksčiau, kad jis galėtų geriau atitikti mokinių poreikius ir interesus (Tokhtapolatovna, 2025).

Dar viena kliūtis – nevienodas technologinis raštingumas tarp pedagogų, vaikų ir tėvų, apsunkinantis STEAM ugdymo procesą (Sulistyaningtyas et al., 2023). Kamaruddin, Abdullah, Idris ir Nawi (2017) nurodo, kad daugelis priešmokyklinio ugdymo mokytojų turi žemą informuotumą apie ICT (informacinių ir komunikacinių technologijų) naudojimą, kas trukdo jų gebėjimui sėkmingai integruoti technologijas į mokymo praktiką. Huanga et al. (2016) taip pat pastebi, kad jaunesni mokytojai, nors ir susiduria su technologijų naudojimo iššūkiais, paprastai jaučiasi pasitikintys, o vyresniems mokytojams trūksta pasitikėjimo dėl technologinio raštingumo trūkumų. Woo, White ir Lai (2016) teigia, kad technologijų naudojimas turi neigiamą poveikį vaikų sveikatai. Ilgalais technologijų naudojimas gali sukelti regos problemas, raumenų nuovargį ir kitus sveikatos sutrikimus todėl ugdymo įstaigose reikia riboti jų prieigą. Šie barjerai rodo, kad technologijų integravimas į ankstyvąjį ugdymą susiduria su iššūkiais, tačiau teisingos mokymosi strategijos, biudžeto valdymas ir sveikatos saugos priemonės gali padėti įveikti šias kliūtis. Mokytojai turi būti gerai pasirengę ir išmokti technologijų taikymo strategijų, kad galėtų išnaudoti technologijų potencialą vaikų ugdyme (Sulistyaningtyas et al., 2023).

Nepakankamas informuotumas ir supratimas apie STEAM metodikos naudą taip pat yra veiksnys, trukdantis jos integracijai į ugdymo procesą. Švietimo bendruomenės, tėvai ir mokiniai gali būti nepakankamai susipažinę su šios metodikos tikslais ir teigiamais rezultatais, susijusiais su įgūdžių ugdymu ir pasirengimu būsimai karjerai (Gözüm, Papadakis ir Kalogiannakis, 2022). Dėl to gali kilti nepasitikėjimas ar susidomėjimo stoka, apsunkinanti jos įgyvendinimą. Tėvų įsitraukimo stoka gali reikšmingai trukdyti STEAM ugdymui. Jei tėvai nesupranta STEAM ugdymo svarbos, jie gali neskatinti savo vaikų domėtis šiomis sritimis, nesuteikti reikalingos paramos ir motyvacijos namuose, arba nesuprasti, kaip padėti vaikams spręsti su STEAM susijusius iššūkius (Pinzón et al., 2024). Daugelis tėvų palaiko lyčių lygybę, tačiau kai kurie vis dar laikosi stereotipų (pvz., mergaitės turėtų žaisti ramesnius žaidimus), ir dauguma tėvų (išskyrus Lietuvoje) nebuvo girdėję apie STEAM prieš dalyvaudami tyrime (Voicu et al., 2022).

Finansavimo trūkumas taip pat išlieka dideliu iššūkiu, nes riboti biudžetai neleidžia užtikrinti tinkamų priemonių ar organizuoti papildomų mokymų (Tokhtapolatovna, 2025). Be to, išteklių ir institucinės paramos stoka gali būti laikoma reikšminga kliūtimi. Kai kurios švietimo įstaigos neturi pakankamo finansavimo ir įsipareigojimo užtikrinti tinkamą įrangą, medžiagas bei erdves, reikalingas STEAM projektų įgyvendinimui (Johnson, 2017). Be tvirtos vadovybės paramos ir reikalingų išteklių, mokytojams gali būti sudėtinga organizuoti kokybiškas STEAM veiklas (Pinzón et al., 2024). Partnerystės su verslo bei akademinėmis institucijomis gali padėti kompensuoti šiuos trūkumus. (Tokhtapolatovna, 2025). Nors kiekviena mokykla turi savo biudžeto politiką technologijų įrangos pirkimui, tai tampa problema, kai fondai yra riboti arba nėra paskirstyti (Sulistyaningtyas, Astuti ir Yuliantoro, 2023). Huang, Li ir Fonga (2016) nustatė, kad technologijų įrangai įsigyti nebuvo paskirtas specialus finansavimas, nes mokyklos teikia pirmenybę mokymo medžiagoms ir žaidimų įrankiams.

STEAM metodikos pritaikymas ikimokyklinio amžiaus vaikams reikalauja žaidybinio ir kūrybinio požiūrio, tačiau šioje srityje trūksta mokslinių tyrimų ir praktinių gairių, todėl būtina skatinti inovacijas bei ankstyvojo ugdymo tyrimus (Ejiwale, 2013; Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025). Be to, mokytojams trūksta aiškių gairių ir metodinių rekomendacijų, kaip efektyviai įtraukti STEAM ugdymą į kasdienes veiklas, todėl reikia daugiau praktinių pavyzdžių ir priemonių (Tokhtapolatovna, 2025). Viena iš labiausiai pastebimų kliūčių, kurią jie nurodė, yra tradicinių pedagoginių metodų išlikimas. Mokytojai pažymėjo, kad per savo pedagoginę praktiką jie daugiausia taikė įprastus mokymo metodus, kuriuose akcentuojama žinių perdavimas vienpusiu būdu, su mokytoju, kuris yra žinių savininkas ir perdavėjas (Pinzón et al., 2024). Įvertinti ir pritaikyti mokyklų programas, kad būtų veiksmingai integruojami STEAM užsiėmimai. Tai galėtų apimti tvarkaraščių ir dalykų peržiūrą, kad būtų galima vykdyti tarpdisciplininius projektus (Pinzón et al., 2024). Sukurti tęstinio ugdymo ir mokymo programas mokytojams, kurios būtų orientuotos į STEAM metodikas ir pedagogines strategijas. Šios programos turėtų apimti seminarus, dirbtuves ir kursus, kurie suteiks mokytojams reikiamus įrankius integruoti STEAM į savo pamokas (Pinzón et al., 2024).

Atlikta analizė atskleidžia, kad pagrindiniai vyraujantys barjerai ikimokykliniame STEAM ugdyme tai: trūksta mokymų ir metodinių priemonių, o mokytojai dažnai neturi pakankamo STEAM kompetencijų lygio. Nepakankamos investicijos į STEAM priemones, laboratorijas ir mokytojų kvalifikacijos kėlimą. Ikimokyklinės įstaigos dažnai neturi reikiamos įrangos. Griežtos ugdymo programos apsunkina STEAM integraciją. Kai kurie tėvai skeptiškai vertina STEAM ugdymą arba nesupranta jo reikšmės. Ne visi mokytojai pakankamai išmano technologijas. Nebūdingi arba mažiau akcentuojami barjerai: socialiniai stereotipai apie STEAM – nors minimi literatūroje, ikimokykliniame ugdyme jie nėra tokie ryškūs kaip vyresniame amžiuje. Mokslinio bendradarbiavimo trūkumas – mažiau aktualu ikimokykliniame lygmenyje nei aukštesnėse ugdymo pakopose. Standartizuoti vertinimo metodai – mažiau aktualu, nes ankstyvasis ugdymas dažniausiai orientuotas į žaidybines veiklas, o ne formalius vertinimus.

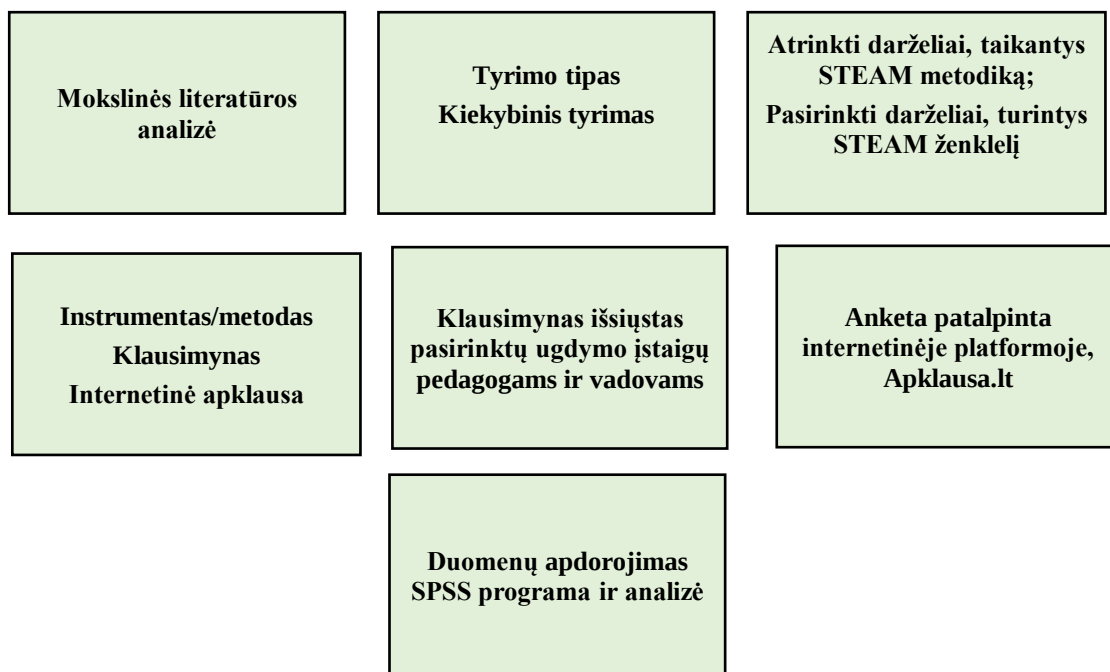
Apibendrinant galima teigti, kad STEAM metodikos įgyvendinimas ikimokyklinio ugdymo procese susiduria su įvairiais barjeriais. Pagrindinės kliūtys yra nepakankami materialiniai ir techniniai išteklių, pedagogų pasirengimo stoka, nepakankamas tėvų įsitraukimas ir nelankstus esamų mokymo programų struktūravimas. Dažnai trūksta modernių technologijų ir metodinių priemonių, o pedagogai nėra pakankamai pasiruošę naudoti technologijomis pagrįstus mokymo metodus. Taip pat kyla sunkumų dėl tėvų skeptiško požiūrio į STEAM metodikas ir jų nepakankamo įsitraukimo į procesą. Kiti iššūkiai apima ribotą finansavimą ir infrastruktūros trūkumus, kurie apsunkina

reikalingų priemonių įsigijimą. Siekiant įveikti šias kliūtis, būtina kurti lanksčias mokymo programas, organizuoti mokytojų mokymus bei stiprinti bendradarbiavimą su tėvais ir švietimo institucijomis, taip pat skatinti investicijas į technologinius išteklius.

2. Tyrimo metodika

Norint užtikrinti tyrimo patikimumą ir nuoseklumą, buvo laikomasi aiškos tyrimo organizavimo ir vykdymo sekos. Žemiau pateiktame paveiksle schematiškai pavaizduoti pagrindiniai tyrimo etapai, pradedant nuo teorinio pagrindo formavimo iki duomenų analizės ir išvadų pateikimo. 3 paveiksle pateikta tyrimo eiga.

2.1. Tyrimo organizavimas ir tipas



3 pav. Tyrimo organizavimas

Kaip pateikta 3 paveiksle, tyrimas vyko šiais etapais: pirma-išanalizuota mokslinė literatūra apie STEAM metodiką ir jos taikymą ankstyvajame ugdyme; parengtas originalus tyrimo instrumentas - klausimynas, skirtas darželių pedagogams ir vadovams. Pasirinkti darželiai, kurie deklaruoja STEAM metodikos taikymą. Atskirai išskirti darželiai, turintys STEAM įgyvendinimą patvirtinantį ženklą. Surinkti atsakymai iš pedagogų ir vadovų, dirbančių pasirinktose įstaigose. Anketa buvo sukurta naudojantis Apklausa.lt platforma ir paskelbta internetinėje erdvėje – socialiniuose tinkluose skirtoje ikimokyklinio ugdymo pedagogams taip pat išsiųsta ikimokyklinio ugdymo įstaigoms, kurios taiko STEAM metodiką ir yra gavusios STEAM eksperto ženklelį. Remiantis STEM School Label (2025), STEM mokyklos ženklas – tai Europos iniciatyva, skirta įvertinti ir pripažinti mokyklas, kurios kryptingai ugdo STEM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos) sritis. Jis suteikiamas pagal tam tikrus kriterijus, įvertinus mokyklos strategiją, veiklas ir pažangą. Ženklas padeda mokyklai tapti labiau matomai Europoje, dalintis gerąja patirtimi, stiprinti bendruomenę ir plėtoti bendradarbiavimą. Mokyklos gali gauti vieną iš trijų lygių ženklų: **pradedančiosios**, **pažengusios** arba **patyrusios** STEM mokyklos. Taip pat klausimynas patalpintas internetinėje erdvėje. Surinkti duomenys apdoroti naudojant SPSS programą. Remiantis gautais rezultatais, pateiktos tyrimo išvados bei praktinės rekomendacijos.

Tyrimo tipas. Pasirinktas kiekybinio tyrimo prieiga. Tokia prieiga pasirinkta orientuojantis į jau atliktus tyrimus, analizavusius STEAM (mokslas, technologijos, inžinerija, menai ir matematika) ir

veiksnius, darančius įtaką ikimokyklinio ugdymo pedagogų STEAM veiklų įgyvendinimui (Nguyen, Hà, Mai, Vu ir Nguyễn, 2025). Šie tyrimai apžvelgė ankstyvojo ugdymo mokytojų taikomas STEAM praktikas ir jų poveikį, įskaitant vaikų „minkštųjų ir kietųjų įgūdžių“ ugdymą bei mokytojų profesinį tobulėjimą (Monkevičienė, Autukevičienė, Kaminskienė ir Monkevičius, 2020). Taip pat buvo atliktas tyrimas, kuris nagrinėjo trumpųjų vaizdo įrašų poveikį būsimų ikimokyklinio ugdymo mokytojų STEAM mokymosi rezultatams (Nong, Liao, Ye, Wei, Zhao ir Nong, 2022). Buvo tirtas ikimokyklinio ugdymo mokytojų požiūris į STREAM ugdymo įgyvendinimą, įvertinti šio įgyvendinimo iššūkiai bei palyginti būsimą ir dirbančio mokytojo požiūriai į STREAM taikymą ugdymo procese (Phang, Chong, Che Mustafa ir Mohd Jamil, 2023). Kiekybinis tyrimo metodas apima duomenų rinkimą ir analizę naudojant skaičius ir statistiką. Šis metodas dažnai taikomas siekiant išmatuoti kintamųjų tarpusavio ryšius, patikrinti hipotezes ir daryti apibendrinimus apie didesnes populiacijas. Vienas iš pagrindinių privalumų – uždaro tipo klausimais ir statistika pagrįsti duomenys, leidžiantys užtikrinti objektyvumą ir tikslumą (Abuhamda, Ismail ir Bsharat, 2021). Kiekybiniai metodai suteikia galimybę apibendrinti rezultatus platesnėms grupėms, nes naudojant reprezentatyvią imtį ir statistinius metodus galima daryti išvadas apie visą populiaciją. Kiekybiniai metodai taip pat padeda testuoti hipotezes ir ieškoti ryšių tarp kintamųjų, nes naudojant tokius įrankius kaip regresijos analizė ar variacijos analizė, galima aptikti tendencijas, ryšius ir reikšmingus skirtumus (Hair et al., 2010). Tačiau šie metodai turi ir trūkumų. Pavyzdžiui, jie dažnai nepilnai atskleidžia žmogiškosios patirties gilumą, emocijas ir motyvus, nes kiekybiniai duomenys orientuoti į kiekybines savybes, bet ne į kokybines (Denzin ir Lincoln, 2018). Taip pat gali būti sunku užtikrinti duomenų validumą ir patikimumą, ypač kai tyrimas apima įvairias populiacijas ar abstrakčius konstruktus. Kiekybiniai tyrimai gali taip pat praleisti netikėtus veiksniai, turinčius įtakos rezultatams, nes jie dažniausiai orientuoti į konkretų hipotezių patikrinimą ir nesugeba atskleisti platesnio konteksto (Creswell ir Creswell, 2017).

2.2. Tyrimo instrumento ir metodo pagrindimas

Tyrimui atlikti pagrįstas originalus tyrimo instrumentas – klausimynas (žr.1 priedą). Klausimyną apibūdina Sreejesh, Mohapatra ir Anusree (2014) teigdami, kad tai struktūruota klausimų seka, pateikiama respondentams, kartu su aiškiomis instrukcijomis, nurodančiomis klausimų pateikimo tvarką ir atrankos kriterijus. Šis įrankis pasižymi dideliu universalumu įvairiose mokslinių tyrimų srityse – tiek apklausų tyrimuose, tiek eksperimentiniuose tyrimuose – suteikdamas tyrėjams struktūruotą sistemą, leidžiančią sistemingai rinkti duomenis ir analizuoti išvagas. Kuphanga (2024) teigia, kad struktūruoti klausimynai dažniausiai naudojami kiekybiniuose tyrimuose – jie leidžia rinkti skaitinius duomenis įvairiomis apklausų formomis, tokiomis kaip paštas, elektroninė apklausa, pokalbis akis į akį ar telefoninis interviu. Šie klausimynai, ar tai būtų savarankiškai pildomi, ar administruojami apklausėjo, atlieka svarbų vaidmenį renkant faktinę informaciją, analizuojant elgseną, vertinant grupių nuostatas bei matuojant, klientų pasitenkinimo vertinimą ir pradinių duomenų nustatymą ilgalaikiams (ilgalaikės trukmės) tyrimams. Sreejesh et al. (2014) išsamiau aprašo keturias pagrindines klausimyno funkcijas mokslinių tyrimų procese. Jie teigia, kad klausimynai palengvina duomenų rinkimą, pateikdami standartizuotus klausimus, bei padeda sistemingai organizuoti interviu, siekiant užtikrinti nuoseklumą ir efektyvumą. Taip pat autoriai pabrėžia, jog klausimynai nustato vienodus atsakymų fiksavimo metodus, kas leidžia veiksmingai analizuoti duomenis. Be to, jie pateikia struktūruotą informaciją, būtiną tiek kiekybinių, tiek kokybinių duomenų vertinimui, taip reikšmingai prisidedami prie tyrimo proceso (Kuphanga, 2024).

Šis klausimynas buvo sudarytas siekiant išsiaiškinti pagrindinius barjerus, trukdančius efektyviai įgyvendinti STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme, ir nustatyti galimybes šiems barjerams sumažinti. Remiamasi teorinėmis nuostatomis apie STEAM metodikos integravimą ir su tuo susijusius vidinius ir išorinius barjerus. Atsižvelgiama į literatūrą, pavyzdžiui, Pirkkalainen ir Pawlowski (2013), Sostrin (2009), Hamutoğlu ir Başarmak (2020), Ejiwale (2013), kurie pabrėžia, kad vidiniai barjerai (pedagogų pasirengimas, mokymo metodai) ir išoriniai barjerai (ištekliai, infrastruktūra, tėvų įsitraukimas) gali neigiamai paveikti STEAM metodikos diegimą.

- ✓ Vidiniai barjerai: nepakankamas mokytojų pasirengimas diegti STEAM, trūksta praktinio mokymo, integruoto disciplinų dėstymo, technologinio raštingumo, metodinių gairių, programų nelankstumas.
- ✓ Išoriniai barjerai: trūkstama infrastruktūra, nepakankamos finansinės ar technologinės priemonės, administraciniai apribojimai ir socialinė aplinka.

Klausimyno struktūra pateikta 8 lentelėje.

8 lentelė. Klausimyno struktūra pagal temas

Tema	Klausimai	Kas siekiama ištirti
Respondentų demografinė informacija	1-5	Klausimai apie respondentų lytį, amžių, profesiją, pedagoginio darbo patirtį ir darbo vietą. Tai padeda nustatyti respondentų demografinę struktūrą ir analizės grupių skirtingus aspektus.
STEAM metodikos diegimas ir taikymas	6-9	Klausimai skirti išsiaiškinti, kaip STEAM metodika yra įdiegta įstaigoje, kiek laiko ji taikoma, kas paskatino jos įdiegimą, kaip dažnai taikoma ir kaip vertinamas įstaigos pasirengimas šiai metodikai.
Vidiniai barjerai	10–19	Klausimai apie pedagogų, įstaigos pasirengimą taikyti STEAM metodiką. Kokie pokyčiai būtų naudingi, reikalingi. Praktinis ir technologinis raštingumas.
Išoriniai barjerai	20–28	Klausimai apie kvalifikacijos kėlimo programų ir metodinių gairių prieinamumą tėvų įsitraukimą, finansinius išteklius, priemonių turėjimą. bendradarbiavimas su verslu ir mokslo institucijomis.
STEAM veiklų kokybė ir aplinka, rekomendacijos	29	Kas reikalinga STEAM veiklų kokybei gerinti.

Sudarytas klausimynas 8 lentelė, apima 5 pagrindines temas, susijusias su STEAM metodikos diegimu ir taikymu ikimokykliniame ugdyme, iš viso sudaryta 29 klausimas. Pirmoji tema – demografinė informacija – apima 5 klausimus, kuriais siekiama surinkti bendrus duomenis apie respondentų amžių, lytį, profesiją, darbo stažą ir įstaigos tipą. Antroji tema – STEAM metodikos diegimas ir taikymas – sudaryta iš 4 klausimų, skirta išsiaiškinti, kaip ilgai, koku intensyvumu ir kokiais motyvais įstaigos taiko STEAM metodiką bei kaip įstaigos vertina savo pasirengimą. Trečioji tema – vidiniai barjerai – apima 9 klausimų, kuriais siekiama įvertinti pedagogų pasirengimą taikyti STEAM, kvalifikacijos kėlimo programų pakankamumą, metodų kūrybiškumą, programų integraciją bei lankstumą, taip pat technologinio raštingumo lygį ir metodinių priemonių prieinamumą. Ketvirtoji tema – išoriniai barjerai – susideda iš 9 klausimų, kurie nagrinėja finansinių ir materialinių išteklių prieinamumą, tėvų įsitraukimą bei galimybes bendradarbiauti su verslu ar mokslo institucijomis. Penktoji tema – STEAM veiklų kokybė, aplinka ir patrauklumas – apima 1 klausimus, skatinančius įsivertinti tyrinėjimų laiką, aplinkos tinkamumą kūrybiškumui, grįžtamojo ryšio apklausų dažnumą ir informacijos rinkimo bei papildomų išteklių poreikius. Klausimynas paremtas teorine literatūra (Pirkkalainen ir Pawlowski, 2013; Sostrin, 2009; Hamutoğlu ir Başarmak, 2020; Ejiwale, 2013;

Voicu et al., 2022; Tokhtapolatovna, 2025; Olaitan, 2025), kuri padėjo identifikuoti pagrindinius vidinius ir išorinius barjerus bei numatyti vertinimo kryptis.

Internetinė apklausa pasirinkta, nes vienas ryškiausių internetinių apklausų pranašumų – jų ekonomiškumas (Saleh ir Bista, 2017). **Internetinės apklausos** – tai duomenų rinkimo metodas, kai respondentai pateikia atsakymus į klausimyną internetu, paprastai per el. paštą, internetinę platformą ar socialinius tinklus. Šis metodas per pastaruosius dešimtmečius tapo itin populiarus tiek akademiniuose, tiek verslo ir viešojo sektoriaus tyrimuose (Wu, Zhao ir Fils-Aime, 2022). Kadangi nereikia popieriaus, siuntimo ar duomenų įvedimo darbų, tyrimų sąnaudos gali būti žymiai mažesnės nei naudojant tradicinius metodus (Saleh ir Bista, 2017). Internetinės apklausos leidžia greitai platinti klausimynus ir gauti atsakymus per labai trumpą laiką, ypač palyginus su pašto ar telefoninėmis apklausomis (Wu et al., 2022). Internetas leidžia apklausti didelį skaičių žmonių iš įvairių geografinių vietovių, kas suteikia tyrimui platesnį mastą ir įvairovę (Fan ir Yan, 2010; Monkevičienė ir kt., 2020). Respondentai gali pildyti apklausas jiems patogiu laiku ir vietoje, o tyrėjai gali lengvai stebėti atsakymų eigą realiu laiku bei atlikti analizę iškart surinkus duomenis (Wu et al., 2022). Bryman (2016) taip pat pažymi, kad toks duomenų rinkimo būdas skatina respondentų anonimiškumą ir gali didinti jų atvirumą, ypač kai tyrinėjami profesiniai įsitikinimai ar vertinimai.

2.3. Tyrimo duomenų analizės metodai

Tyrimo duomenų analizė buvo atlikta naudojant IBM SPSS 26 versiją. Pirmiausia buvo atlikti aprašomieji statistiniai skaičiavimai, įvertinant vidurkius, standartinius nuokrypius, dažnius ir procentinius dažnius, siekiant išsiaiškinti respondentų atsakymų pasiskirstymą pagal įvairius klausimus apie STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme.

Norint nustatyti pagrindinius barjerus, susijusias su STEAM metodikos taikymu, buvo atlikta faktorinė komponentų analizė. Ryšių tarp kintamųjų priklausomybė buvo analizuota Spearmano koreliacine analize, siekiant įvertinti, kaip pedagogų pasirengimas naudoti STEAM metodiką priklauso nuo jų taikomo STEAM metodikos patirties. Koreliacijos stiprumas tarp intervalinių kintamųjų buvo įvertintas Pearsono koreliacijos koeficientu. Norint nustatyti nepriklausomų kintamųjų įtaką priklausomiems kintamiesiems, buvo atlikta regresinė analizė, kuri leido nustatyti, kaip pedagogų patirtis veikia jų pasirengimą taikyti STEAM metodiką bei vaiko aktyvumą STEAM veiklose. Visi atlikti statistiniai analizės metodai buvo vertinami pagal reikšmingumo lygį $p < 0,05$. Jeigu p reikšmė buvo mažesnė už šį lygį, skirtumai tarp grupių buvo laikomi statistiškai reikšmingais. Rezultatai Excel programos pagalba pateikti diagramose kad aiškiai pavaizduotų gautus duomenis.

2.4. Tyrimo dalyvių charakteristika, imtis, etika

Tyrimo populiaciją sudarė ikimokyklinio ugdymo pedagogai ir vadovai, taikantys STEAM metodiką savo praktinėje veikloje. Socialinės-demografinės tyrimo dalyvių charakteristikos pateiktos 9 lentelėje. Tyrimo metu buvo išdalinta 143 anketų, kurios buvo pateiktos ikimokyklinio ugdymo įstaigų pedagogams tiek popieriniu, tiek elektroniniu formatu ir pasidalinta internetinėje erdvėje. Iš viso grįžo 103 pilnai užpildytų anketų, kas sudaro 72,2 proc. grąžinimo rodiklį.

9 lentelė. Tyrimo dalyvių imtis socialinės-demografinės charakteristikos proc. (n=103)

Charakteristika		N=103 vnt.	Proc.
Lytis	Moteris	102	99

Charakteristika		N=103 vnt.	Proc.
	Vyras	1	1
Amžius	Iki 25 m.	6	5,8
	25-34 m.	14	13,6
	35-44 m.	28	27,2
	45-54 m.	33	32,1
	55-64 m.	21	20,4
	65 m. ir daugiau	1	1
Profesija	Pedagogas	94	91,3
	Vadovas	9	8,7
Pedagoginio darbo patirtis	0 – 1 metų	4	3,9
	1 – 3 metų	13	12,6
	3 – 10 metų	30	29,1
	10 metų ir daugiau	56	54,4
Ugdymo įstaigos tipas pagal pavaldumą	Valstybinė	95	92,2
	Privati	8	7,8
Kaip įstaiga taiko STEAM metodiką	Įstaiga turi STEAM ženklelį	35	34
	Įstaiga neturi STEAM ženklelio, bet taiko STEAM metodiką	68	66

Kaip pateikta 9 lentelėje, tyrime dalyvavo 103 respondentų – ikimokyklinio ugdymo pedagogų ir vadovų, dirbančių pagal STEAM metodiką. Tyrimo dalyvių daugumą sudarė moterys 99 proc. Daugiausia respondentų priklauso 45–54 m. 32,1 proc. ir 35–44 m. 27,2 proc. amžiaus grupėms. Didžioji dalis respondentų yra pedagogai 91,3 proc., o vadovai sudarė tik nedidelę dalį 8,7 proc. Net 54,4 proc. apklaustųjų turi daugiau nei 10 metų pedagoginio darbo patirties. Valstybinėse ikimokyklinio ugdymo įstaigose dirba 92,2 proc., o kita dalis 7,8 proc. privačiame sektoriuje. Nors tik 34 proc. įstaigų turi oficialų STEAM ženklelį, net 66 proc. jį taiko be formalaus įvertinimo – STEAM metodika plačiai integruota praktikoje.

Norint įvertinti, ar tyrimo rezultatai atspindi visos tiriamos populiacijos nuomonę, svarbu atsižvelgti į imties dydžio pakankumą bei statistinį reikšmingumą. Tyrimuose dažnai siekiama, kad imties dydis būtų pakankamai didelis, jog būtų galima daryti pagrįstas išvadas apie visą populiaciją. Pasak Neuman et al. (2011), norint sumažinti paklaidą ir padidinti rezultatų patikimumą, rekomenduojama, kad apklaustųjų skaičius būtų ne mažesnis nei 100 respondentų. Kadangi šiame tyrime dalyvavo 103 asmenys, imties dydis atitinka šią rekomendaciją, o tai leidžia manyti, kad rezultatai gali būti laikomi patikimais. Be to, Singh ir Masuku (2014) pateikia orientacinę lentelę, kuri padeda nustatyti, kiek respondentų reikia norint pasiekti 95 proc. pasikliautinumo lygį ir 10 proc. paklaidą, priklausomai nuo visos tiriamos populiacijos dydžio.

10 lentelė. Imties dydis 10 proc. tikslumo lygiu, kai pasitikėjimo lygis yra 95 proc. (sudaryta autorės remiantis Singh ir Masuku, 2014)

Generalinės visumos dydis	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	100000
Imties dydis	83	91	95	97	98	95	100	100

Siekdami atskleisti STEAM ugdymo situaciją šalyje, taikoma atsitiktinė tikimybinė atranka bei tyrimas buvo vykdomas visose Lietuvos savivaldybėse. 11 lentelėje pateikta pasirinktos ikimokyklinio ugdymo įstaigos.

11 lentelė. Pasirinktos ikimokyklinio mokymo įstaigos, kurios taiko STEAM metodiką ir kurioms suteikta STEAM ženklelis.

	Ikimokyklinio ugdymo įstaigos taikančios STEAM metodiką	Ikimokyklinio ugdymo įstaigoms suteiktas STEAM ženklelis
1	Kauno Šančių lopšeliui-darželis	Šiaulių lopšeliui-darželis Berželis
2	Kauno Garliavos lopšeliui-darželis Eglutė	Šiaulių lopšelis – darželis Ežerėlis
3	Kuršėnų lopšeliui-darželis Eglutė	Kretingos lopšelis – darželis Ažuoliukas
4	Vievio lopšeliui-darželis Eglutė	Šiaulių lopšeliui-darželiui Dainelė
5	Garliavos lopšeliui-darželis Obelėlė	Kauno Lopšelis – darželis Žara
6	Vilniaus lopšeliui-darželis Obelėlė	Šiaulių lopšelio-darželio Eglutė
7	Kauno lopšelio-darželio Čiauškutis	Kauno lopšelis-darželis Tukas
8	Kauno lopšelio-darželio Vaivorykstė	Šiaulių lopšeliui-darželis Voveraitė
9	Vilniaus lopšelio-darželio Jurginėlis	Šiaulių lopšeliui-darželis Pasaka
10	Panevėžio lopšelio-darželio Vyturėlis	Kauno lopšelis-darželis Vilnelė
11	Panevėžio lopšelio-darželio Rūta	Klaipėdos lopšelis-darželis Pagrandukas
12	Domeikavos Lopšelis-Darželis Luknė	Trakų lopšelis-darželis Ežerėlis
13	Alytaus lopšelis-darželis Šaltinėlis	Šiaulių lopšelis-darželis Gluosnis
14	Klaipėdos lopšelis-darželis Pumpurėlis	Jonavos lopšelis-darželis Dobilas
15	Kauno lopšelis-darželis Pušaitė	Palangos lopšelis-darželis Gintarėlis

11 lentelėje pateikiamos ikimokyklinio ugdymo įstaigos, kurios buvo įtrauktos į tyrimą. Pirmame stulpelyje nurodytos 15 įstaigų, kurios taiko STEAM metodiką, o antrame stulpelyje – 15 įstaigų, kurioms suteiktas STEAM eksperto ženklelis. Šis atrankos principas leido apimti tiek praktikuojančias STEAM metodiką, tiek ir ekspertinį lygį pasiekusias įstaigas, užtikrinant tyrimo duomenų įvairovę ir aktualumą.

Tyrimo etiniai aspektai. Atliekant šį tyrimą, skirtas ypatingas dėmesys dalyvių privatumui ir konfidencialumui. Apklausa yra visiškai anoniminė – surinkti atsakymai naudoti tik apibendrintai, todėl nėra jokios galimybės identifikuoti konkrečių asmenų. Tyrimas vykdytas vadovaujantis pagrindiniais etikos principais – pagarba, sąžiningumu, atsakomybe ir patikimumu, kurie yra svarbūs siekiant užtikrinti tyrimo kokybę bei objektyvumą (Lietuvos Respublikos akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus įsakymas, 2020).

Asmeniniai duomenys, kurie galėtų atskleisti respondentų tapatybę, nėra renkami. Visa surinkta informacija naudota tik akademiniais, t. y. mokslinio darbo rengimo, tikslais. Tyrimo rezultatai nesiejami su jokių konkrečių asmeniu. Dalyvavimas apklausoje yra laisvas pasirinkimas – kiekvienas

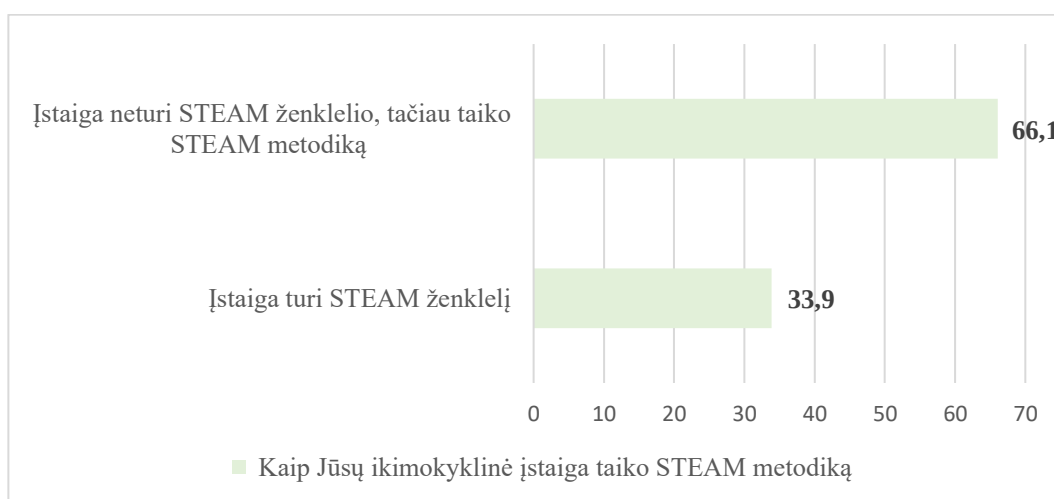
dalyvis gali atsisakyti dalyvauti ar bet kuriuo metu nutraukti dalyvavimą be jokių pasekmių. Duomenys neperduodami tretiesiems asmenims ar skelbiami viešai be respondentų sutikimo. Tyrėjas užtikrina, kad visa tyrimo medžiaga bus tvarkoma atsakingai, laikantis galiojančių teisinių ir etinių reikalavimų.

Tyrimo ribotumas. Nevienodas respondentų pasiskirstymas pagal tai, ar jų ugdymo įstaiga turi STEAM ženklelį: 33,9 proc. respondentų dirba įstaigose, turinčiose STEAM ženklelį, o 65,1 proc. respondentų dirba įstaigose, neturinčiose STEAM ženklelio. Dėl nevienodo pasiskirstymo yra sunkiau objektyviai palyginti situaciją tarp įstaigų, turinčių ir neturinčių STEAM ženklelio.

3. STEAM metodikos realizavimo ikimokykliniame ugdyme barjerų ir jų mažinimo galimybių tyrimo rezultatai

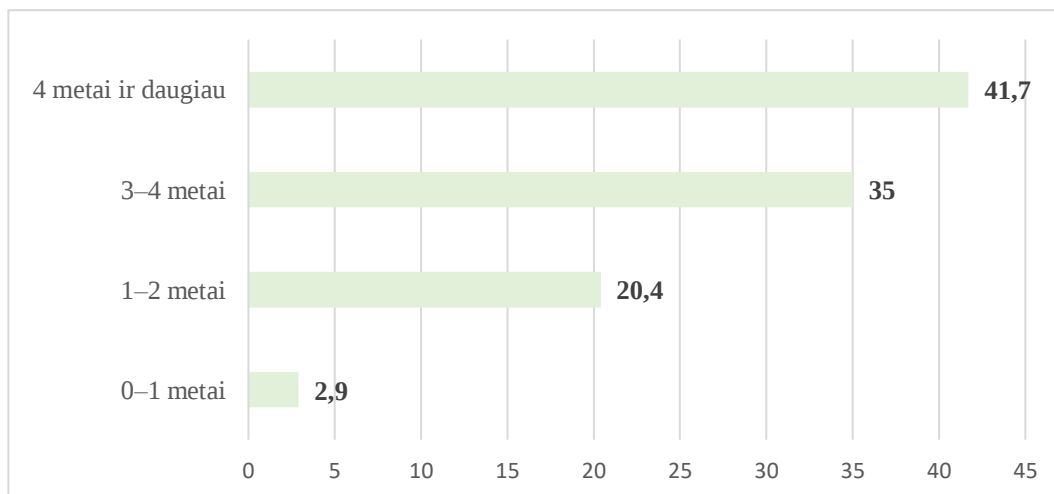
Šioje darbo dalyje atliekama kiekybinių tyrimo duomenų analizė, siekiant įvertinti, kaip ikimokyklinio ugdymo įstaigose taikoma STEAM metodika bei kokie veiksniai daro įtaką jos įgyvendinimui. Analizė paremta struktūruotu klausimynu, kuris buvo suskirstytas į temines sritis, leidžiančias išsamiai ištirti tiek vidinius, tiek išorinius barjerus, susijusius su STEAM metodikos diegimu. Klausimyno temos apima šias pagrindines sritis. STEAM metodikos diegimas ir taikymas, vidiniai barjerai, išoriniai barjerai, STEAM veiklų kokybė ir aplinka. Taip pat šiame etape bus atlikta lyginamoji analizė tarp įstaigų, turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių, siekiant nustatyti, ar šias grupėse ar tokie pat, ar skirtingi barjerai išryškėja. Bus pateikta barjerų didinimo galimybės.

Kaip pateikta 4 pav., apklausoje dalyvavo 103 respondentai, kurių atsakymai atskleidžia, kaip skirtingos ikimokyklinės įstaigos taiko STEAM metodiką ir ar jos yra sertifikuotos su oficialiu STEAM ženkleliu. Šis paveikslas atspindi, ar įstaiga turi STEAM ženklelį, ar taiko šią metodiką be oficialaus sertifikavimo.



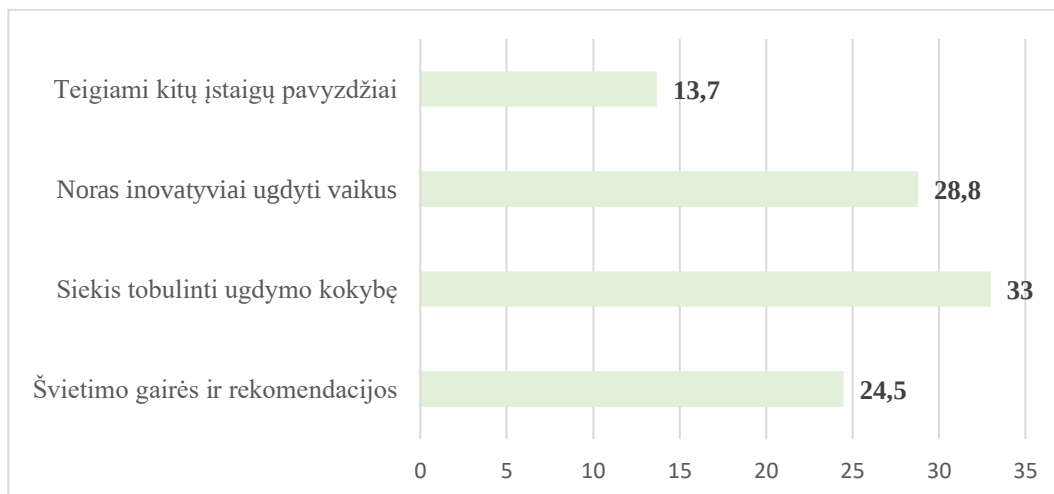
4 pav. Ikimokyklinė įstaiga, turinti ir neturinti STEAM ženklelį proc. (n=103)

Kaip matyti 4 pav., kad 66 proc. respondentų nurodė, jog jų ikimokyklinė įstaiga neturi STEAM ženklelio, tačiau vis tiek taiko STEAM metodiką ugdymo procese. 34 proc. respondentų teigė, jog jų įstaiga turi oficialų STEAM ženklelį, tai patvirtina, kad šios įstaigos atitinka tam tikrus kriterijus ir pripažįsta STEAM metodiką kaip svarbią dalį savo pedagoginės veiklos.



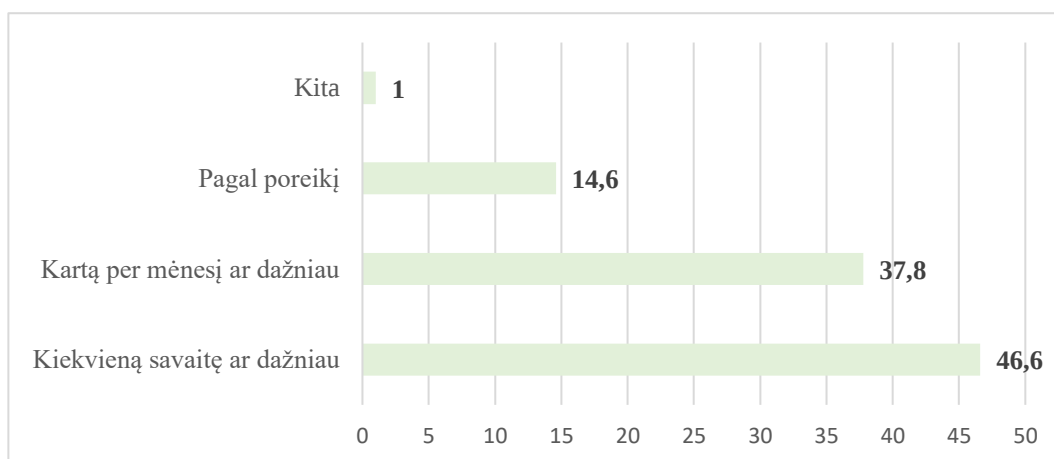
5 pav. STEAM metodikos taikymas ikimokyklinėse įstaigose, turinčiose ir neturinčiose STEAM ženklelį proc.(n=103)

Kaip matyti 5 paveiksle, dauguma ikimokyklinių ugdymo įstaigų STEAM metodiką taiko jau ilgiau nei trejus metus. Beveik pusė 41,7 proc. respondentų nurodė, kad jų įstaigoje STEAM metodika taikoma 4 metus ar ilgiau, 35 proc., kad nuo 3 iki 4 metų. Tuo tarpu tik 2,9 proc. apklaustųjų teigia, kad STEAM metodika pradėta taikyti visai neseniai – per pastaruosius metus, o 20,4 proc., kad metodika taikoma nuo 1 iki 2 metų.



6 pav. Kas paskatino diegti STEAM metodiką ikimokyklinėje įstaigoje proc.(n=103)

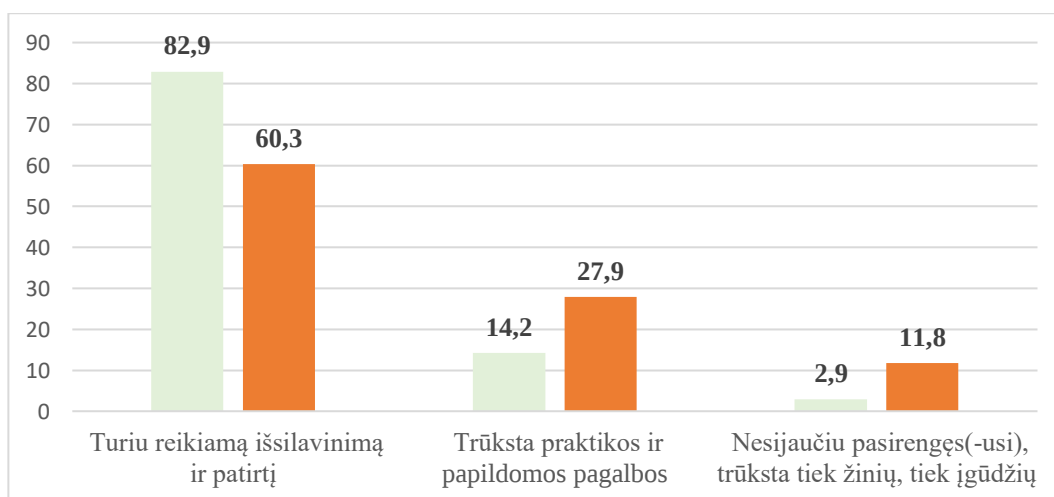
Kaip matyti 6 paveiksle, respondentai nurodė įvairias priežastis, kurios paskatino jų ugdymo įstaigas diegti STEAM metodiką. 33 proc. respondentų teigė, kad pagrindinis veiksnys buvo siekis tobulinti ugdymo kokybę. 28,8 proc. respondentų atsakė, kad sprendimą lėmė noras inovatyviai ugdyti vaikus. 24,5 proc. respondentų nurodė, kad įstaigai įtaką padarė švietimo gairės ir rekomendacijos, o tai atskleidžia, jog nacionalinė ar savivaldybių politika taip pat svarbi metodinių naujovių sklaidai. 13,7 proc. respondentų – teigė, kad jų įstaigą paskatino teigiami kitų įstaigų pavyzdžiai.



7 pav. Kaip pedagogai dažnai taiko STAEM metodiką ikimokyklinėje veikloje proc.(n=103)

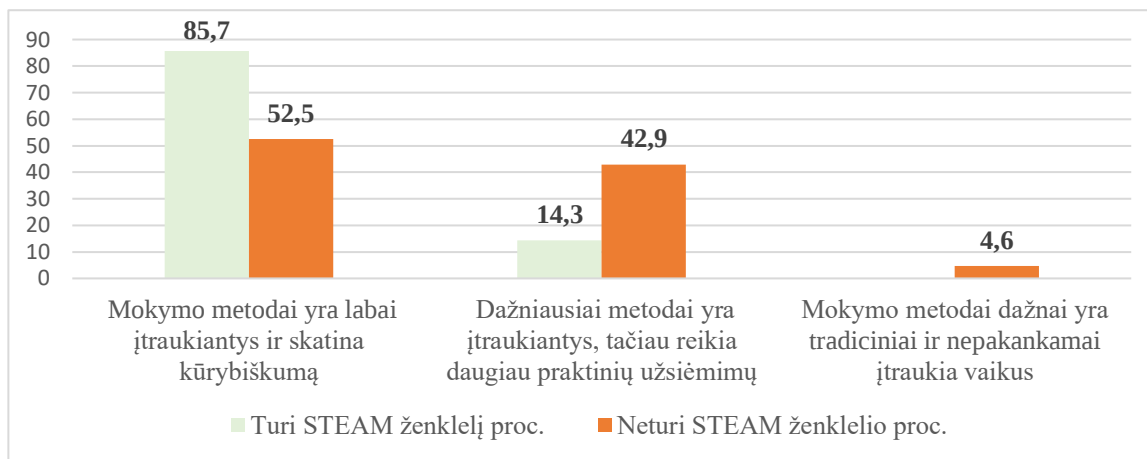
7 paveiksle matyti, kaip dažnai pedagogai taiko STEAM metodiką ugdymo procese. 46,6 proc. respondentų nurodė, kad STEAM metodiką taiko kiekvieną savaitę ar net dažniau. 37,8 proc. respondentų atsakė, kad metodiką taiko kartą per mėnesį ar dažniau. 14,6 proc. respondentų nurodė, kad STEAM metodas taikomas pagal poreikį, o vos 1 proc. pasirinko atsakymą „kita“, kas rodo, kad individualūs arba netipiniai taikymo modeliai yra reti.

3.1. Vidiniai barjerai taikant STEAM metodiką: pasirengimas, kvalifikacija ir vadybiniai aspektai



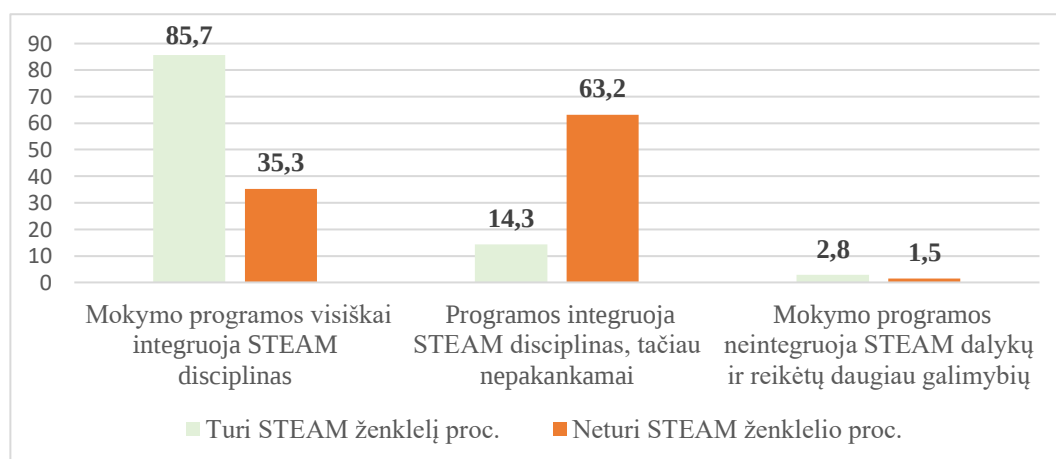
8 pav. Kaip pedagogai vertina pasirengimą taikyti STEAM metodiką ugdymo procese proc.(n=103)

Kaip matyti 8 paveiksle, analizuojant respondentų pasirengimą taikyti STEAM metodiką ugdymo procese, matyti, kad 68,9 proc. nurodė turintys reikiamą išsilavinimą ir patirtį. Iš jų net 82,9 proc. turėjo STEAM ženklelį, o tarp neturinčiųjų – 60,3proc. Tarp neturinčiųjų ženklelio dažniau pasitaikė nepasirengimo atvejai: 27,9 proc. nurodė, kad trūksta praktikos, o 11,8 proc. kad nesijaučia visiškai pasirengę. Tuo tarpu ženklelį turinčiųjų tarpe šie rodikliai buvo žymiai mažesni – atitinkamai 14,2 proc. ir 2,9 proc. Atlikta koreliacija rodo, kad STEAM ženkliuko turėjimas nėra stipriai susijęs su pasirengimu taikyti STEAM metodiką. Koreliacijos koeficientas yra silpnas ($R = 0,188$), o modelis paaiškina tik 3,5 proc. pasirengimo pokyčių ($R^2 = 0,035$). Tai rodo, kad kiti veiksniai, nei ženklelio turėjimas, turi didesnę įtaką pedagogų pasirengimui taikyti STEAM metodiką. Be to, atlikti ANOVA rezultatai rodo, kad skirtumai tarp grupių (turinčių ir neturinčių ženkliuką) nėra statistiškai reikšmingi ($p = 0,056$). Tai patvirtina, kad ženkliuko turėjimas neturi reikšmingos įtakos respondentų pasirengimui taikyti STEAM metodiką.



9 pav. Kaip pedagogai vertina mokymo STEAM metodikos įtraukiamą ir kūrybiškumo skatinimą vaikų ugdyme proc.(n=103)

Kaip matyti 9 paveiksle, vertinant mokymo metodikos įtraukiamąjį pobūdį ir kūrybiškumo skatinimą vaikų ugdyme, 59,2 proc. nurodė, kad jų naudojami metodai yra labai įtraukiantys ir skatina kūrybiškumą. Tuo tarpu 36,9 proc. manė, kad metodai dažniausiai yra įtraukiantys, tačiau vis tiek reikia daugiau praktinių užsiėmimų. Tik 3,9 proc. respondentų nurodė, kad jų naudojami metodai dažnai yra tradiciniai ir nepakankamai įtraukia vaikus. Pedagogų, turinčių STEAM ženklelį, 85,7 proc. vertino savo metodus kaip labai įtraukiamus ir kūrybiškumą skatinančius. Tuo tarpu neturintys ženklelio pedagogai dažniau nurodė, kad reikia daugiau praktinių užsiėmimų 42,9 proc. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,126$) rodo, kad tarp šių dviejų kintamųjų yra minimalus teigiamas ryšys. Tai rodo, kad nors ir pastebimas tam tikras ryšys, jis nėra stiprus ir neturi didelės praktinės reikšmės. Atlikta ANOVA ($F = 1,640$) ir p reikšmė ($p = 0,203$) rodo, kad modelis nėra statistiškai reikšmingas. Tai reiškia, kad skirtumai tarp grupių (turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių) dėl mokymo metodikos įtraukimo ir kūrybiškumo skatinimo nėra reikšmingi ir neturi didelės įtakos pedagogų pasirengimui taikyti STEAM metodiką.

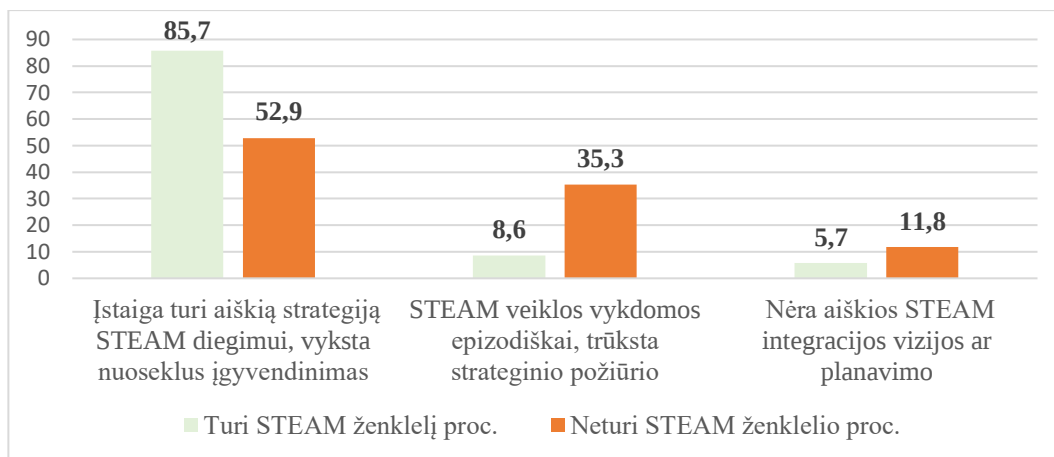


10 pav. Kaip pedagogai vertina mokymo programų integraciją, apimant STEAM disciplinas, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

Kaip matyti 10 pav. 51,5 proc. pedagogų nurodė, kad jų naudojamos mokymo programos visiškai integruoja STEAM disciplinas. 47,5 proc. respondentų teigė, kad programos integruoja STEAM disciplinas, tačiau nepakankamai, ir tik 1 proc. nurodė, kad programos neintegruoja STEAM dalykų. Pedagogai, turintys STEAM ženklelį, vertino programų integraciją kaip visiškai integruojančią STEAM disciplinas 85,7 proc., tuo tarpu pedagogai, neturintys STEAM ženklelio, dažniau nurodė,

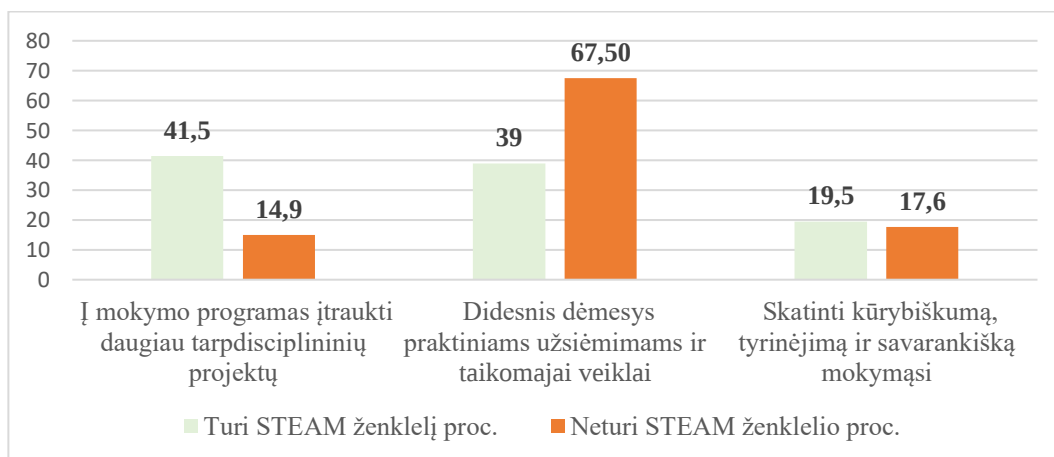
kad integracija yra nepakankama 63,2 proc. Remiantis atlikta regresine analize, nustatyta, kad tarp mokymo programų lankstumo integruojant STEAM metodiką ir pedagogų pasirengimo taikyti STEAM metodiką egzistuoja vidutinio stiprumo teigiamas ryšys ($R = 0,375$). Modelis paaiškina 14,1 proc. pasirengimo variacijos ($R^2 = 0,141$). ANOVA rezultatai parodė, kad skirtumai tarp grupių (turinčių ir neturinčių STEAM ženklelį) dėl programų integracijos yra statistiškai reikšmingi ($F = 16,681$, $p < 0,001$). Tai rodo, kad STEAM ženklelio turėjimas turi įtakos pedagogų vertinimui apie mokymo programų integravimą STEAM disciplinas.



11 pav. Kaip pedagogai vertina įstaigos vadybinį pasirengimą ir strateginį planavimą STEAM metodikos naudojime, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

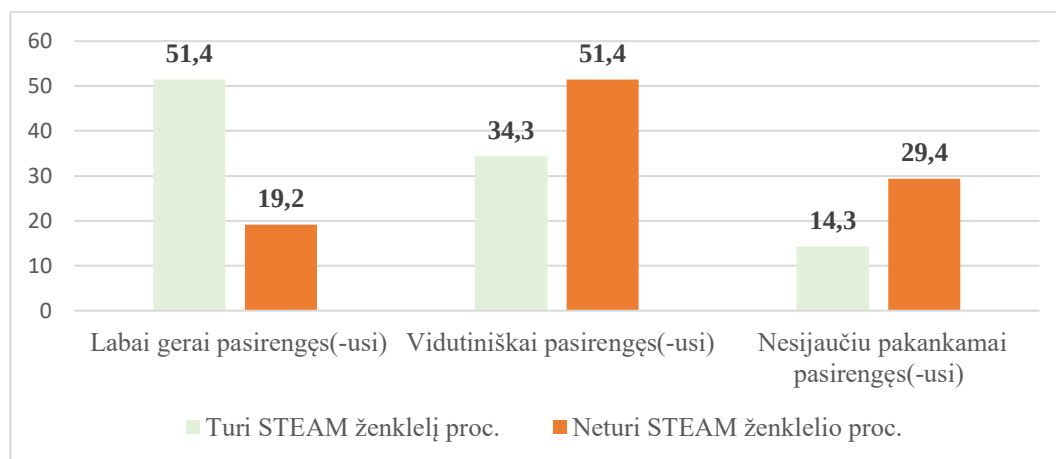
Kaip matyti 11 paveiksle, 63,1 proc. pedagogų vertino, kad įstaiga turi aiškią strategiją STEAM diegimui ir vyksta nuoseklus įgyvendinimas. 28,2 proc. nurodė, kad STEAM veiklos vykdomos epizodiškai, o 7,7 proc. teigė, kad nėra aiškos STEAM integracijos vizijos ar planavimo. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau vertino įstaigos vadybinį pasirengimą ir strateginį planavimą kaip aiškią strategiją ir nuoseklų įgyvendinimą 85,7 proc., o neturintys ženklelio pedagogai dažniau nurodė, kad STEAM veiklos vykdomos epizodiškai 35,3 proc. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,335$) rodo vidutinio stiprumo teigiamą ryšį tarp įstaigos vadybinio pasirengimo ir strateginio planavimo bei pedagogų pasirengimo taikyti STEAM metodiką. ANOVA rezultatai ($F = 12,862$, $p < 0,001$) rodo, kad modelis yra statistiškai reikšmingas, t. y. šis ryšys tarp įstaigos vadybinio pasirengimo ir strateginio planavimo bei pedagogų pasirengimo taikyti STEAM metodiką nėra atsitiktinis. Tai patvirtina, kad įstaigos strateginis pasirengimas turi realų poveikį pedagogų pasirengimui diegti STEAM metodiką.



12 pav. Kokie pokyčiai reikalingi mokymo programose, siekiant efektyvesnės STEAM metodikos integracijos proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

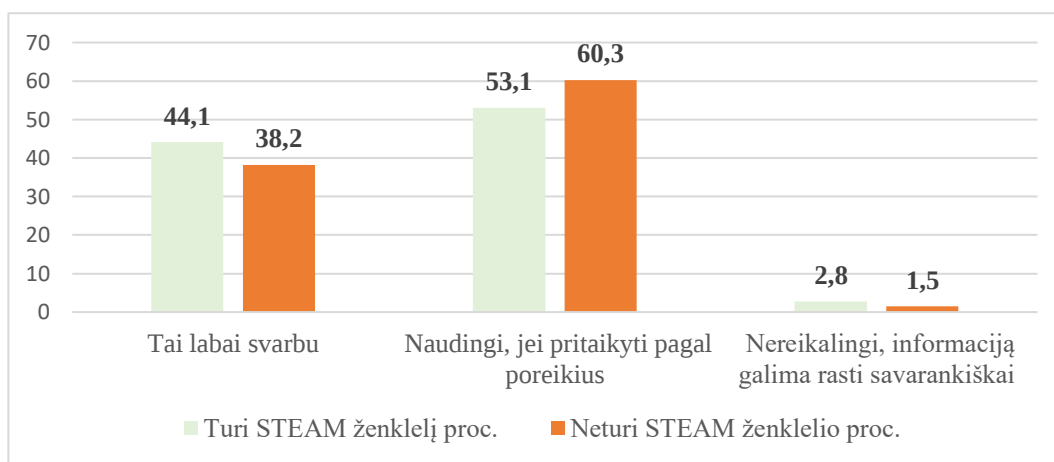
Kaip matyti 12 paveiksle, vertinant pokyčius, reikalingus mokymo programose siekiant efektyvesnės STEAM metodikos integracijos, 57,3 proc. pedagogų nurodė, kad reikia didinti dėmesį praktiniams užsiėmimams ir taikomajai veiklai, 23,9 proc. manė, kad reikia įtraukti daugiau tarpdisciplininių projektų, o 18,8 proc. nurodė, kad reikia skatinti kūrybiškumą, tyrinėjimą ir savarankišką mokymąsi. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau nurodė, kad reikia didinti dėmesį praktiniams užsiėmimams ir taikomajai veiklai 41,5 proc., tuo tarpu neturintys ženklelio pedagogai dažniau nurodė, kad reikia didinti dėmesį praktiniams užsiėmimams 67,5 proc. Tai rodo, kad pedagogai, neturintys ženklelio, dažniau mano, jog praktiniai užsiėmimai yra svarbesni, o ženklelį turintys pedagogai gali matyti platesnį STEAM integracijos kontekstą. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,364$) rodo vidutinio stiprumo teigiamą ryšį tarp pokyčių, reikalingų mokymo programose, siekiant efektyvesnės STEAM metodikos integracijos, ir STEAM metodikos taikymo. $R^2 = 0,132$ reiškia, kad 13,2 proc. STEAM taikymo pokyčių gali būti paaiškinta šiais trimis veiksniais kartu, t. y. praktinių užsiėmimų, tarpdisciplininių projektų ir kūrybiškumo skatinimo svarba. F reikšmė = 5,090, $p = 0,003$ rodo, kad modelis yra statistiškai reikšmingas, t. y. šie veiksniai reikšmingai susiję su STEAM metodikos taikymu, patvirtindami, kad pedagogai, siekiantys efektyviau įgyvendinti STEAM metodiką, laikosi nuomonės, kad svarbu atlikti pokyčius mokymo programose.



13 pav. Kaip pedagogai vertina savo pasirengimą taikyti STEAM metodus proc.(n=103)

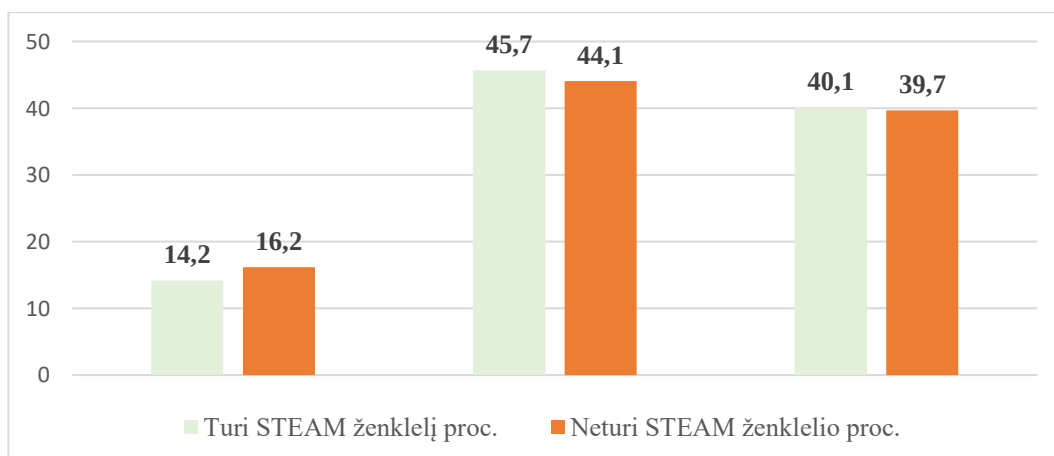
*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

Kaip matyti 13 paveiksle, vertinant pasirengimą taikyti STEAM metodus, 46,6 proc. pedagogų nurodė, kad jie vidutiniškai pasirengę taikyti STEAM metodiką, 29,1 proc. pedagogų vertino savo pasirengimą kaip labai gerą, o 24,3 proc. nurodė, kad jie nesijaučia pakankamai pasirengę. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau nurodė, kad jie labai gerai pasirengę 51,4 proc., tuo tarpu neturintys ženklelio pedagogai dažniau nurodė, kad yra vidutiniškai pasirengę 51,4 proc. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,317$) rodo vidutinį teigiamą ryšį tarp pedagogo asmeninio pasirengimo ir STEAM metodikos taikymo institucijoje, kas reiškia, kad pedagogai, kurie jaučiasi pasirengę taikyti STEAM metodus, labiau linkę sėkmingai integruoti šią metodiką savo darbe. AVONA rezultatai rodo, kad šis ryšys yra statistiškai reikšmingas, kadangi F reikšmė = 11,425, $p < 0,001$. Tai reiškia, kad ryšys tarp pasirengimo taikyti STEAM metodiką ir STEAM metodikos taikymo institucijoje nėra atsitiktinis ir turi realų poveikį, t. y. pedagogų pasirengimas turi įtakos šios metodikos taikymo kokybei.



14 pav. Kaip pedagogai vertina specializuotų mokymų apie STEAM metodikos reikalingumą, proc.(n=103)

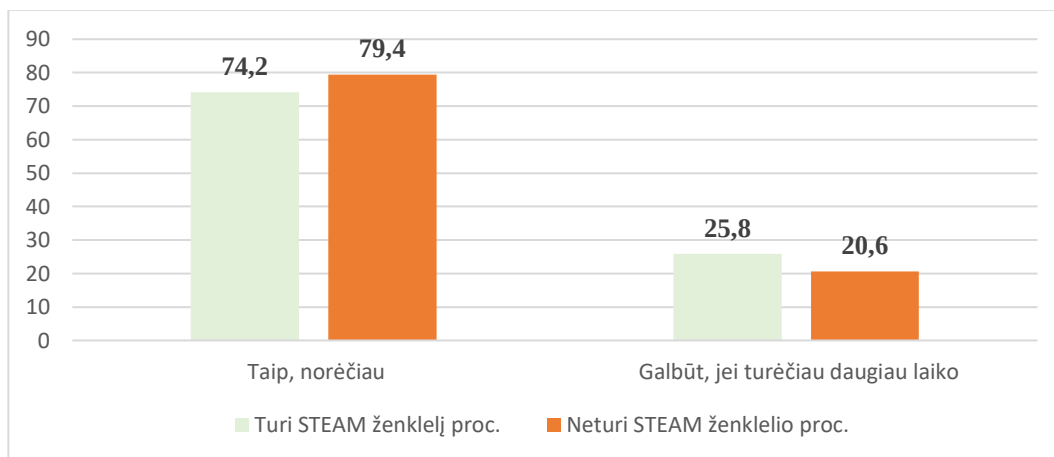
Kaip matyti 14 paveiksle, vertinant specializuotų mokymų apie STEAM metodikos reikalingumą, 58,3 proc. pedagogų nurodė, kad mokymai yra naudingi, jei pritaikyti pagal poreikius, o 39,7 proc. pedagogų laikė šiuos mokymus labai svarbiais. Tik 2 proc. pedagogų teigė, kad tokie mokymai nereikalingi, nes reikalingą informaciją galima rasti savarankiškai. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau vertino mokymus kaip labai svarbius (44,1 proc.), tuo tarpu neturintys ženklelio pedagogai dažniau teigė, kad šie mokymai yra naudingi, jei pritaikyti pagal poreikius (60,3 proc.). Koreliacijos koeficientas ($R = 0,149$) rodo labai silpną teigiamą ryšį tarp vertinamo veiksnio (specializuotų mokymų reikalingumo) ir STEAM metodikos taikymo įstaigoje. Tai rodo, kad nors šis ryšys egzistuoja, jis yra minimalus ir neturi didelės įtakos STEAM metodikos taikymui. AVONA rezultatai rodo, kad F reikšmė = 2,311, $p = 0,132$ – tai reiškia, kad regresijos modelis nėra statistiškai reikšmingas. Todėl nėra pagrindo teigti, kad specializuotų mokymų reikalingumo vertinimas turi apčiuopiamą poveikį STEAM metodikos taikymui įstaigoje.



15 pav. Kaip pedagogai vertina savo technologinį raštingumą, reikalingą STEAM taikymui, proc.(n=103)

Kaip matyti 15 paveiksle, vertinant technologinį raštingumą, reikalingą STEAM taikymui, 39,7 proc. pedagogų nurodė, kad jų technologinis raštingumas yra aukštas, bet trūksta praktikos, o 42,7 proc. pedagogų vertino savo technologinį raštingumą kaip vidutinį. Tik 16,2 proc. pedagogų teigė, kad jų technologinis raštingumas yra labai aukštas. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau vertino savo technologinį raštingumą kaip aukštą 45,7 proc., tuo tarpu neturintys ženklelio pedagogai labiau nurodė, kad jų raštingumas buvo vidutinis 40,1 proc. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,086$) rodo labai silpną teigiamą ryšį tarp technologinio raštingumo vertinimo ir STEAM metodikos taikymo. Tai rodo, kad nors ryšys ir egzistuoja, jis yra minimalus ir neturi reikšmingos įtakos STEAM metodikos

taikymui įstaigoje. AVONA rezultatai rodo, kad F reikšmė = 0,760, p = 0,385 – tai rodo, kad regresijos modelis nėra statistiškai reikšmingas. Todėl nėra pagrindo teigti, kad technologinio raštingumo vertinimas turi įtakos STEAM metodikos taikymo lygiui įstaigoje.

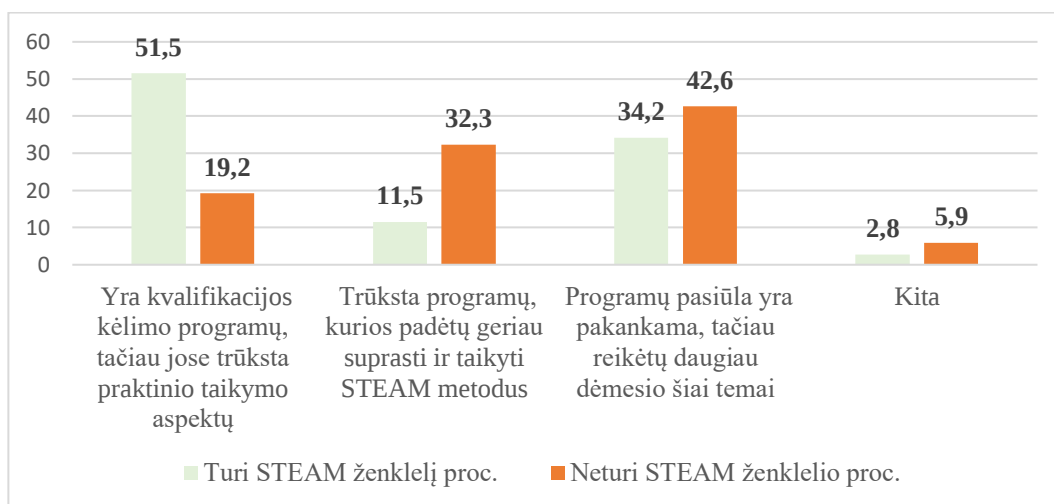


16 pav. Ar norėtų pedagogai gauti daugiau informacijos ir mokymų apie skaitmeninių technologijų naudojimą STEAM ugdyme, proc.(n=103)

Kaip matyti 16 paveiksle, dauguma pedagogų 82,5 proc. norėtų gauti daugiau informacijos ir mokymų apie skaitmeninių technologijų naudojimą STEAM ugdyme. Iš jų, 74,2 proc. pedagogų, turinčių STEAM ženklelį, norėtų šios informacijos, o 79,4 proc. pedagogų, neturinčių STEAM ženklelio, taip pat išreiškė šį norą. Koreliacijos koeficientas ($R = 0,003$) rodo, kad ryšys praktiškai neegzistuoja (labai silpnas ir beveik nulinis). p reikšmė = 0,975 rodo, kad rezultatai yra statistiškai visiškai nereikšmingi ($p \gg 0,05$). F reikšmė = 0,001, p = 0,975 taip pat patvirtina, kad modelis yra visiškai nereikšmingas, ir nėra jokio pagrindo teigti, kad pedagogų noras gauti daugiau informacijos ar mokymų, daro poveikį praktiniam STEAM metodikos taikymui įstaigoje.

Apibendrinant galima teigti, kad vidiniai barjerai taikant STEAM metodiką apima pasirengimą, kvalifikaciją ir vadybinius aspektus. Respondentų pasirengimas taikyti STEAM metodiką buvo vertinamas pagal jų išsilavinimą ir patirtį. Dauguma pedagogų turėjo reikiamą išsilavinimą, tačiau STEAM ženklelio turėjimas neturėjo stiprios įtakos pasirengimui metodikai. Mokymo metodai buvo vertinami kaip įtraukiantys ir kūrybiškumą skatinantys, tačiau tarp ženklelį turinčių ir neturinčių pedagogų nebuvo didelių skirtumų. Mokymo programų integracija taip pat buvo vertinama kaip pakankama, tačiau ženklelį turintys pedagogai dažniau pritarė, kad programos visiškai integruoja STEAM disciplinas. Dėl įstaigos vadybinio pasirengimo, pedagogai teigė, kad aiški strategija ir nuoseklus įgyvendinimas yra būtini sėkmingam STEAM diegimui. Pokyčiai, reikalingi mokymo programoms, apima didesnę dėmesį praktiniams užsiėmimams ir tarpdisciplininiais projektams. Pedagogai, turintys STEAM ženklelį, dažniau nurodė, kad jiems reikia specializuotų mokymų, tačiau technologinis raštingumas nebuvo laikomas dideliu barjeru. Dauguma pedagogų norėtų gauti daugiau informacijos ir mokymų apie skaitmeninių technologijų naudojimą STEAM ugdyme.

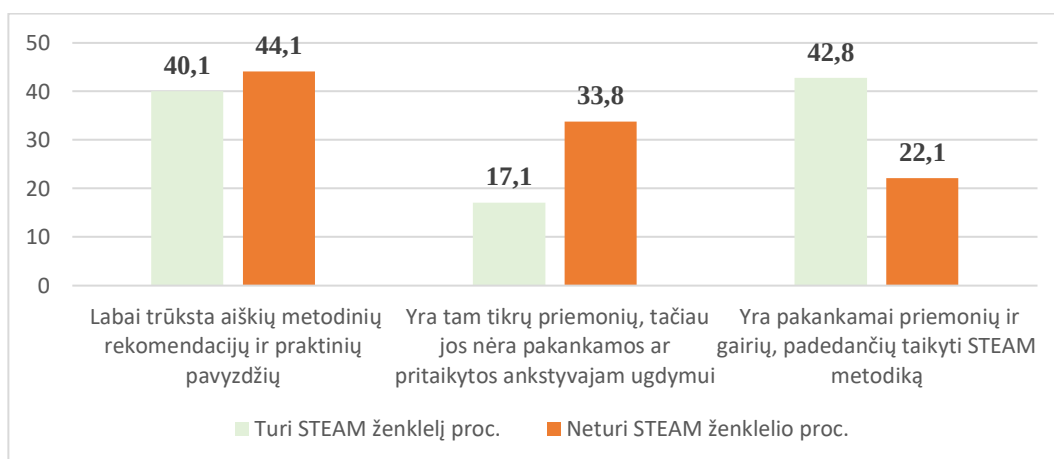
3.2. Išoriniai barjerai, priemonės ir galimybės taikant STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme



17 pav. Kaip pedagogai vertina kvalifikacijos kėlimo programų pasiūlą, susijusią su STEAM metodikos taikymu proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

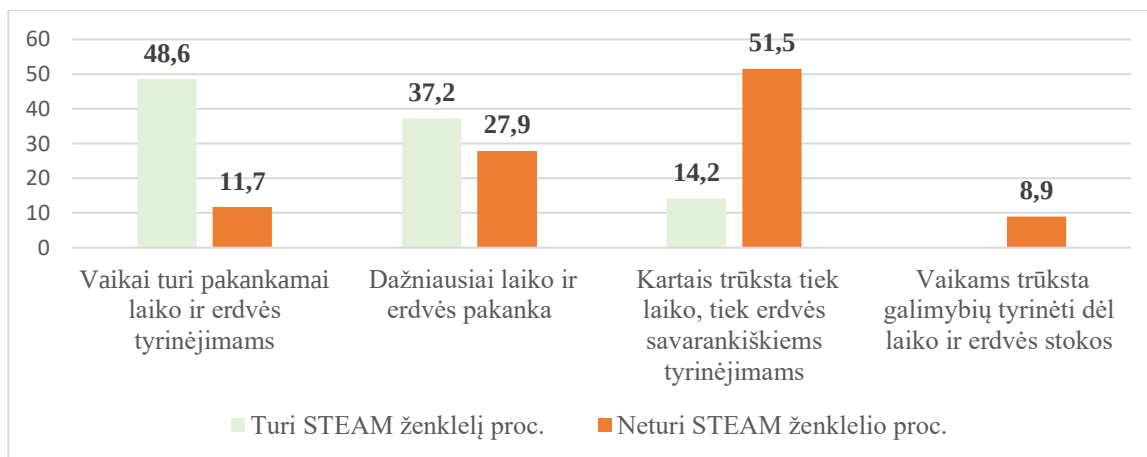
17 paveiksle matyti, kad respondentai įvairiai vertino kvalifikacijos kėlimo programų pasiūlą, susijusią su STEAM metodikos taikymu. Dažniausiai pasitaikęs atsakymas buvo, kad pasiūla yra pakankama, tačiau reikėtų daugiau dėmesio šiai temai 39,8 proc. 30,1 proc. nurodė, kad programos egzistuoja, tačiau jose trūksta praktinio taikymo, o 25,2 proc. teigė, kad pačių programų trūksta. STEAM ženklelį turintys pedagogai dažniau atsakė, kad programos egzistuoja, tačiau jose trūksta praktikos 51,5 proc., tuo tarpu neturintys ženklelio dažniausiai nurodė, kad trūksta pačių programų 32,3 proc. arba pasiūla yra nepakankama. Koreliacijos reikšmė ($R = 0,197$) rodo silpną teigiamą ryšį tarp kvalifikacijos kėlimo programų pasiūlos (susijusios su STEAM metodu) ir pasirengimo taikyti STEAM metodiką. F reikšmė (4,119) su $p = 0,045$ rodo, kad modelis yra statistiškai reikšmingas. Kadangi p reikšmė yra mažesnė už 0,05, galime teigti, jog kvalifikacijos kėlimo programų vertinimas turi reikšmingą poveikį pasirengimui taikyti STEAM metodiką.



18 pav. Kaip pedagogai vertina metodinių priemonių ir gairių prieinamumą, padedančių taikyti STEAM metodiką ikimokykliniame ugdyme, proc.(n=103)

18 paveiksle, matyti, kad 42,7 proc. mano, kad labai trūksta aiškių metodinių rekomendacijų ir praktinių pavyzdžių. Iš jų, 40,1 proc. pedagogų, turinčių STEAM ženklelį, nurodė šį atsakymą, o 44,1 proc. pedagogų, neturinčių STEAM ženklelio, taip pat pastebėjo šią problemą. 42,8 proc. Koreliacija

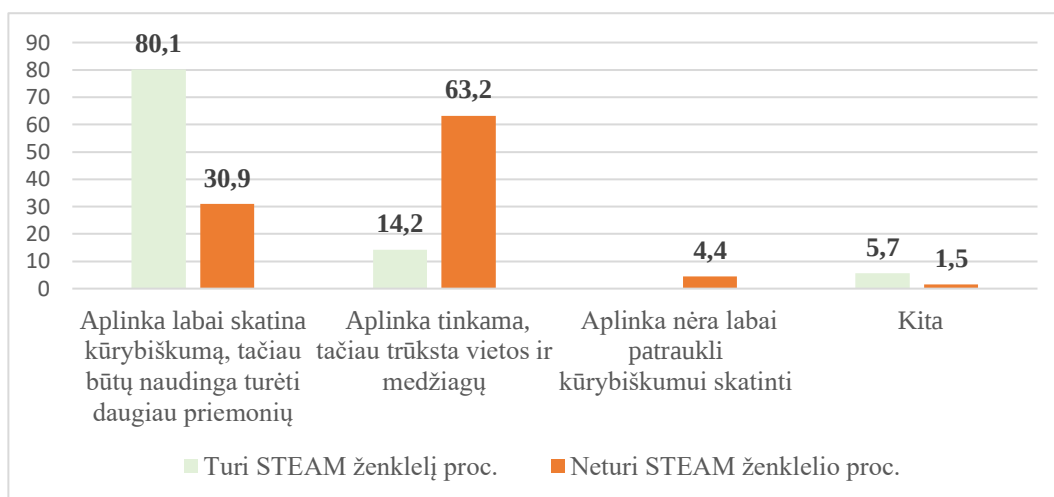
tarp metodinių priemonių prieinamumo vertinimo ir STEAM metodikos taikymo ikimokykliniame ugdyme yra labai silpna. R^2 reikšmė yra 0,014, o tai reiškia, kad metodinių priemonių prieinamumo vertinimas paaiškina tik 1,4 proc. variacijos STEAM taikyme. P reikšmė (0,227) yra didesnė nei 0,05, todėl modelis nėra statistiškai reikšmingas, kas rodo, kad metodinių priemonių ir gairių prieinamumas neturi reikšmingo poveikio STEAM metodikos taikymui. AVONA analizės rezultatai ($F = 1,477$, $p = 0,227$) rodo, kad nėra statistiškai reikšmingo ryšio tarp metodinių priemonių prieinamumo vertinimo ir STEAM metodikos taikymo, nes p reikšmė yra didesnė už 0,05.



19 pav. Kiek vaikams suteikiama laiko ir erdvės savarankiškai tyrinėti realizuojant STEAM veiklas proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

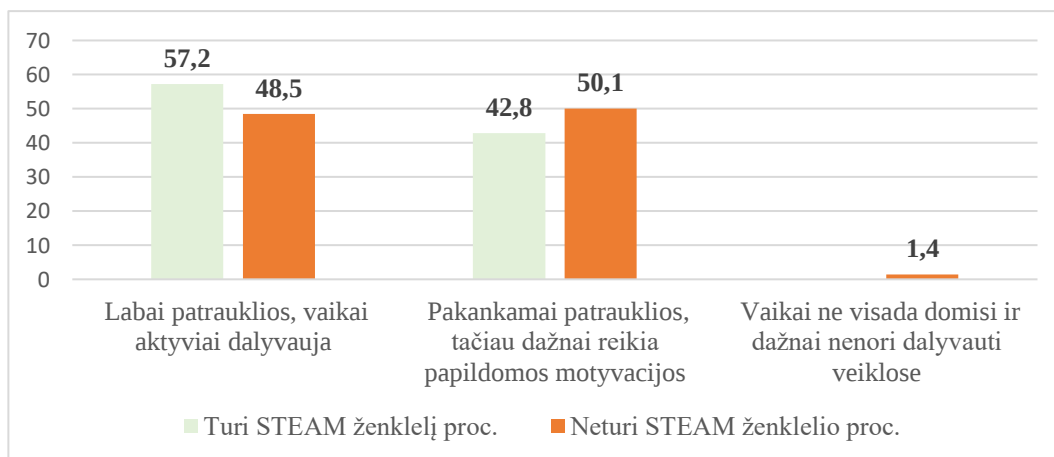
Kaip matyti 19 paveiksle 36,9 proc. nurodė, kad kartais trūksta tiek laiko, tiek erdvės savarankiškiems vaikų tyrinėjimams. Iš jų, 14,2 proc. pedagogų, turinčių STEAM ženklelį, teigė, kad šios sąlygos trūksta, o 51,5 proc. pedagogų, neturinčių STEAM ženklelio, taip pat pastebėjo šią problemą. Tai rodo, kad pedagogai, neturintys STEAM ženklelio, dažniau nurodė šią problemą, palyginti su turinčiais ženklelį. Tuo tarpu 31,3 proc. pedagogų nurodė, kad dažniausiai vaikams pakanka laiko ir erdvės tyrinėjimams. Iš jų, 48,6 proc. pedagogų, turinčių STEAM ženklelį, taip pat patvirtino, kad vaikams suteikiama pakankamai laiko ir erdvės tyrinėti, o tik 11,7 proc. pedagogų, neturinčių STEAM ženklelio, teigė, kad taip pat pastebėjo tokią galimybę. Tik 8,9 proc. pedagogų pastebėjo, kad vaikams trūksta galimybių tyrinėti dėl laiko ir erdvės stokos. Koreliacija tarp laiko ir erdvės savarankiškiems tyrinėjimams suteikimo ir STEAM metodikos taikymo įstaigose buvo stipri. R^2 reikšmė yra 0,232, o tai rodo, kad 23,2 proc. variacijos STEAM metodikos taikymo lygyje galima paaiškinti laiko ir erdvės vaikų tyrinėjimams suteikimo vertinimu. P reikšmė ($< 0,001$) yra labai maža, todėl modelis yra statistiškai reikšmingas, rodyti stiprų teigiamą ryšį tarp šių veiksnių. AVONA analizės rezultatai ($F = 30,846$, $p < 0,001$) patvirtina, kad laiko ir erdvės suteikimas vaikų tyrinėjimams turi reikšmingą poveikį STEAM metodikos taikymo lygiui.



20 pav. Kokį poveikį vaikų tyrinėjimui ir kūrybiškumui daro esama ugdymo aplinka, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

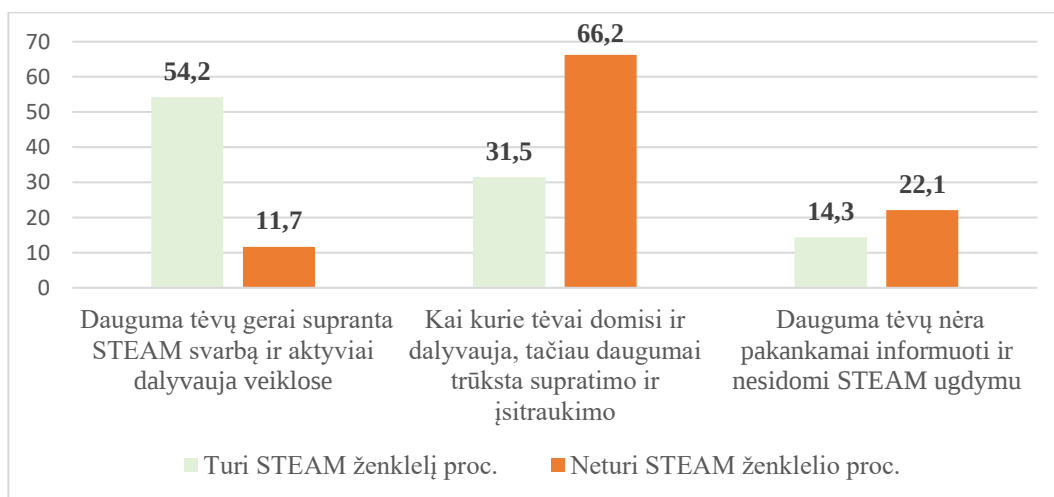
Kaip matyti 20 paveiksle, tyrimo rezultatai atskleidžia aiškų skirtumą tarp ugdymo įstaigų su STEAM ženkleliu ir be jo, vertinant esamos ugdymo aplinkos poveikį vaikų kūrybiškumui ir tyrinėjimui. 80,1 proc. pedagogų iš įstaigų su STEAM ženkleliu teigia, kad jų aplinka labai skatina kūrybiškumą, nors pažymima, kad būtų naudinga turėti daugiau priemonių. Tuo tarpu tik 30,9 proc. pedagogų iš įstaigų be STEAM ženklelio pritaria šiam teiginiui. Be to, net 63,2 proc. pedagogų be STEAM ženklelio mano, kad aplinka yra tinkama, tačiau trūksta vietos ir medžiagų, kai tuo tarpu šią problemą nurodė tik 14,2 proc. iš STEAM taikančių įstaigų. Taip pat pastebėtina, kad nė vienas pedagogas iš STEAM įstaigų nenurodė, jog aplinka nėra patraukli kūrybiškumui skatinti, o 4,4 proc. pedagogų be STEAM ženklelio taip vertino savo aplinką. Koreliacija tarp esamos ugdymo aplinkos poveikio vaikų tyrinėjimui ir kūrybiškumui ir STEAM metodikos taikymo įstaigose yra vidutinė. R^2 reikšmė yra 0,118, o tai rodo, kad 11,8 proc. variacijos STEAM metodikos taikymo lygyje galima paaiškinti esamos ugdymo aplinkos poveikiu vaikų kūrybiškumui ir tyrinėjimui. P reikšmė ($< 0,001$) rodo, kad modelis yra statistiškai reikšmingas. AVONA analizės rezultatai ($F = 13,664$, $p < 0,001$) patvirtina, kad esama ugdymo aplinka turi reikšmingą poveikį STEAM metodikos taikymo lygiui. Tai rodo, kad tinkama ir paskatinanti aplinka yra svarbus veiksnys, siekiant efektyviau įgyvendinti STEAM veiklas ikimokyklinio ugdymo įstaigose.



21 pav. Kiek STEAM veiklos yra patrauklios vaikams ir skatina juos aktyviau dalyvauti, proc.(n=103)

Kaip matyti 21 paveiksle, tyrimo duomenys atskleidžia, kad dauguma pedagogų vertina STEAM veiklas kaip patrauklias vaikams, tačiau pastebimi tam tikri skirtumai tarp įstaigų su STEAM

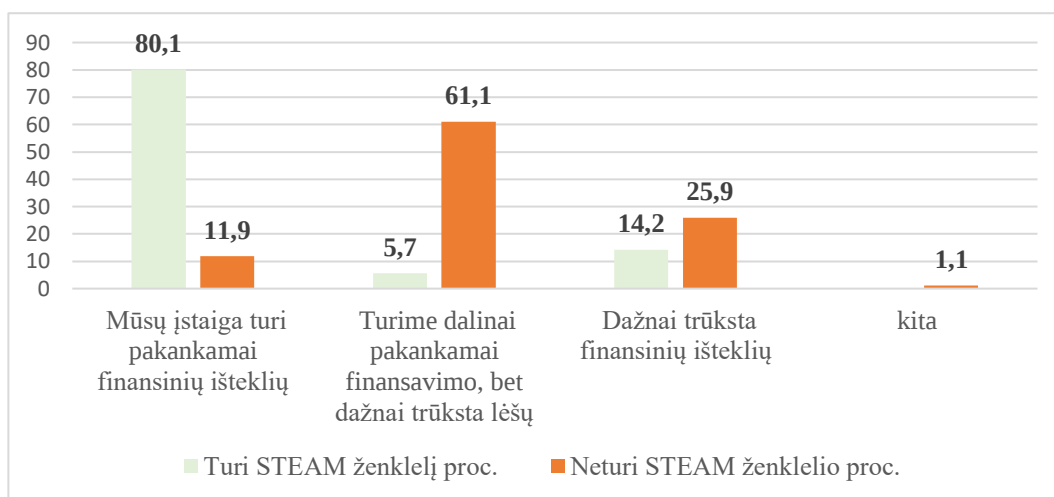
ženkleliu ir be jo. 57,2 proc. pedagogų iš įstaigų su STEAM ženkleliu nurodė, kad veiklos yra labai patrauklios, o vaikai jose aktyviai dalyvauja. Šiek tiek mažesnė dalis – 48,5 proc. pedagogų be STEAM ženklelio – išreiškė tą pačią nuomonę. Tačiau daugiau nei pusė pedagogų be STEAM ženklelio 50,1 proc. pažymėjo, kad nors veiklos pakankamai patrauklios, vaikams dažnai reikia papildomos motyvacijos, kad jie aktyviau įsitrauktų. Šis rodiklis kiek mažesnis tarp STEAM taikančių pedagogų – 42,8 proc.. Tik 1,4 proc. pedagogų iš įstaigų be STEAM ženklelio nurodė, kad vaikai dažnai nesidomi ar nenori dalyvauti STEAM veiklose, o tokio atsakymo tarp pedagogų, dirbančių STEAM įstaigose, visai nebuvo. Koreliacija tarp STEAM veiklų patrauklumo vaikams ir STEAM metodikos taikymo įstaigose yra silpna. R^2 reikšmė, lygi 0,010, rodo, kad tik 1 proc. variacijos STEAM metodikos taikymo lygyje galima paaiškinti vaikų įsitraukimu į STEAM veiklas. ANOVA analizės rezultatai ($F = 0,990$, $p = 0,322$) taip pat patvirtina, kad STEAM veiklų patrauklumo vaikams įtaka STEAM metodikos taikymui nėra statistiškai reikšminga. Taigi, nors pedagogai vertina STEAM veiklas kaip patrauklias, skirtumai tarp įstaigų su STEAM ženkleliu ir be jo nėra pakankamai reikšmingi.



22 pav. Kaip vertina tėvų įsitraukimą į vaikų STEAM ugdymą Jūsų įstaigoje, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

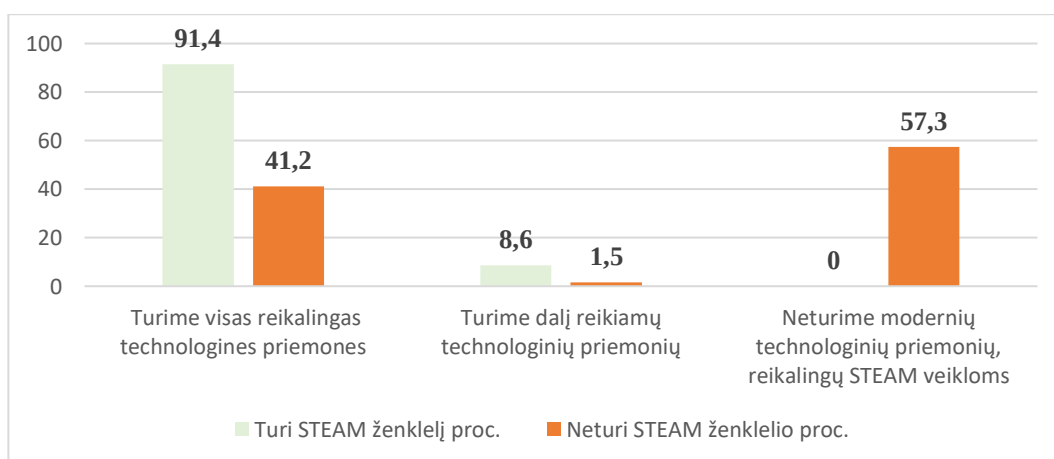
Kaip matyti 22 paveiksle tėvų įsitraukimas skiriasi priklausomai nuo to, ar įstaiga taiko STEAM metodiką. 54,2 proc. pedagogų iš įstaigų su STEAM ženkleliu teigia, kad dauguma tėvų gerai supranta STEAM svarbą ir aktyviai dalyvauja veiklose, kai tuo tarpu tą patį nurodo tik 11,7 proc. pedagogų iš įstaigų be STEAM ženklelio. Tuo tarpu 66,2 proc. pedagogų be-STEAM ženklelio turinčių įstaigų pažymėjo, kad tik kai kurie tėvai domisi STEAM, o daugumai trūksta supratimo ir įsitraukimo. Tokį vertinimą išreiškė mažesnė dalis 31,5 proc. STEAM įstaigose dirbančių pedagogų. Be to, net 22,1 proc. pedagogų be STEAM ženklelio mano, kad dauguma tėvų nėra pakankamai informuoti ir nesidomi STEAM ugdymu, kai tarp STEAM įstaigų šį vertinimą pateikė tik 14,3 proc. Koreliacijos analizė rodo, kad yra silpnas, bet statistiškai reikšmingas teigiamas ryšys tarp tėvų įsitraukimo ir STEAM metodikos taikymo įstaigoje ($R = 0,354$), tai reiškia, kad kuo daugiau tėvai yra įsitraukę į vaikų STEAM ugdymą, tuo dažniau įstaigos įgyvendina STEAM metodiką. P reikšmė ($p < 0,001$) rodo, kad šis ryšys yra statistiškai reikšmingas. ANOVA analizės rezultatai ($F = 14,637$, $p < 0,001$) taip pat patvirtina, kad tėvų įsitraukimas į vaikų STEAM ugdymą turi reikšmingą įtaką STEAM metodikos taikymui įstaigoje.



23 pav. Kiek finansiniai ištekliai leidžia įgyvendinti STEAM veiklas Jūsų įstaigoje, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

Kaip matyti 23 paveiksle, 80,1 proc. pedagogų iš STEAM ženklelį turinčių įstaigų teigė, kad jų įstaiga turi pakankamai finansinių išteklių STEAM veiklų įgyvendinimui. Tuo tarpu tik 11,9 proc. pedagogų be STEAM ženklelio pritarė šiam teiginiui. Didžioji dauguma pedagogų iš įstaigų be STEAM ženklelio – 62,2 proc. – nurodė, kad finansavimo dažnai nepakanka, nors dalinai ištekliai egzistuoja. Dar 25,9 proc. šių pedagogų teigė, kad jų įstaigose dažnai apskritai trūksta finansinių išteklių STEAM veikloms vykdyti. Tuo tarpu tokį trūkumą paminėjo tik 14,2 proc. pedagogų iš STEAM ženklelį turinčių įstaigų. Koreliacijos analizė atskleidė vidutinio stiprumo, teigiamą ir statistiškai reikšmingą ryšį tarp finansinių išteklių prieinamumo ir STEAM metodikos taikymo ugdymo įstaigose ($R = 0,474$). Tai rodo, kad kuo geresnis finansavimas, tuo dažniau ugdymo įstaiga taiko STEAM metodiką. Reikšmingumą patvirtina ANOVA analizė – F reikšmė 29,518, $p < 0,001$.

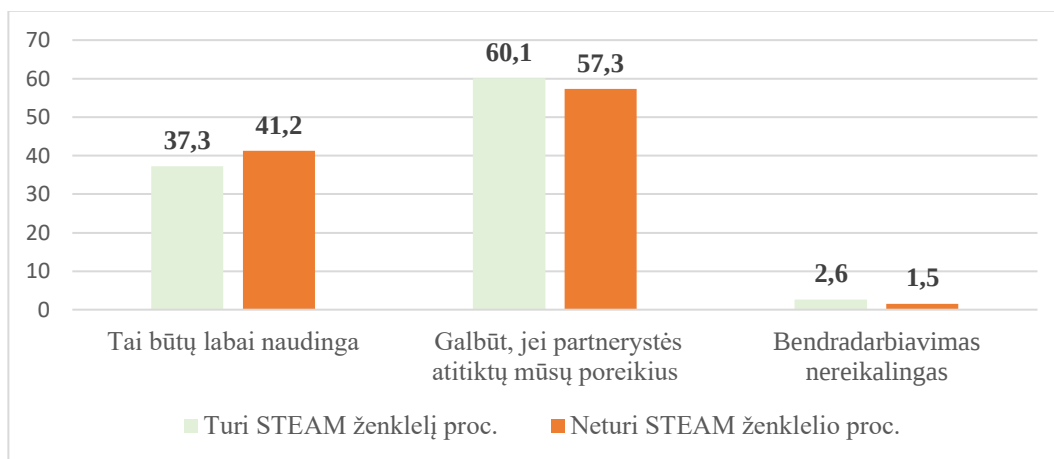


24 pav. Kaip pedagogai vertina materialinių ir techninių išteklių prieinamumą įstaigoje, siekiant įgyvendinti STEAM veiklas, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

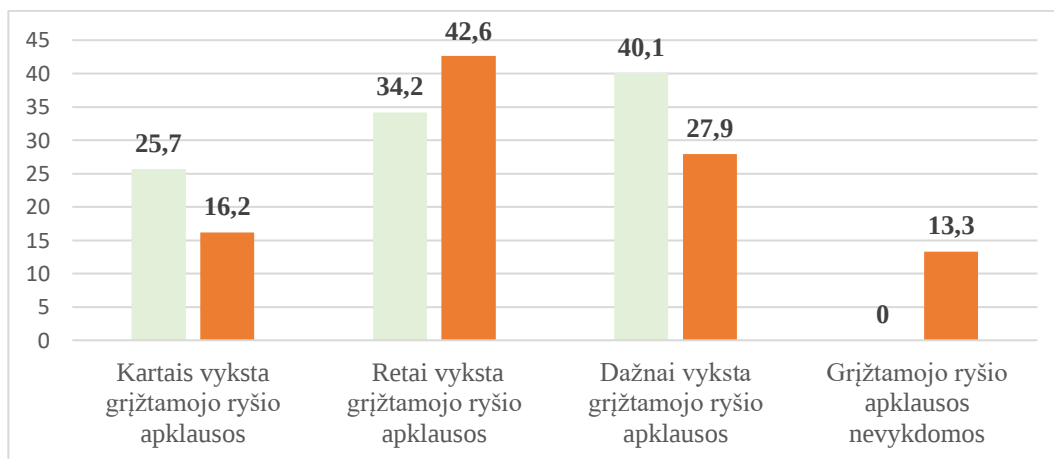
Kaip matyti 24 paveiksle, tyrimo duomenys atskleidžia, kad pedagogai, dirbantys įstaigose su STEAM ženkleliu, ženkliai dažniau nurodo turintys pakankamą technologinę bazę. 91,4 proc. jų teigia, kad įstaiga turi visas reikalingas technologines priemones, o dar 8,6 proc., kad turi dalį reikiamų technologijų, nors pastebi tam tikrų trūkumų. Tuo tarpu įstaigose be STEAM ženklelio yra žymiai prastesnė: tik 41,2 proc. pedagogų pažymėjo, kad turi visas reikalingas technologines priemones, vos 1,5 proc. nurodė turintys dalį technologijų, o 57,3 proc., pedagogų pripažino, jog jų įstaigose trūksta modernių priemonių, būtinų STEAM veikloms įgyvendinti. Koreliacijos analizė

parodė vidutinio stiprumo, teigiamą ir statistiškai reikšmingą ryšį tarp technologinių išteklių prieinamumo ir STEAM metodikos taikymo ugdymo įstaigose ($R = 0,493$). Tai reiškia, kad kuo labiau įstaiga aprūpinta reikalingomis technologinėmis priemonėmis, tuo labiau linkusi taikyti STEAM metodiką. Reikšmingumą pagrindžia ANOVA analizė – F reikšmė 32,664, $p < 0,001$, tai patvirtina, kad materialinių-techninių išteklių prieinamumas daro statistiškai reikšmingą poveikį STEAM metodikos taikymo intensyvumui ugdymo įstaigoje.



25 pav. Kaip pedagogai vertina bendradarbiavimo su verslo ir mokslo institucijomis galimybes, proc.(n=103)

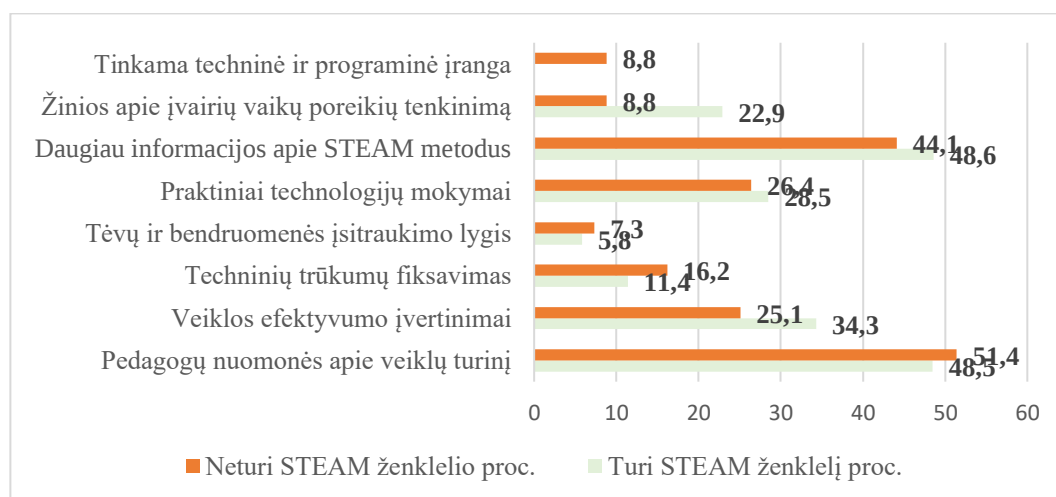
Kaip matyti 25 paveiksle, įstaigos turinčios STEAM ženklelį 37,3 proc. pedagogų teigia, kad toks bendradarbiavimas būtų labai naudingas. 60,1 proc. vertina galimybę teigiamai, tačiau tik tuo atveju, jei partnerystės atitiktų jų ugdymo poreikius. Vos 2,6 proc. respondentų mano, kad bendradarbiavimas nereikalingas. Įstaigos neturinčios STEAM ženklelio 41,2 proc. mano, kad bendradarbiavimas būtų labai naudingas, kiek daugiau nei STEAM ženklelį turinčiose įstaigose. 57,3 proc., taip pat pažymi, kad būtų svarbu, jog partnerystės atlieptų konkrečius įstaigos poreikius. Tik 1,5 proc. pedagogų nurodo, kad tokio bendradarbiavimo nereikia. Koreliacijos koeficientas (R) = 0,078 labai silpnas teigiamas ryšys tarp pedagogų vertinimo apie bendradarbiavimo galimybes su verslu/mokslo institucijomis ir STEAM metodikos taikymo jų įstaigose. $F(1,102) = 0,616$; $p = 0,434$: regresijos modelis nėra statistiškai reikšmingas ($p > 0,05$).



26 pav. Kaip pedagogai dažnai organizuojamos grįžtamojo ryšio apklausos apie STEAM veiklų kokybę, proc.(n=103)

*– $p < 0,05$ statistinis skirtumas tarp mokyklinių įstaigų turinčių STEAM ženklelį ir neturinčių STEAM ženklelio

Kaip matyti 26 paveiksle, tyrimo rezultatai atskleidžia skirtingą grįžtamojo ryšio apklausų organizavimo dažnumą tarp ikimokyklinio ugdymo įstaigų, turinčių ir neturinčių STEAM ženklelį: Įstaigos turinčios STEAM ženklelį 40,1proc. pedagogų nurodė, kad grįžtamojo ryšio apklausos vyksta dažnai. 25,7 proc. teigia, kad jos vyksta kartais, o 34,2 proc. retai. Įstaigos neturinčios STEAM ženklelio 27,9 proc. pažymėjo, kad apklausos vyksta dažnai. 16,2 proc. nurodė, kad jos vyksta kartais, o dauguma 42,6 proc. atsakė, kad apklausos vyksta retai. 13,3 proc. teigia, kad grįžtamojo ryšio apklausos išvis nevykdomos. Koreliacijos koeficientas (R) = 0,263 – tai rodo silpną, bet teigiamą ryšį tarp grįžtamojo ryšio apklausų dažnumo ir STEAM metodikos taikymo įstaigose. R^2 = 0,069 – t. y. apie 6,9 proc. variacijos STEAM taikyme gali būti paaiškinta apklausų dažnumu. $F(1,102)$ = 7,569; p = 0,007 – modelis statistiškai reikšmingas ($p < 0,01$), tai reiškia, kad apklausų dažnumas reikšmingai susijęs su STEAM metodikos taikymu.



27 pav. Kokią informaciją reikėtų rinkti, kad būtų galima gerinti STEAM veiklų kokybę, proc.(n=103)

Kaip matyti 27 paveiksle, galima daryti išvadą, kad tiek pedagogai, dirbantys įstaigose su STEAM ženkleliu, tiek tie, kurie dirba įstaigose be šio ženklelio, mato panašius prioritetus, siekiant pagerinti STEAM veiklų kokybę. Didžiausias dėmesys abiejų grupių respondentų buvo skiriamas pedagogų nuomonei apie veiklų turinį, šios informacijos rinkimą kaip svarbų aspektą įvardijo 48,5 proc. pedagogų su STEAM ženkleliu ir 51,4 proc. be jo. Taip pat nemaža dalis pedagogų iš abiejų grupių pabrėžė, kad reikalinga daugiau informacijos apie STEAM metodiką, atitinkamai 48,6 proc. ir 44,1 proc. Toliau svarbiais aspektais išskirti praktiniai technologijų mokymai, juos įvardijo 28,5 proc. pedagogų su STEAM ženkleliu ir 26,4 proc. be jo, bei veiklos efektyvumo vertinimai, atitinkamai 34,3 proc. ir 25,1 proc. Mažesnę prioritetą pedagogai skyrė techninių trūkumų fiksavimui 11,4 proc. ir 16,2 proc., tėvų bei bendruomenės įsitraukimo lygio vertinimui (5,8 proc. ir 7,3 proc.) bei žinioms apie įvairių vaikų poreikių tenkinimą 22,9 proc. ir 8,8 proc. Įdomu tai, kad tik pedagogai iš įstaigų be STEAM ženklelio (8,8 proc.) pažymėjo, kad trūksta tinkamos techninės ir programinės įrangos, o įstaigos su STEAM ženkleliu šio trūkumo neišskyrė. Koreliacijos koeficientas (R) = 0,144 – rodo labai silpną teigiamą ryšį tarp informacijos bei išteklių poreikio ir STEAM metodikos taikymo. R^2 = 0,021 – tik 2,1 proc. variacijos STEAM taikyme paaiškinama tuo, kokios informacijos ar išteklių pedagogams trūksta. $F(2,101)$ = 1,064; p = 0,349 – statistiškai nereikšmingas rezultatas ($p > 0,05$), todėl nėra pagrindo teigti, kad šie veiksniai reikšmingai prognozuoja STEAM metodikos taikymą.

Apibendrinant galima teigti, kad tyrimo duomenys atskleidė, kad STEAM metodikos taikymui ikimokykliniame ugdyme daro įtaką keli svarbūs išoriniai veiksniai. Vienas svarbiausių – pedagogų kvalifikacija ir jų gebėjimas įsivertinti savo pasirengimą taikyti STEAM. Nors metodinių priemonių

pasiūla vertinama kaip ribota, tai neturi esminės įtakos metodikos taikymui, nes pedagogai dažnai kompensuoja trūkumus kūrybiškumu. Svarbus veiksnys – vaikams suteikiama galimybė savarankiškai tyrinėti, taip pat kūrybiška ugdymo aplinka. Tėvų įsitraukimas ir bendradarbiavimas su išorinėmis institucijomis stiprina STEAM taikymo galimybes. Be to, finansiniai ištekliai ir technologijų prieinamumas tiesiogiai veikia šios metodikos įgyvendinimą.

Remiantis 12 lentelės duomenimis, buvo išanalizuoti vidiniai barjerai, kurie riboja STEAM metodikos taikymą ugdymo procese. Iš pateiktų trijų vertinamų aspektų du aiškiai išsiskiria kaip probleminiai, o vienas atskleidžia pedagogų poreikį ir motyvaciją tobulėti, bet nėra vertinamas kaip tiesioginis trūkumas.

12 lentelė. STEAM metodikos taikymą ribojantys vidiniai barjerai

Barjeras	Turi STEAM ženklelį	Neturi STEAM ženklelio	Vidurkis	Stand. nuokrypis	Dispersija	Kurtosis
Trūksta pasirengimo taikyti STEAM metodiką	Nėra barjero	Yra barjeras	1,95	0,729	0,532	-1,094
Trūksta pasirengimo taikyti technologinį raštingumą STEAM metodikos mokyme	Yra barjeras	Yra barjeras	2,25	0,531	0,282	0,469
Trūksta specializuotų mokymų apie STEAM metodikos taikymą	Yra barjeras	Yra barjeras	1,60	0,862	0,744	-0,866

Kaip patiekta 12 lentelėje, technologinio raštingumo vertinimas (vidurkis – 2,25), yra aukščiausias vidurkis iš visų tirtų vidinių barjerų, atskleidžiantis, kad pedagogai jaučiasi nepakankamai pasirengę naudoti šiuolaikines technologijas STEAM metodikos kontekste. Technologinis raštingumas yra esminė sąlyga sėkmingam STEAM ugdymui, todėl šis rezultatas rodo būtinybę stiprinti pedagogų kompetencijas šioje srityje. Šis barjeras vienodai aktualus tiek įstaigose, turinčiose STEAM ženklelį, tiek neturinčiose – abiejose pedagogai įvardija technologinio raštingumo stoką kaip kliūtį veiklai.

Antrasis barjeras – bendras pedagogų pasirengimas taikyti STEAM metodiką (vidurkis – 1,95) – taip pat patenka į probleminių rodiklių kategoriją. Įdomu tai, kad įstaigose, turinčiose STEAM ženklelį, šis barjeras nėra fiksuojamas, o įstaigos be ženklelio jį įvardija kaip esminę problemą. Tai leidžia daryti prielaidą, kad STEAM ženklelį turinčios įstaigos jau yra investavusios į pedagogų kvalifikaciją ir sukaupusios daugiau patirties, todėl jaučiasi geriau pasirengusios integruoti STEAM metodiką į ugdymo procesą.

Trečiasis barjeras – specializuotų mokymų apie STEAM metodikos reikalingumas (vidurkis – 1,60) išryškina pedagogų poreikį tobulėti. Šį poreikį vienodai išreiškia tiek ženklelį turinčių, tiek neturinčių įstaigų pedagogai. Tai rodo, kad nepriklausomai nuo STEAM statuso, visos įstaigos pripažįsta mokymų naudą ir siekia gilinti žinias STEAM srityje.

13 lentelėje pateikti duomenys atskleidžia išorinius barjerus, ribojančius STEAM metodikos taikymą ugdymo įstaigose. Remiantis vidurkių, standartinių nuokrypių, dispersijos ir kurtosio rodikliais, galima analizuoti, kurie veiksniai iš išorinės aplinkos labiausiai trukdo sėkmingai įgyvendinti STEAM metodikos principus.

13 Lentelė. STEAM metodikos taikymą ribojantys išoriniai barjerai

Tema	Turi STEAM ženklelį	Neturi STEAM ženklelio	Vidurkis	Stand. nuokrypis	Dispersija	Kurtosis
Trūksta kvalifikacijos kėlimo programų, susijusių su STEAM metodikos taikymu	Nėra barjero	Yra barjeras	2,14	0,939	0,882	-1,165
Trūksta metodinių priemonių ir gairių, padedančių taikyti STEAM metodiką	Yra barjeras	Yra barjeras	1,88	0,862	0,744	-1,352
Trūksta vietos ir medžiagų	Nėra barjero	Yra barjeras	1,59	0,745	0,556	6,819
Finansinių išteklių trūkumas	Nėra barjero	Yra barjeras	1,85	0,760	0,578	-0,961
Trūksta tėvų įsitraukimo į STEAM metodikos veiklas	Nėra barjero	Yra barjeras	1,93	0,672	0,452	-0,750
Trūksta bendradarbiavimo su verslo ir mokslo institucijomis	Yra barjeras	Yra barjeras	1,63	0,561	0,314	1,388
Retai organizuojamos grįžtamojo ryšio paslaugos apie STEAM metodikos kokybę	Nėra barjero	Yra barjeras	2,22	0,836	0,698-	-0,161
Ištekliai, kurie padėtų gerinti STEAM metodikos veiklos kokybę. Pedagogų nuomonės apie veiklų turinį; veiklos efektyvumo įvertinimai; tėvų ir bendruomenės įsitraukimo lygis; praktiniai technologijų mokymai; daugiau informacijos apie STEAM metodiką; tinkama techninė ir programinė įranga; žinios apie įvairių vaikų poreikių tenkinimą.	Yra barjeras	Yra barjeras	2,13	0,966	0,933	-0,445-0

Kaip pateikta 13 lentelėje, itin ryškus išorinis barjeras yra grįžtamojo ryšio apie STEAM metodikos veiklas trūkumas (vidurkis – 2,22). Šį barjerą įvardijo tik įstaigos, neturinčios STEAM ženklelio, tuo tarpu ženklelį turinčios įstaigos jo nepatiria. Tai leidžia manyti, kad ženklelį turinčios įstaigos jau turi įdiegę tam tikrus kokybės įsivertinimo mechanizmus, kurie leidžia gauti grįžtamąjį ryšį apie STEAM veiklų kokybę ir poveikį.

Antras reikšmingas barjeras – kvalifikacijos kėlimo programų pasiūlos stoka (vidurkis – 2,14). Kaip ir pirmuoju atveju, šį barjerą fiksuoja tik įstaigos be STEAM metodikos ženklelio, tuo tarpu ženklelį turinčios įstaigos šios problemos neidentifikuoja. Tai rodo, kad tokios įstaigos arba jau yra gavusios reikiamą kvalifikacijos kėlimą, arba turi daugiau galimybių dalyvauti STEAM metodikos tematikos mokymuose.

Trečias barjeras – papildomų išteklių poreikis (vidurkis – 2,13) – aktualus visoms įstaigoms, nepriklausomai nuo jų STEAM statuso. Tiek ženklelį turinčių, tiek neturinčių įstaigų pedagogai

pabrėžia, kad trūksta metodinės pagalbos, technologinių sprendimų, laiko ir kitų resursų, reikalingų veiksmingam STEAM metodikos ugdymo įgyvendinimui.

Tarp kitų išorinių barjerų, vienodai aktualių abiejų tipų įstaigoms, yra metodinių gairių stoka (vidurkis – 1,88) ir bendradarbiavimo su verslo bei mokslo institucijomis trūkumas (vidurkis – 1,63). Tai rodo, kad visoms įstaigoms būtina sisteminė parama iš švietimo politikos formuotojų, verslo ir akademinės bendruomenės.

Tuo tarpu tokie barjerai kaip vietos ir medžiagų trūkumas, finansiniai ištekliai, tėvų įsitraukimas, taip pat labiau išryškėja įstaigose be STEAM ženklelio – tai leidžia teigti, kad ženklelį turinčios ugdymo įstaigos jau yra pasiekusios aukštesnį pasirengimo lygį, tačiau visos jos vis tiek susiduria su sisteminio pobūdžio kliūtimis.

3.3. STEAM metodikos taikymo ikimokykliniame ugdyme barjerų mažinimo strategijos

Ikimokyklinio ugdymo srityje STEAM metodikos įgyvendinimas susiduria su įvairiais iššūkiais, tačiau yra keletas strategijų, kurios gali padėti įveikti šiuos barjerus ir užtikrinti sėkmingą metodikos integraciją. Šios strategijos apima pedagogų kompetencijų tobulinimą, metodinių priemonių kūrimą, technologinio raštingumo skatinimą, finansavimo užtikrinimą, tėvų įtraukimą ir mokymo programų lankstumo didinimą.

14 lentelė. STEAM metodikos taikymo ikimokykliniame ugdyme barjerų mažinimo strategijos

Mažinimo strategijos	Aprašymas
Pedagogų kompetencijų tobulinimas	Rengti mokymus, seminarus ir praktinius užsiėmimus, kurie padėtų mokytojams įgyti reikiamų žinių ir įgūdžių STEAM srityje.
Metodinių priemonių kūrimas	Parengti aiškias gaires, metodikas ir praktinių veiklų pavyzdžius STEAM integravimui kasdienėje veikloje.
Technologinio raštingumo skatinimas	Organizuoti mokymus pedagogams ir tėvams, didinančius jų gebėjimus naudoti skaitmenines priemones ugdyme.
Finansavimo užtikrinimas/bendradarbiavimas	Užmegzti partnerystes su verslu ir mokslo institucijomis bei siekti didesnio finansavimo mokymo priemonėms ir technologijoms.
Tėvų įtraukimas	Rengti informacines sesijas ir dirbtuves tėvams, stiprinant jų supratimą ir dalyvavimą STEAM ugdyme.

Vienas iš pagrindinių barjerų įgyvendinant STEAM metodiką yra pedagogų nepakankamas pasirengimas. Daugelis mokytojų neturi specifinių žinių apie STEAM metodikas arba nėra išmokyti efektyviai taikyti technologijomis grįstų mokymo metodų. Kaip teigia Hamutoğlu ir Başarmak (2020), pedagogų kompetencijų tobulinimas yra būtinas, nes tai užtikrina, kad mokytojai galėtų efektyviai integruoti STEAM principus į ugdymo procesą. Remiantis Ejiwale (2013), efektyvūs mokytojų mokymai ir seminarai yra būtini norint suteikti pedagogams reikiamas žinias ir įgūdžius. Organizuojant specializuotas mokytojų mokymo programas, seminarus ir praktinius mokymus, galima suteikti mokytojams reikalingas teorines žinias ir praktinius gebėjimus. Be to, mokytojams reikia suteikti galimybes nuolat tobulinti savo kompetencijas, dalintis gerąja patirtimi ir mokytis iš kolegų.

Mokytojams trūksta aiškių gairių ir metodinių rekomendacijų, kaip efektyviai įtraukti STEAM ugdymą į kasdienę veiklą. Kaip teigia Ejiwale (2013), aiškos metodinės gairės ir rekomendacijos yra būtinos, siekiant efektyviai integruoti STEAM ugdymą. Remiantis Hasanah (2020), aiškos gairės ir praktiniai pavyzdžiai padeda mokytojams lengviau pritaikyti teorines žinias praktikoje. Sukūrus

metodines gaires ir rekomendacijas bei parengus praktinių pavyzdžių ir priemonių, mokytojai galėtų lengviau pritaikyti teorines žinias praktikoje. Tai padėtų pedagogams kurti įdomias ir prasmingas mokymosi patirtis vaikams.

Ne visi pedagogai ir tėvai yra pakankamai susipažinę su skaitmeninėmis technologijomis, todėl jiems gali būti sunku įsitraukti į STEAM ugdymą. Kaip teigia Pirkkalainen ir Pawlowski (2013), technologinio raštingumo skatinimas yra svarbus, nes tai leidžia pedagogams ir tėvams geriau suprasti ir naudoti skaitmenines priemones ugdymo procese. Remiantis Gamage et al. (2022), nuolatinis mokytojų technologinių įgūdžių tobulinimas yra būtinas, siekiant užtikrinti efektyvų technologijų naudojimą ugdymo procese. Suteikiant papildomas mokymosi galimybes pedagogams ir tėvams, galima padidinti jų technologinį raštingumą ir gebėjimą naudoti skaitmenines priemones. Mokytojams reikia suteikti galimybes mokytis ir tobulinti savo technologinius įgūdžius, o tėvams – suprasti technologijų svarbą ir naudą vaikų ugdymui.

Riboti biudžetai neleidžia įsigyti reikiamų mokymo priemonių, organizuoti papildomų mokymų ar kurti STEAM laboratorijų. Kaip teigia Ejiwale (2013), didesnis švietimo finansavimas yra būtinas, siekiant užtikrinti reikiamų mokymo priemonių ir technologijų prieinamumą. Remiantis Voicu et al. (2022), investicijos į modernias technologijas ir mokymo priemones yra būtinos, siekiant užtikrinti kokybišką STEAM ugdymą. Skatinant didesnę švietimo finansavimą ir partnerystės su verslo bei mokslo institucijomis, galima užtikrinti, kad mokyklos turės reikiamus išteklius. Be to, reikėtų investuoti į modernias technologijas, mokymo priemones ir laboratorijas, kurios padės mokytojams įgyvendinti praktines STEAM veiklas.

Kai kurie tėvai skeptiškai vertina STEAM metodikų taikymą ankstyvajame ugdyme arba nepakankamai supranta jų svarbą. Kaip teigia Voicu et al. (2022), tėvų įtraukimas yra svarbus, nes aktyvesnis tėvų dalyvavimas ugdymo procese padeda vaikams geriau suprasti ir pritaikyti mokymosi patirtis namuose. Remiantis Ejiwale (2013), tėvų informavimas apie STEAM ugdymo naudą padeda didinti jų įsitraukimą ir paramą vaikams. Organizavus informacines kampanijas, seminarus ir dirbtuves, skirtas tėvams, galima padidinti jų supratimą apie STEAM metodikos naudą ir skatinti aktyvesnį jų dalyvavimą ugdymo procese. Tėvai turi būti informuoti apie STEAM ugdymo svarbą ir naudą, kad galėtų suteikti vaikams reikiamą paramą ir motyvaciją namuose.

Apibendrinus galima teigti, jog šių strategijų įgyvendinimas gali padėti įveikti esamus barjerus ir užtikrinti sėkmingą STEAM metodikos integraciją ikimokykliniame ugdyme, taip skatinant vaikų kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius. Tik bendradarbiaujant visiems švietimo proceso dalyviams – pedagogams, tėvams, švietimo institucijoms ir verslo sektoriui – galima sukurti palankią aplinką STEAM ugdymui ir užtikrinti vaikų visapusišką ugdymą

Išvados

1. Išanalizavus STEAM metodikos koncepto teorinius aspektus, nustatyta, kad: STEM ir STEAM ugdymo modeliai atsirado kaip atsakas į sparčiai augančius technologijų sektoriaus poreikius. STEM (mokslas, technologijos, inžinerija, matematika) pradėtas taikyti JAV siekiant ugdyti analitinius ir technologinius įgūdžius, kurie būtini šiuolaikinėje darbo rinkoje. Vėliau atsirado STEAM modelis, papildantis STEM menais ir dizainu, siekiant skatinti kūrybiškumą ir inovacijas. Pagrindinis skirtumas tarp šių modelių yra jų ugdymo kryptis: STEM koncentruojasi į tiksluosius mokslus, tuo tarpu STEAM įtraukia meną, lavindamas kūrybišką problemų sprendimą. Pagrindinis STEM ir STEAM tikslas – ugdyti inovatyvius, kritiškai mąstančius ir technologiškai raštingus specialistus, gebančius prisitaikyti prie besikeičiančių darbo rinkos poreikių. STEAM ugdymo proceso realizavimas susijęs su disciplinų integracija, siekiant holistinio mokymosi ir inovatyvaus problemų sprendimo. STEAM apima gamtos mokslus, technologijas, inžineriją, meną ir matematiką, kurios gali būti dėstomos disciplininio, daugiadisciplininio, tarpdisciplininio ar transdisciplininio būdu; STEAM metodikos įgyvendinimas ikimokyklinio ugdymo procese susiduria su įvairiais barjeriais. Pagrindinės kliūtys yra nepakankami materialiniai ir techniniai ištekliai, pedagogų pasirengimo stoka, nepakankamas tėvų įsitraukimas ir nelankstus esamų mokymo programų struktūravimas. Dažnai trūksta modernių technologijų ir metodinių priemonių, o pedagogai nėra pakankamai pasiruošę naudoti technologijomis pagrįstus mokymo metodus. Taip pat kyla sunkumų dėl tėvų skeptiško požiūrio į STEAM metodikas ir jų nepakankamo įsitraukimo į procesą. Kiti iššūkiai apima ribotą finansavimą ir infrastruktūros trūkumus, kurie apsunkina reikalingų priemonių įsigijimą.
2. Empiriniam tyrimui atlikti pasirinkta kiekybinė tyrimo prieiga. Originalus apklausos raštu tyrimo instrumentas apėmė penkias temines sritis, leidusias išsamiai ištirti tiek vidinius, tiek išorinius barjerus, darančius įtaką STEAM diegimui: pedagogų pasirengimą taikyti STEAM metodiką, STEAM veiklų taikymo dažnumą ir pobūdį ugdymo praktikoje, motyvacijos stoką ar nepasitikėjimą savo kompetencijomis, išorinius barjerus (įskaitant materialinių išteklių trūkumą, laiko stoką, institucinio palaikymo nebuvimą) bei pedagogų požiūrį į STEAM ir jo poveikio vaikų ugdymui vertinimą. Duomenų analizė atlikta naudojant IBM SPSS programą, pasitelkus įvairius statistinius metodus – nuo aprašomosios statistikos iki regresinės analizės. Tyrimo imtis – 103 respondentai – atitinka mokslinius reikalavimus ir leidžia daryti pagrįstas išvadas. Rezultatai pateikti diagramomis, atspindinčiomis surinktą informaciją.
3. Išanalizavus empirinio tyrimo duomenis, galima teigti, kad: ugdymo įstaigos, turinčios STEAM ženklelį, rečiau susiduria su vidiniais ir išoriniais barjeriais, o tai rodo didesnę jų pasirengimą ir investicijas į pedagogų kompetencijas bei ugdymo kokybę; ryškiausi vidiniai barjerai yra pedagogų technologinio raštingumo stoka, bendras nepasirengimas taikyti STEAM metodus ir specializuotų mokymų trūkumas; tarp svarbiausių išorinių barjerų išsiskiria grįžtamojo ryšio trūkumas, nepakankama kvalifikacijos kėlimo pasiūla, metodinių priemonių ir išteklių stygius, taip pat menkas tėvų ir verslo bei mokslo institucijų įsitraukimas. Barjerų mažinimui siūlomos strategijos apima pedagogų kvalifikacijos tobulinimą, technologinio raštingumo stiprinimą, metodinių gairių rengimą, išteklių prieinamumo gerinimą, aktyvesnį bendradarbiavimą su partneriais ir tėvų įtraukimą.

Rekomendacijos

Darželiai turėtų investuoti į modernias technologines priemones, tokias kaip robotikos rinkiniai ir interaktyvios lentos. Reikėtų organizuoti mokytojų mokymo programas, seminarus ir praktinius mokymus, siekiant tobulinti jų kompetencijas. Skatinti tėvų įtraukimą į ugdymo procesą per informacines kampanijas, seminarus ir dirbtuves.

Mokytojai turėtų integruoti tarpdisciplininius projektus ir užduotis į kasdienę veiklą, kad skatintų vaikų kūrybiškumą ir kritinį mąstymą. Reikėtų naudoti praktinius metodinius pavyzdžius ir rekomendacijas, padedančias efektyviai taikyti STEAM metodikas. Mokytojai turėtų nuolat tobulinti savo technologinius įgūdžius per mokymus ir seminarus.

Valstybė turėtų didinti švietimo finansavimą, kad būtų galima įsigyti reikiamų STEAM priemonių ir technologijų. Reikėtų kurti lankstesnes mokymo programas, leidžiančias integruoti STEAM disciplinas ir skatinti tarpdisciplininį mokymąsi. Valstybė turėtų organizuoti nacionalinius mokytojų mokymo ir profesinio tobulėjimo programas, siekiant pagerinti pedagogų kompetencijas STEAM srityje.

Literatūros sąrašas

1. Abramishvili, M., & Apakidze, M. (2024). Educational innovations: a case study on the practical implementation of steam in formal education at primary and preschool levels. In *INTED2024 Proceedings* (pp. 1788-1793). IATED. <https://doi.org/10.21125/inted.2024.0504>
2. Abuhamda, E., Ismail, I. A., & Bsharat, T. R. (2021). Understanding quantitative and qualitative research methods: A theoretical perspective for young researchers. *International Journal of Research*, 8(2), 71-87. DOI:[10.2501/ijmr-201-5-070](https://doi.org/10.2501/ijmr-201-5-070)
3. Adiyono, A., Fitri, A. Z., & Al Matari, A. S. (2024). Uniting Science and Faith: A Re-STEAM Interdisciplinary Approach in Islamic Education Learning. *International Journal of Social Learning (IJSL)*, 4(3), 332-355. <https://doi.org/10.47134/ijsl.v4i3.281>
4. Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
5. Aktürk, A. A., & Demircan, O. (2017). A review of studies on STEM and STEAM education in early childhood. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 18(2), 757-776. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: <https://www.academia.edu/download/57067195/AReviewofStudiesonSTEMandSTEAMEducationinEarlyChildhood.pdf>
6. Alghamdi, A. A. (2023). Exploring early childhood teachers' beliefs about STEAM education in Saudi Arabia. *Early Childhood Education Journal*, 51(2), 247-256. <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01303-0>
7. Al-Mutawah, M. A., Thomas, R., Preji, N., Alghazo, Y. M., & Mahmoud, E. Y. (2022). Theoretical and conceptual framework for a STEAM-based integrated curriculum. *Journal of Positive School Psychology*, 5045-5067. <https://doi.org/10.3390/educsci12030225>
8. Arango-Caro, S., Langewisch, T., Ying, K., Haberberger, M. A., Ly, N., Branton, C., & Callis-Duehl, K. (2025). 3D plants: the impact of integrating science, design, and technology on high school student learning and interests in STEAM subjects and careers. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00120-4>
9. Atikah, C., & Biru, L. T. (2024). STEAM-based Learning to Enhance Early Childhood Creativity. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 4(1), 164-175. <https://doi.org/10.53889/ijses.v4i1.303>
10. Autukevičienė, B., & Stonkuvienė, G. (2022). STEAM ugdymas ikimokyklinėje įstaigoje taikant LEGO Education metodiką ir priemones. *Pedagogika.*, 148(4), 106-128. <https://doi.org/10.15823/p.2022.148.6>
11. Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 13(1), 43-56. [Žiūrėta, 2025-01-29]. Prieiga per internetą Prieiga per internetą: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JRIT-01-2020-0003/full/pdf>
12. Boice, K. L., Alemдар, M., Jackson, J. R., Kessler, T. C., Choi, J., Grossman, S., & Usselman, M. (2024, May). Exploring teachers' understanding and implementation of STEAM: one size does not fit all. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1401191). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1401191>

13. Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. *STEM Roadmap*. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315753157-5/integrated-stem-education-lynn-bryan-tamara-moore-carla-johnson-gillian-roehrig>
14. Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press. [Žiūrėta, 2025-03-29]. Prieiga per internetą: [https://www.google.com/books?hl=lt&lr=&id=N2zQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=\).+Bryman+\(2016&ots=dqMuERJ4ok&sig=a7xX88CvVCwfzj8wfxBSIzDb0BQ](https://www.google.com/books?hl=lt&lr=&id=N2zQCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=).+Bryman+(2016&ots=dqMuERJ4ok&sig=a7xX88CvVCwfzj8wfxBSIzDb0BQ)
15. Brown, R., Brown, J., Reardon, K., & Merrill, C. (2011). Understanding STEM: current perceptions. *Technology and Engineering Teacher*, 70(6), 5. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Chris-Merrill/publication/234659554_Understanding_STEM_Current_perceptions/links/618c0dce61f09877207bc812/Understanding-STEM-Current-perceptions.pdf
16. Butera, G., Horn, E. M., Palmer, S. B., Friesen, A., & Lieber, J. (2016). Understanding Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) within early childhood Special Education. *Handbook of early childhood Special Education*, 143-161. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-28492-7_9
17. Cain, M., Campbell, C., & Fanshawe, M. (2024). What's an innovation? Capitalising on disruptive innovation in higher education. *Teachers and Teaching*, 30(5), 684-700. <https://doi.org/10.1080/13540602.2024.2365141>
18. Carvalho, A., Teixeira, S. J., Olim, L., Campanella, S. D., & Costa, T. (2021). Pedagogical innovation in higher education and active learning methodologies—a case study. *Education+ Training*, 63(2), 195-213. <https://doi.org/10.1108/ET-05-2020-0141>
19. Caton, J. C. (2021). Don't run out of STEAM! barriers to a transdisciplinary learning approach. *Journal of STEM Teacher Education*, 56(1), <https://doi.org/10.30707/JSTE56.1.1624981200.219832>
20. Cented, (2025). Project-Based Learning in STEAM Education: How to Design and Implement Effective Projects. [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://21stcented.com/project-based-learning-in-steam-education-how-to-design-and-implement-effective-projects/>
21. Chaldi, D., & Mantzanidou, G. (2021). Educational robotics and STEAM in early childhood education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 1(2), 72-81. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2021.02.003>
22. Chappell, K., & Hetherington, L. (2024). Creative pedagogies in digital STEAM practices: natural, technological and cultural entanglements for powerful learning and activism. *Cultural Studies of Science Education*, 19(1), 77-116. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10200-4>
23. Chen, Y., & Dong, Z. (2023). Students' Psychological Analysis for Classroom Teaching Strategies of Art Songs Based on STEAM Education. *Sustainability*, 16(1), 323. <https://doi.org/10.3390/su16010323>
24. Chistyakov, A. A., Zhdanov, S. P., Avdeeva, E. L., Dyadichenko, E. A., Kunitsyna, M. L., & Yagudina, R. I. (2023). Exploring the characteristics and effectiveness of project-based learning for science and STEAM education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(5), em2256. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13128>

25. Colucci-Gray, L. (2019). Developing an ecological view through STEAM pedagogies in Science education. In *Why Science and Art Creativities Matter* (pp. 105-130). Brill. https://doi.org/10.1163/9789004421585_008
26. Conner, L. D. C., Tzou, C., Tsurusaki, B. K., Guthrie, M., Pompea, S., & Teal-Sullivan, P. (2017). Designing STEAM for broad participation in science. *Creative Education*, 8(14), 2222. <https://doi.org/10.4236/ce.2017.814152>.
27. Conradty, C., & Bogner, F. X. (2020). STEAM teaching professional development works: Effects on students' creativity and motivation. *Smart Learning Environments*, 7(1), 26 <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00132-9>
28. Cornwell, G. N. (2023). *Exploring 21st Century Learning in Virginia Secondary School Technology and Engineering Classrooms: A Hermeneutic Phenomenological Study*. Liberty University. [Žiūrėta, 2025-02-14]. <https://www.proquest.com/openview/56497f680e59f2f8562ba7a775a444eb/1?cbl=18750&diss=y&pq-origsite=gscholar>
29. Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage Publications. Žiūrėta [2025-04-03]. Prieiga per internetą: [https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=335ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&dq=Creswell,+J.+W.,+%2526+Creswell,+J.+D.+\(2017\).+Research+design:+Qualitative,+quantitative,+and+mixed+methods+approaches.+Sage](https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=335ZDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&dq=Creswell,+J.+W.,+%2526+Creswell,+J.+D.+(2017).+Research+design:+Qualitative,+quantitative,+and+mixed+methods+approaches.+Sage)
30. Danielson, R. W., Grace, E., White, A. J., Kelton, M. L., Owen, J. P., Saba Fisher, K., ... & Mozo, M. (2022, June). Facilitating Systems Thinking Through Arts-Based STEM Integration. In *Frontiers in education* (Vol. 7, p. 915333). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.915333>
31. Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). The SAGE handbook of qualitative research. Sage Publications. Žiūrėta [2025-04-01]. Prieiga per internetą: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-qualitative-research/book242504>
32. Dilek, H., Taşdemir, A., Konca, A. S., & Baltacı, S. (2020). Preschool children's science motivation and process skills during inquiry-based STEM activities. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(2), 92-104. <https://doi.org/10.21891/jeseh.673901>
33. Edelen, D., Cox Jr, R., Bush, S. B., & Cook, K. (2023). Centering Students in Transdisciplinary STEAM Using Positioning Theory. *Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 26(4), 111-129. [Žiūrėta, 2025-03-01]. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1378524>
34. Education, (2025). What Is STEAM Education? Prieiga per internetą: <https://www.arduino.cc/education/what-is-steam-education/>
35. Eduko Lt. (2024). Kas yra Steam ugdymas: programos, mokymosi metodai. [Žiūrėta, 2025-01-15]. Prieiga per internetą: <https://eduko.lt/steam>
36. Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(2), 63-74. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
37. El Bedewy, S., & Lavicza, Z. (2023). STEAM+ X-Extending the transdisciplinary of STEAM-based educational approaches: A theoretical contribution. *Thinking Skills and Creativity*, 48, 101299. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101299>
38. ElSayary, A., Zein, R., & Antonio, L. S. (2022). Using interactive technology to develop preservice teachers' STEAM competencies in early childhood education program. *Eurasia*

Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 18(2). <http://dx.doi.org/10.29333/ejmste/11649>

39. Erawan, G. M., Mariana, N., & Suryanti, S. (2025). Development and Challenges of STEAM Learning Implementation in Elementary Schools: A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Emerging Research and Review*, 3(1), 000094-000094. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i6.15289>
40. European Commission, (2023). European School Education Platform. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: <https://school-education.ec.europa.eu/en/learn/courses/stem-education>
41. Fajrina, S., Lufri, L., & Ahda, Y. (2020). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as a learning approach to improve 21st century skills: a review. *International Journal of Online & Biomedical Engineering*, 16(7). <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i07.1410>
42. Fan, W., & Yan, Z. (2010). Factors affecting response rates of the web survey: A systematic review. *Computers in human behavior*, 26(2), 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.10.015>
43. Farris, S., & Purper, C. (2021). STEM in Early Childhood: Establishing a Culture of Inquiry with Young Children. *Dimensions of Early Childhood*, 49(2), 15-20. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1317025>
44. Felder, R. M. (2021). STEM education: A tale of two paradigms. *Journal of Food Science Education*, 20(1), 8-15. <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12219>
45. Forbus, K. D., & Ainsworth, S. (2017). Editors' Introduction: Sketching and Cognition. *Topics in Cognitive Science*, 9(4) <https://doi.org/10.1111/tops.12299>
46. Fulton, L. A., & Simpson-Steele, J. (2016). Reconciling the divide: Common processes in science and arts education. *The STEAM Journal*, 2(2), 3. <https://doi.org/10.5642/steam.20160202.03>
47. Gamage, K. A., Ekanayake, S. Y., & Dehideniya, S. C. (2022). Embedding sustainability in learning and teaching: Lessons learned and moving forward—Approaches in STEM higher education programmes. *Education Sciences*, 12(3), 225.
48. Gözümlü, A. İ. C., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2022). Preschool teachers' STEM pedagogical content knowledge: A comparative study of teachers in Greece and Turkey. *Frontiers in psychology*, 13, 996338. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.996338>
49. Greca Dufranc, I. M., Ortiz Revilla, J., & Arriassecq, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1-20. http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
50. Habibi, M. M. (2023). The Effect of the STEAM Method on Children's Creativity. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 315-321. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2378>
51. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2010). Multivariate data analysis. Pearson Education. Žiūrėta [2025-04-01]. Prieiga per internetą: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.drnishikantjha.com/papersCollection/Multivariate%20Data%20Analysis.pdf&ved=2ahUKEwj8_rHPwMaMAxVQIBAIHVHCL5MQFnoECAkQAQ&usg=AOvVaw1t3EvI9WnTXycCdaki_gXHg
52. Havu-Nuutinen, S., Kewalramani, S., Veresov, N., Pöntinen, S., & Kontkanen, S. (2022). Understanding early childhood science education: Comparative analysis of Australian and Finnish curricula. *Research in Science Education*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09980-4>

53. Hamutoğlu, N. B., & Başarmak, U. (2020). External and internal barriers in technology integration: A structural regression analysis. <https://doi.org/10.28945/4497>
54. Harjanty, R., & Muzdalifah, F. (2022). Implementation of STEAM project-based learning in developing early childhood cooperation. *Atfaluna: Journal of Islamic Early Childhood Education*, 5(1), 47-56. <https://doi.org/10.32505/atfaluna.v5i1.4093>
55. Hasanah, U. (2020). Key definitions of STEM education: Literature review. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(3), e2217. <https://doi.org/10.29333/ijese/8336>
56. Hashmi, K., & Maqsood, S. (2024). STEAM Education: A Pathway to Enhance Critical Thinking in Dynamic Elementary Classrooms. *Sukkur IBA Journal of Educational Sciences and Technologies*, 4(1), 25-44. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: <https://journal.iba-suk.edu.pk:8089/SIBAJournals/index.php/sjest/article/view/1274>
57. Henriksen, D., Mehta, R., & Mehta, S. (2019). Design thinking gives STEAM to teaching: A framework that breaks disciplinary boundaries. *STEAM education: Theory and practice*, 57-
https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_4
58. Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
59. Hillyard, S.(2024). A Pocket Guide to STEAMA practical introduction to TEAM in your classroom. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.pears on.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/english/SupportingDocs/1233547%2520-%2520Experiences%2520STEAM%2520>
60. Hu, X., & Yelland, N. (2019). Changing learning ecologies in early childhood teacher education: From technology to stem learning. *Beijing International Review of Education*, 1(2-3), 488-506. [Žiūrėta, 2025-02-11]. Prieiga per internetą: https://brill.com/view/journals/bire/1/2-3/article-p488_488.xml
61. Huang, Y., Li, H., & Fong, R. (2016). Using Augmented Reality in early art education: a case study in Hong Kong kindergarten. *Early Child Development and Care*, 186(6), 879–894. <https://doi.org/10.1080/03004430.2015.1067888>
62. Yim, I. H. Y., Su, J., & Wegerif, R. (2024). STEAM in practice and research in primary schools: a systematic literature review. *Research in Science & Technological Education*, 1-25. □ <https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2440424>
63. Ismyboh, (2024). Why Is STEM Education Important For Kids? [Žiūrėta, 2025-02-21]. Prieiga per internetą: [://itsmybot.com/why-is-stem-education-important-for-kids/](https://itsmybot.com/why-is-stem-education-important-for-kids/)
64. Yulianti, E., Phang, F. A., Hamimi, E. H., Rahman, N. F. A., & Suwono, H. (2024). Exploring science teachers' perspectives on steam learning. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 34(1), 131-142. <https://doi.org/10.37934/frle.34.1.131142>
65. Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. (2022). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, 80, 101310. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101310>
66. Kamaruddin, K., Abdullah, C. A. C., Idris, M. N., & Nawi, M. N. M. (2017). Integrating ICT in Teaching and Learning: A Preliminary Study on Malaysian Private Preschool Kamarulzaman.

- International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(11), 1236–1248.
<https://doi.org/10.1063/1.5005408>
67. Kastriti, E., Kalogiannakis, M., Psycharis, S., & Vavougiou, D. (2022). The teaching of Natural Sciences in kindergarten based on the principles of STEM and STEAM approach. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(1), 268-277: <http://dx.doi.org/>. DOI: 10.25082/AMLER.2022.01.011
 68. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
 69. Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1539a>
 70. Kim, M. K., Lee, J. Y., Yang, H., Lee, J., Jang, J. N., & Kim, S. J. (2019). Analysis of elementary school teachers' perceptions of mathematics-focused STEAM education in Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), em1746. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108482>
 71. Kuphanga, D. (2024). Questionnaires in research: Their role, advantages, and main aspects. *Preprint*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15334.64325>
 72. Laquea, K. (2024). What Is STEM Education? [Žiūrėta, 2025-01-21]. Prieiga per internetą: <https://ace.edu/blog/what-is-stem-education/>
 73. Lathan, J. (2024). Why STEAM is so Important to 21st Century Education. Prieiga per internetą: <https://onlinedegrees.sandiego.edu/steam-education-in-schools>. [Žiūrėta, 2025-02-01]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Kiran-Hashmi/publication/384202295_STEAM_Education_A_Pathway_to_Enhance_Critical_Thinking_in_Dynamic_Elementary_Classrooms/links/66ee693a750edb3bea65db3d/STEAM-
 74. Leung, W. M. V. (2023). STEM education in early years: Challenges and opportunities in changing teachers' pedagogical strategies. *Education Sciences*, 13(5), 490. <https://doi.org/10.3390/educsci13050490>
 75. Lietuvos Respublikos akademinės etikos ir procedūrų kontrolieriaus įsakymas (2020). *Atitikties mokslinių tyrimų etikai vertinimo gairės* (įsakymas Nr. V-60. Žiūrėta [2025-03-29]. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.vu.lt/>
 76. Litera Abina, A., Temeljotov Salaj, A., Cestnik, B., Karalič, A., Ogrinc, M., Kovačič Lukman, R., & Zidanšek, A. (2024). Challenging 21st-century competencies for STEM students: companies' vision in Slovenia and Norway in the light of global initiatives for competencies development. *Sustainability*, 16(3), 1295. <https://doi.org/10.3390/su16031295>
 77. Little heroes, (2024). Innovation in Early Childhood Education. [Žiūrėta, 2025-02-12]. Prieiga per internetą: <https://www.littleheroesinternational.com/blog/innovation-in-early-childhood-education>
 78. Little scholars, (2025). Why STEAM Matters in Early Childhood Education. [Žiūrėta, 2025-01-18]. Prieiga per internetą: <https://littlescholarsnyc.com/steam-education-in-early-childhood/>
 79. Lowrie, T., & Larkin, K. (2020). Experience, represent, apply (ERA): A heuristic for digital engagement in the early years. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 131-147. <https://doi.org/10.1111/bjet.12789>

80. Luen, L. C., Guo, Y., & Jian, L. (2024). The Pedagogical Significance of STEAM Toys for Preschoolers. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1). <http://dx.doi.org/10.6007/IJARPED/v13-i1/21009>
81. Maričić, M., & Lavicza, Z. (2024). Enhancing student engagement through emerging technology integration in STEAM learning environments. *Education and Information Technologies*, 1-29. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12710-2>
82. Martín-Cudero, D., Cid-Cid, A. I., & Guede-Cid, R. (2024). Analysis of Mathematics Education from a STEAM Approach at Secondary and Pre-University Educational Levels: A Systematic Review. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 507-528 <https://doi.org/10.3926/jotse.2349>
83. McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., & Bales, S. N. (2017). STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood. *Ganz Cooney Center*. [Žiūrėta, 2025-01-18]. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=ED574402>
84. McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569. [Žiūrėta, 2025-01-18]. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1131146>
85. Monkeviciene, O., Autukeviciene, B., Kaminskiene, L., & Monkevicius, J. (2020). Impact of innovative STEAM education practices on teacher professional development and 3-6 year old children's competence development. *Journal of Social Studies Education Research*, 11(4), 1-27. [Žiūrėta, 2025-01-10]. Prieiga per internetą: <http://www.jsser.org/index.php/jsser/article/view/2332>
86. Monkevičienė, O., Autukeviciene, B., Kaminskiene, L., Rutkiene, A., Tandzegolskiene, I., Skeryte – Kazlauskienė, M., Monkevicius, J., Stonkuvienė, G. and Vildziuniene, E. (2018). Tyrimo „Pažangipedagoginė praktika ir pedagoginės inovacijos Lietuvos vaikų darželiuose“ ataskaita. [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://www.ikimokyklinis.lt/uploads/>
87. Montés, N., Barquero, S., Martínez-Carbonell, A., Aloy, P., Ferrer, T., Romero, P. D., ... & Salazar, A. D. S. (2024). Redefining STEAM to STEAM∀H (STEAM for All Humanity) in Higher Education. *Education Sciences*, 14(8), 888. [10.3390/educsci14080888](https://doi.org/10.3390/educsci14080888)
88. Montés, N., Zapatera, A., Ruiz, F., Zuccato, L., Rainero, S., Zanetti, A., ... & Marathefti, M. (2023). A novel methodology to develop STEAM projects according to national curricula. *Education Sciences*, 13(2), 169. <https://doi.org/10.3390/educsci13020169>
89. Munawar, M., Setyoadi, Y., Luthfy, P. A., & Prasetyawati, D. (2024). Supporting and Inhibiting Factors of Outdoor STEAM Learning in Early Childhood Education. *KnE Social Sciences*, 413-424. <https://doi.org/10.56707/ijoeer.v3i1.94>
90. National University, (2025). What Does STEM Stand for in Education? [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://www.nu.edu/blog/what-does-stem-stand-for/>
91. Neuman, W. L., Nardi, P. M., Berg, B. L., Jackson, W., Varberg, N., Robson, K., ... & Turner, L. A. (2011). *Research methods in communication*. Pearson (2011), London, UK. DOI. . [Žiūrėta 2025-04-19]. Prieiga per internetą https://idealmatrix.ru/conspectus/research_communication_innovation/books/Introduction%20to%20Communication%20Research.pdf
92. Newcombe, N. 2017. Harnessing Spatial Thinking to Support STEM Learning OECD Education. Working Papers. Paris:OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/7d5dcae6-en>

93. Ng, A., Kewalramani, S., & Kidman, G. (2022). Integrating and navigating STEAM (inSTEAM) in early childhood education: An integrative review and inSTEAM conceptual framework. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(7), em2133. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12174>
94. Nguyen, M. T., Hà, T. A., Mai, H. A., Vu, K. T. T., & Nguyễn, M. Q. (2025). Factors affecting preschool teachers' implementation of STEAM activities: A quantitative study in Vietnam. *Social Sciences & Humanities Open*, 11, 101227. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101227>
95. Nho, H. T., & Thiep, T. T. (2024). Integrating social and emotional learning through steam activities in inclusive early childhood curriculum. *Journal of Science Educational Science*, 309-321. <https://doi.org/10.18173/2354-1075.2024-0106>
96. Ningsih, R. W., & Farida, N. (2023). Enhancing Critical Thinking in Early Childhood through STEAM-Oriented Busy Board Media: A Development Study. *Golden Age: Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 8(3), 143-157. <https://doi.org/10.14421/jga.2023.83-04>
97. Nong, L., Liao, C., Ye, J. H., Wei, C., Zhao, C., & Nong, W. (2022). The STEAM learning performance and sustainable inquiry behavior of college students in China. *Frontiers in psychology*, 13, 975515. | <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.975515>
98. Olaitan, S. (2025). Challenges in Preparing Elementary Educators for STEM Teaching Roles. [Žiūrėta, 2025-02-05]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Olaitan-Samson/publication/389359290_Challenges_in_Preparing_Elementary_Educators_for_STEM_Teaching_Roles/links/67bfee238311ce680c7621b2/Challenges-in-Preparing-Elementary-Educators-for-STEM-Teaching-Roles.pdf
99. Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Sifaki, E., Stamovlasis, D., Kalogiannakis, M., & Vassilakis, K. (2021). Factors That Hinder In-Service Teachers from Incorporating Educational Robotics into Their Daily or Future Teaching Practice. In *CSEDU* (2), 55-63. <https://doi.org/10.5220/0010413900550063>
100. Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2024). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 125(2), 59-67. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>
101. Pérez Torres, M., Couso Lagarón, D., & Marquez Bargalló, C. (2023). Evaluation of STEAM project-based learning (STEAM PBL) instructional designs from the STEM practices perspective. *Education Sciences*, 14(1), 53. <https://doi.org/10.3390/educsci14010053>
102. Perfectangels, (2024). The Role of Play-Based Learning in Early Childhood STEAM Education. [Žiūrėta, 2025-03-05]. Prieiga per internetą: <https://perfectangelslearningcenter.com/2024/02/29/the-role-of-play-based-learning-in-early-childhood-steam-education/>
103. Phang, W. L. A., Chong, M. C., Che Mustafa, M., & Mohd Jamil, M. R. (2023). Issues and Challenges for the Implementation of Preschool STREAM Education: What Do the Preschool Teachers Say?. *Southeast Asia Early Childhood*, 12(1), 54-69. <https://doi.org/10.37134/saecj.vol12.1.5.2023>
104. Pinzón, M. D. R., Álvarez, W. O., & Romero, A. F. (2024). Barriers and Challenges in the Implementation of the STEAM Approach in Educational Practice. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1599>

105. Pleasants, J., Clough, M. P., Olson, J. K., & Miller, G. (2019). Fundamental issues regarding the nature of technology. *Science & Education*, 28(3-5), 561-597. <http://doi.org/10.1007/s11191-019-00056-y>
106. Pratami, D., Akhmal, N. H., Maulana, M. I. I. M., & Hassan, S. A. H. S. (2024). Introducing Project-Based Learning Steps to the Preschool Teachers in Bandung, Indonesia. *Journal of Technology and Science Education*, 14(3), 883-902. <https://doi.org/10.3926/jotse.2398>
107. Priya, S., & Vasimalairaja, M. (2024). STEM approach through developing cooperative skills. [Žiūrėta, 2025-03-10]. Prieiga per internetą: https://www.researchgate.net/profile/Vasimalai-Raja/publication/379696316_STEM_APPROACH_THROUGH_DEVELOPING_COOPERATIVE_SKILLS/links/66162b4139e7641c0ba8836e/
108. Putrienė, N. (2017). *Empowering factors of interdisciplinary study programme design at university*. Daktaro disertacija, Edukologija (07S), Kaunas, KTU. [Žiūrėta, 2025-01-03]. Prieiga per internetą: <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:24529838/>
109. Ritter, O. N. (2017). Book review: philosophy of STEM education-a critical investigation. [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://dergipark.org.tr/en/pub/cet/issue/29517/316794>
110. Sabeghi, Z., & Rahimi, M. (2024). Integrating STEAM activities into teaching reading: Examination of comprehension and cognitive load. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 14(1), 218-239. <https://doi.org/10.18039/ajesi.1278816>
111. Saleh, A., & Bista, K. (2017). Examining factors impacting online survey response rates in educational research: Perceptions of graduate students. *Journal of Multidisciplinary evaluation*, 13(29), 63-74. [Žiūrėta, 2025-03-29]. Prieiga per internetą: https://jmde.journals.publicknowledgeproject.org/index.php/jmde_1/article/view/487
112. Segarra, V. A., Natalizio, B., Falkenberg, C. V. ir kt. (2018). STEAM: Using the Arts to Train Well-rounded and Creative Scientists. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1360>
113. Shelley, M., & Kiray, S. A. (2018). Research Highlights in STEM Education. *Online Submission*. [Žiūrėta, 2025-01-25]. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=ED616570>
114. Sheth, M. M., & Pathak, R. (2023). STEM education: an interdisciplinary and integrated approach of teaching. ISBN: 978-93-5813-132-1. [Žiūrėta, 2025-01-28]. Prieiga per internetą: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.researchgate.net>
115. Silva-Hormazabal, M., & Alsina, Á. (2023). Exploring the Impact of Integrated STEAM Education in Early Childhood and Primary Education Teachers. *Education Sciences*, 13(8), 842. <https://doi.org/10.3390/educsci13080842>
116. Singh, A. S., & Masuku, M. B. (2014). Sampling techniques & determination of sample size in applied statistics research: An overview. *International Journal of economics, commerce and management*, 2(11), 1-22. [Žiūrėta, 2025-04-19]. Prieiga per internetą: https://www.academia.edu/download/65225177/21131_IJECM.pdf
117. Spyropoulou, C., Wallace, M., Vassilakis, C., & Pouloupoulos, V. (2020). Examining the use of STEAM Education in Preschool Education. *European Journal of Engineering and Technology Research*. children's competence development. *Journal of Social Studies Education Research*, 11(4), 1-27. <http://dx.doi.org/10.24018/ejers.2020.0.CIE.2309>

- 118.Sreejesh, S., Mohapatra, S., & Anusree, M. R. (2014). Questionnaire Design. In *Springer Books. Business Research Methods* (pp. 143–159). doi:10.1007/978-3-319-00539-3
- 119.STEM School Label (2025). Kas yra STEM mokyklos ženklas? [Žiūrėta, 2025-03-29]. Prieiga per internetą: <https://www.stemschoollabel.eu/labels>
- 120.Suharman, (2022). *Integrasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) dalam Pembelajaran Berbasis Proyek pada PAUD*. Widyapada BP PAUD Dan Dikmas Papua. [Žiūrėta, 2025-01-15]. Prieiga per internetą: <https://bgppapua.kemdikbud.go.id/integrasi-steam-science-technology-engineering-art-and-mathematic-dalam-pembelajaran-berbasis-proyek-pada-paud/>
- 121.Sulistyaningtyas, R. E., Astuti, F. P., & Yuliantoro, P. (2023). Using technology for learning in early childhood education: A review of asian countries. *Journal Of Education And Teaching Learning (JETL)*, 5(1), 46-56. <https://doi.org/10.51178/jetl.v5i1.1013>
- 122.Sutaphan, S., & Yuenyong, C. (2019, October). STEM education teaching approach: Inquiry from the context based. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1340, No. 1, p. 012003). IOP Publishing. 10.1088/1742-6596/1340/1/012003
- 123.Švietimo portalas, (2025). Ikimokyklinis ugdymas. [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://emokykla.lt/bendrosios-programos/visos-bendrosios-programos/57/>
- 124.Tan, E., Barton, A. C., & Benavides, A. (2021). Supporting teacher visioning of justice-oriented engineering in the middle grades. *Peabody Journal of Education*, 96(4), 376-392. <https://doi.org/10.1080/0161956X.2021.1965411>
- 125.Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. *Integrated approaches to STEM education: An international perspective*, 21-43. [Žiūrėta, 2025-03-09]. Prieiga per internetą: <https://www.researchgate.net/profile/Russell-Tytler/publication/>
- 126.Tokhtapolatovna, A. M. (2025). IMPLEMENTATION OF STEAM TECHNOLOGIES IN PRESCHOOL EDUCATION. *Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research*, 12(02), 352-356. [Žiūrėta, 2025-01-15]. Prieiga per internetą: <https://www.eijmr.org/index.php/eijmr/article/view/2642>
- 127.Tolmie, A. K., Ghazali, Z., & Morris, S. (2016). Children's science learning: A core skills approach. *British Journal of Educational Psychology*, 86(3), 481-497. <https://doi.org/10.1111/bjep.12119>
- 128.Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, 1, 11-17. Žiūrėta, 2025-01-15]. Prieiga per internetą: <https://tpcjournal.nbcc.org/Journal/Vol11iss04/16/>
- 129.UNESCO, (2019). Exploring STEM Competences for the 21stCentury. [Žiūrėta, 2025-03-05]. Prieiga per internetą: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368485>
- 130.Unicef, (2025). Early childhood education (preschool) Prieiga per internetą: <https://www.unicef.org/lac/en/early-childhood-education-preschool>. European commission, (2024). Early childhood education and care initiatives. [Žiūrėta, 2025-01-05]. Prieiga per internetą: <https://education.ec.europa.eu/education-levels/early-childhood-education-and-care/about-early-childhood-education-and-care>
- 131.Vargas, F., & Alvarado, H. (2020). Virtual laboratories as a strategy for teaching improvement in math sciences and engineering in Bolivia. *International Journal of Engineering Education*, 2(1), 52-62.<http://dx.doi.org/10.14710/ijee.2.1.52-62>

132. Vartiainen, J. (2025). STEAM in Early Childhood Education: A Stand for Imagination. In *International Handbook of Research on STEAM Curriculum and Praxis*. Routledge-Taylor & Francis Group. [Žiūrėta, 2025-01-14]. Prieiga per internetą: https://researchportal.helsinki.fi/files/380873596/Vartiainen_STEAM_in_Early_Childhood_Education_A_Stand_for_Imagination.docx.pdf
133. Vasquez, J. A., Comer, M., & Gutierrez, J. (2020). *Integrating STEM Teaching and Learning into the K-2 Classroom*. NSTA Press. 1840 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22201. Prieiga per internetą: <https://eric.ed.gov/?id=ED605903>
134. Voicu, C. D., Ampartzaki, M., Dogan, Z. Y., & Kalogiannakis, M. (2022). STEAM implementation in preschool and primary school education: experiences from six countries. In *Early Childhood Education-Innovative Pedagogical Approaches in the Post-Modern Era*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.107886>
135. Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R., & Syamsuddin, M. M. (2020). STEAM learning in early childhood education: A literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33-44. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>
136. Whitcomb, K. M., & Singh, C. (2021). Underrepresented minority students receive lower grades and have higher rates of attrition across STEM disciplines: A sign of inequity?. *International Journal of Science Education*, 43(7), 1054-1089. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1900623>
137. Woo, E. H. C., White, P., & Lai, C. W. K. (2016). Impact of information and communication technology on child health. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 52(6), 590–594. <https://doi.org/10.1111/jpc.13181>
138. Wu, M. J., Zhao, K., & Fils-Aime, F. (2022). Response rates of online surveys in published research: A meta-analysis. *Computers in human behavior reports*, 7, 100206. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2022.100206>
139. Wulandani, C., Putri, M. A., Pratiwi, R. I., & Sulong, K. (2022). Implementing project-based STEAM instructional approach in early childhood education in 5.0 industrial revolution era. *Indonesian Journal of Early Childhood Educational Research (IJECEER)*, 1(1), 29-37. <https://doi.org/10.31958/ijecer.v1i1.5819>
140. Zhenjie, Y., Ameen, M., Jin, C., & Yijie, Z. (2024). Influence of pore structure on steam disinfection heat and mass transfer in Yunnan red loam. *Thermal Science and Engineering Progress*, 47, 102312. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.102312>