

MYKOLO ROMERIO UNIVERSITETO
ŽMOGAUS IR VISUOMENĖS STUDIJŲ FAKULTETO
EDUKOLOGIJOS IR SOCIALINIO DARBO INSTITUTAS

RIMA KAZLAUSKIENĖ
VADYBA MOKYKLOJE

**MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ TOBULINIMO GALIMYBĖS IR
IŠŠŪKIAI DIEGIANT STEAM Į UGDYMO PROCESĄ**

Magistro baigiamasis darbas

Darbo vadovas:
Doc. dr. Jolita Dudaitė

Vilnius, 2025

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	3
LENTELIŲ SĄRAŠAS	4
ĮVADAS	5
1. STEAM UGDYMO SVARBA IR IŠŠŪKIAI ŠVIETIMO SISTEMOJE.....	8
1.1. STEAM ugdymo samprata ir reikšmė	8
1.2. STEAM ugdymo svarba ir iššūkiai švietimo sistemoje.....	10
1.3. Lietuvos ir pasaulio šalių patirtys įgyvendinant STEAM ugdymą.....	13
2. MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ KĖLIMAS	18
2.1. Mokytojų kompetencijos ir jų taikymas STEAM ugdymo kontekste	18
2.2. Mokytojų kompetencijų tobulinimo aktualumas	20
2.3. Mokytojų kompetencijų tobulinimo svarba ir iššūkiai	21
3. MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ TOBULINIMO POVEIKIS DIEGIANT STEAM Į UGDYMO PROCESĄ	25
3.1. Tyrimo metodologija	25
3.2. Tyrimo dalyvių charakteristika	30
3.3. Tyrimo rezultatų analizė ir interpretacija.....	31
3.4. Mokslinė diskusija	53
IŠVADOS	56
REKOMENDACIJOS	57
ŠALTINIAI IR LITERATŪRA	58
SANTRAUKA	70
SUMMARY	72
PRIEDAI	74
AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA	81

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. STEAM ugdymo problemos.....	23
2 pav. Mokytojų pasiskirstymas pagal savivaldybes.....	30
3 pav. Kasmet skirtų valandų skaičius STEAM kompetencijų tobulinimui.....	31
4 pav. STEAM ugdymo kompetencijų svarba.....	33
5 pav. STEAM ugdymo metodų taikymo vidutinis dažnumas valstybinėse ir privačiose mokyklose	34
6 pav. Iššūkiai, su kuriais mokytojai susiduria diegdami STEAM ugdymo metodikas.....	35
7 pav. Mokytojų pasirengimas ir STEAM centrų veiklos vertinimas	37
8 pav. STEAM mokymų trukmės ir patiriamų iššūkių sąsajos	40
9 pav. Mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus pasiskirstymas pagal amžių	42
10 pav. Mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus skirtumai pagal jų praktinį taikymą pamokose.....	44
11 pav. Bendradarbiavimo su kolegomis įtaka STEAM metodų taikymo dažnumui	50
12 pav. STEAM kompetencijų tobulinimo kursų trukmės ryšys su STEAM metodų taikymo dažniu pamokose.....	52

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. STEAM dalykų pavadinimai	14
2 lentelė. Pradinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus.....	15
3 lentelė. Pradinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2024–2025 mokslo metus.....	15
4 lentelė. Pagrindinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus.....	15
5 lentelė. Pagrindinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus.....	16
6 lentelė. Pedagogo profesinės kompetencijos	18
7 lentelė. Anketos klausimų pagrindimas.....	26
8 lentelė. Anketos skalių patikimumas	28
9 lentelė. Mokytojų STEAM kompetencijų tobulinimo veiksnių statistiniai ryšiai.....	32
20 lentelė. Bendradarbiavimo su kolegomis ir STEAM ugdymo metodų taikymo sąsajos	36
12 lentelė. Kruskal-Wallis testas	38
13 lentelė. Mokyklos administracijos paramos ir mokytojų bendradarbiavimo STEAM ugdyme ryšiai	41
14 lentelė. Spearmano koreliacijos tarp STEAM metodų taikymo ir mokytojų kvalifikacijos tobulinimo veiksnių	46
15 lentelė. Mokytojų bendradarbiavimo vertinimas.....	49
16 lentelė. Spearmano koreliacija tarp bendradarbiavimo ir STEAM metodų taikymo	49

IVADAS

Temos aktualumas. Pastaruosius du dešimtmečius STEAM ugdymas sulaukė didesnio dėmesio visame pasaulyje, ypač švietimo srityje (Li ir kt., 2020, Murray, 2019). Sparčiai besivystančios technologijos ir moksliniai atradimai skatina mokyklas atliepti sparčiai besikeičiančius visuomenės ir darbo rinkos poreikius, diegiant į ugdymo procesą įvairias inovacijas. STEAM ugdymas yra strateginis ugdymo modelis, skirtas ugdyti įgūdžius, reikalingus ateities specialistams, per įvairių disciplinų integraciją ir praktinį bei tarpdisciplininį realaus pasaulio problemų sprendimą (Machado ir kt., 2022). Atsižvelgiant į šiuolaikines tendencijas, STEAM ugdymas tapo itin aktualus dėl sparčiai besikeičiančių visuomenės ir darbo rinkos poreikių.

Tyrimai rodo, kad diegiant STEAM ugdymą mokyklos susiduria su tam tikrais iššūkiais - mokytojams dažnai stinga žinių, įgūdžių ir patirties, reikalingų efektyviai integruoti STEAM į ugdymo procesą (Li ir kt., 2020). Išskiriamos skaitmeninių technologijų taikymo žinios ir įgūdžiai (Machado ir kt. 2022), gebėjimas sėkmingai integruoti skirtingas mokslo sritis (Geraedts ir kt., 2006, Margot ir Kettler, 2019). Pažymėtina, kad tarpdisciplininis ugdymas išlieka iššūkiu, nes mokytojams reikia derinti skirtingų disciplinų turinį, neprarandant jų akademinės kokybės (Poviliūnas, 2019). Dėl šių priežasčių STEAM dalykų integracija dažnai tampa paviršutiniška arba imitacinė (Glass ir Colleen, 2016). Mokyklos, kaip besimokančios organizacijos, veiklos pagrindas yra nuolatinis mokytojų profesinis tobulėjimas, kuris ypač svarbus diegiant inovatyvius ugdymo metodus, tokius kaip STEAM. Ši integracija reikalauja ne tik dalijimosi gerąja patirtimi tarp mokytojų, bet ir naujų įgūdžių bei metodų taikymo, kurie padeda kurti kūrybingą ir modernų mokymosi procesą. Mokytojų gebėjimas prisitaikyti prie besikeičiančių švietimo poreikių yra esminis veiksnys, ugdant mokinius, gebančius veikti šiuolaikiniame pasaulyje. Mokytojams gali kilti iššūkių, pavyzdžiui, ribotos galimybės dalyvauti mokymuose ar administracinės paramos trūkumas, todėl būtina analizuoti būdus, kaip įveikti šiuos sunkumus ir užtikrinti efektyvų STEAM diegimą.

Temos ištirtumas. STEAM ugdymo metodikų integravimas ir jų poveikis ugdymo procesui buvo tyrinėjamas įvairiais aspektais tiek Lietuvoje, tiek užsienyje. Tyrimai rodo, kad pradinių klasių mokytojams dažnai trūksta laiko ir išteklių, reikalingų sėkmingam STEAM dalykų mokymui (Wong ir kt., 2023). Didžiausi STEAM integravimo iššūkiai, susiję su tarpdisciplininėmis žinių stoka ir sudėtingomis ugdymo programomis, išryškėjo Margot ir Kettler (2019) tyrimuose. Edukacinių erdvių trūkumas bei iššūkiai, susiję su mokinių emocine savijauta ir jų vertinimu, buvo aptarti Chen (2022), Hilppö ir Stevens (2024) darbuose. Lietuvoje mokytojų vaidmenį STEAM ugdymo procese pabrėžė Kaunaitė ir Valauskaitė (2015). Mokytojų svarba kritinio mąstymo ugdymui per tarpdisciplininius projektus išryškėjo Novelskaitės ir Purvaneckienės (2011) analizėje. Tyrimas atskleidė, kad nepasitikėjimas savo kompetencijomis trukdo mokytojams efektyviai taikyti STEAM metodikas

(Cibulskaitė ir Augustinovič, 2020; Cibulskaitė, 2024). Nors STEAM iniciatyvos Lietuvoje vis dar yra pradinėje stadijoje, pirmuosius teigiamus rezultatus jau galima pastebėti, kaip rodo Jankaus ir Šarpienės (2020) tyrimas. Mokinių eksperimentavimo įgūdžių ugdymas per STEAM veiklas atskleidė, kad mokytojams dažnai trūksta reikalingų kompetencijų praktiniam mokymui organizuoti (Šlekienė ir Lamanauskas, 2020). Virtualių veiklų įgyvendinimo analizė išryškino mokytojų skaitmeninių kompetencijų trūkumą ir jų svarbą šiuolaikinio ugdymo kontekste (Sliosorienė ir Jakštienė, 2023; Targamadzė, 2020). STEAM ugdymo sampratos ir jos formavimosi konteksto analizė parodė, kad Lietuvoje vis dar trūksta sistemingo požiūrio į šio ugdymo integravimą į mokyklų programas (Vaitekaitis, 2019)

STEAM ugdymas, plačiai išvystytas Suomijoje ir JAV, vis dar susiduria su panašiais iššūkiais, kaip ir Lietuvoje, ypač dėl ribotų išteklių ir nepakankamos paramos mokytojams. Tyrimai patvirtina, kad mokytojų kompetencijų kėlimas yra esminis sėkmingo STEAM ugdymo integracijos faktorius. Investicijos į mokytojų kvalifikacijos tobulinimą ne tik didina mokinių motyvaciją ir gerina akademinį pasiekimą, bet ir ugdo praktinius įgūdžius. Todėl būtina nuosekliai įgyvendinti strategijas, skatinančias mokytojų kompetencijų augimą ir STEAM metodikų plėtrą.

Temos naujumas. Šiame darbe nagrinėjamas mokytojų kompetencijų tobulinimas STEAM ugdymo kontekste, kuris yra mažai tyrinėtas literatūroje. Nors STEAM ugdymo integracijos problematika buvo analizuojama, daugiausia dėmesio buvo skirta mokinių pasiekimams ar tarpdisciplininei integracijai. Atlikta literatūros analizė rodo, kad Lietuvoje nebuvo pakankamai dėmesio skirta šiai temai, todėl šis tyrimas leidžia geriau suprasti mokytojų kompetencijų tobulinimo dinamiką ir svarbą šiuolaikiniame ugdymo procese.

Mokslinė problema. Egzistuoja prieštaravimas tarp sparčiai augančio STEAM ugdymo aktualumo ir mokytojų galimybių efektyviai integruoti STEAM metodikas dėl nepakankamų kompetencijų ir ribotų galimybių profesiniam tobulėjimui. Tai reikalauja tyrimo, siekiant išsiaiškinti, kaip galima pagerinti mokytojų kompetencijų tobulinimą ir įveikti praktinius STEAM ugdymo diegimo iššūkius.

Probleminiai klausimai:

- Kaip mokytojai gali efektyviau tobulinti savo kompetencijas, reikalingas sėkmingam STEAM diegimui?
- Kokios yra pagrindinės kliūtys, su kuriomis susiduria mokytojai, siekdami integruoti STEAM į ugdymo procesą?
- Kokios strategijos gali padėti mokytojams įveikti iššūkius ir pagerinti STEAM įgyvendinimo kokybę?

Tyrimo objektas: Mokytojų kompetencijų tobulinimas diegiant STEAM į mokyklų ugdymo procesą.

Darbo tikslas: Išanalizuoti mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybes ir iššūkius diegiant STEAM į ugdymo procesą.

Darbo uždaviniai:

1. Apibūdinti STEAM ugdymo sampratą.
2. Išnagrinėti mokytojų kompetencijų tobulinimo organizavimo aspektus.
3. Ištirti mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtį diegiant STEAM į ugdymo procesą.

Hipotezė: Mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, lyginant su tais, kurie tokiose programose dalyvavo mažiau arba nedalyvavo visai.

Tyrimo metodai:

- Teoriniai metodai (mokslinės literatūros analizė, dokumentų analizė). Skirta STEAM ugdymo sampratos apibūdinimui bei mokytojų kompetencijų tobulinimo organizavimo aspektų nagrinėjimui.
- Empiriniai (kiekybinis tyrimas, anketinė apklausa). Skirti duomenų apie mokytojų patirtį ir iššūkius, susijusius su STEAM metodikų diegimu, rinkimui.
- Duomenų analizės metodas (statistinė analizė). Naudojamas surinktų kiekybinių duomenų apdorojimui, siekiant įvertinti sąsajas tarp mokytojų dalyvavimo STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose ir jų metodikų integravimo į ugdymą sėkmingumo.

1. STEAM UGDYMO SVARBA IR IŠŠŪKIAI ŠVIETIMO SISTEMOJE

1.1. STEAM ugdymo samprata ir reikšmė

STEAM (angl. *Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) ugdymas integruoja gamtos mokslus, technologijas, inžineriją, meną ir matematiką, skatindamas moksleivių kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir problemų sprendimo įgūdžius (Freeman ir kt., 2014; Šlekienė, 2018; Chistyakov et al., 2023; Beers, 2011; Land, 2013; Roberts, 2012; Quigley et al., 2017; Lynch et al., 2017). Atsiradęs 2007 m. JAV, STEAM akronimas į STEM sritį integravo „A“ (angl. *Arts*) komponentę, siekiant įtraukti į mokslus daugiau mergaičių ir tautinių bei socialinių mažumų atstovų bei lavinti kompetencijas, reikalingas darbo rinkai, tokias kaip komandinio darbo, komunikacijos ir greitos adaptacijos įgūdžiai (Kant et al., 2018; Colucci-Gray et al., 2017). STEM akronimas pirmą kartą buvo paminėtas 2001 m. STEM ugdymas atsirado kaip atsakas į didėjančią poreikį specialistų, gebančių spręsti sudėtingas mokslo ir technologijų problemas, kurios yra svarbios šiuolaikinei darbo rinkai (Tan & et al., 2019; Kelley & Knowles 2016). Atsižvelgiant į atliktus tyrimus, buvo parengtos trys strategijos: suderinti ugdymo turinį, vertinimą ir reikalavimus su mokyklos bei trūkstamos darbo jėgos lūkesčiais, pagerinti mokymo kokybę ir nustatyti geriausią STEM ugdymo modelį. Šios strategijos padėjo sukurti efektyvesnį ir šiuolaikišką STEM ugdymą, kurio pagrindu buvo pasiūlyti įvairūs mokymo modeliai, jungiantys STEM disciplinas ir problemų sprendimo įgūdžių lavinimą. Vaitekaitis (2019) remiasi 2018 metų Europos šalių pedagogų, švietimo įstaigų vadovų ir STEM profesionalų apklausa, kurioje pabrėžiama, kad STEM ugdymas susijęs tarpdisciplininiais ryšiais, novatorišku ugdymu ir mokinių skatinimu spręsti realias gyvenimo problemas. Teoriniu požiūriu, STEM ugdymas padeda didinti mokinių motyvaciją, gerinti problemų sprendimo įgūdžius bei matematikos ir gamtos mokslų pasiekimus, leidžiant mokiniams suprasti, kaip mokomi dalykai gali būti pritaikyti praktikoje.

STEAM ugdymo tikslas – skatinti patirtiniu mokymusi grindžiamą pažinimą, kurio metu mokiniai įgyja supratimą, kaip skirtingos sritys sąveikauja realiame pasaulyje. Šis ugdymas taip pat padeda mokiniams išsiugdyti socialinius ir emocinius gebėjimus: bendradarbiavimo, bendravimo, laiko ir išteklių valdymo įgūdžius, kurie svarbūs tiek asmeniniam, tiek profesiniam tobulėjimui. Be to, STEAM ugdymas taip pat padeda susipažinti su įvairiomis karjeros galimybėmis ir pasirengti ateities iššūkiams.

Mokslininkai ir švietimo strategai, siekdami atliepti sparčius darbo rinkos ir technologijų pokyčius, nuolat atnauja STEAM ugdymo turinį ir metodus. 2015 m. SCIENTIX ataskaita, apėmusi trisdešimt šalių, atskleidė, kad dauguma jų STEAM ugdymą laiko prioritetiniu, nors pagrindinis iššūkis išlieka tyrimais grįsto mokymosi diegimas pradinėje ir pagrindinėje mokykloje (Šlekienė, 2018). Europos Komisijos duomenimis, iki 2020 m. buvo prognozuojama apie 16 mln. laisvų darbo

vieta aukštos kvalifikacijos specialistams, ypač IT, inžinerijos, medicinos ir sveikatos priežiūros srityse (Europos Komisija, 2020). Tuo tarpu Pasaulio ekonomikos forumas (2016) prognozavo, kad 65% dabartinių mokinių dirbs pagal specialybes, kurių šiandien dar nėra. Tai rodo, jog mokyklos turi ne tik suteikti žinių, bet ir ugdyti gebėjimus, reikalingus ateities darbo rinkai. STEAM ugdymas yra esminis veiksnys, padedantis mokiniams pasiruošti veikti šiuolaikiniame, technologijų valdomame pasaulyje, kur gebėjimas nuolat tobulėti ir prisitaikyti tampa svarbia asmeninio bei profesinio gyvenimo dalimi.

Norint geriau suprasti STEAM ugdymo svarbą, būtina detaliau aptarti jo sudedamąsias dalis, kurios ne tik stiprina tarpdalykinį požiūrį, bet ir padeda mokiniams ugdyti įvairiapusius gebėjimus, reikalingus šiuolaikinėje visuomenėje. Integruojant visus šiuos komponentus, STEAM ugdymas kuria dinamišką mokymosi aplinką, kurioje mokiniai ne tik įgyja žinių, bet ir vysto įgūdžius, reikalingus šiuolaikinėje, technologijomis valdomoje visuomenėje. Kiekvienas STEAM komponentas prisideda prie mokinių gebėjimų ugdymo: gamtos mokslai skatina tyrinėjimą ir eksperimentavimą, technologijos leidžia taikyti teorines žinias praktiškai, inžinerija ugdo projektavimo ir kūrimo įgūdžius, menai skatina kūrybiškumą ir estetinį suvokimą, o matematika suteikia logikos ir analitinio mąstymo pagrindą. Integruodami šiuos komponentus, STEAM ugdymas padeda mokiniams pasiruošti dinamiškam ir technologijomis valdomam pasauliui, kuriame gebėjimas spręsti problemas ir nuolat tobulėti yra itin svarbus.

Gamtos mokslai skatina tyrinėjimo ir eksperimentavimo įgūdžius bei ugdo mokinių supratimą apie gamtos pasaulį ir jo dėsnius (Bybee, 2010). Praktikoje tai gali būti įgyvendinta per įvairius laboratorinius eksperimentus ir tyrimų projektus, pavyzdžiui, cheminius bandymus, padedančius suprasti reakcijų mechanizmus ir medžiagų savybes. Tokie projektai moko mokinius stebėti, analizuoti ir daryti išvadas, naudojantis moksliniais metodais, ir skatina smalsumą bei mokslinį mąstymą.

Technologijos, savo ruožtu, įneša papildomą dimensiją, leidžiančią mokiniams praktiškai pritaikyti teorines žinias ir sustiprinti gamtos mokslų teikiamus įgūdžius (Sanders, 2009). Mokiniai gali naudoti 3D spausdintuvus kurdami prototipus arba programuoti robotus, siekdami spręsti konkrečias problemas. Technologijų integracija leidžia ne tik praktiškai taikyti teorines žinias, bet ir kurti naujus įrankius bei sprendimus, plėtojant gebėjimus dirbti su naujomis technologijomis ir programinėmis priemonėmis.

Inžinerija ugdo gebėjimą kurti, projektuoti ir įgyvendinti sprendimus, remiantis mokslo ir matematikos žiniomis (Moore et al., 2014). Praktinėje veikloje mokiniai dirba komandose, kurdami ir testuodami inžinerinius sprendimus, pavyzdžiui, statydami tiltus iš įvairių medžiagų ir tikrindami jų tvirtumą. Ši veikla padeda taikyti teorines žinias realiose situacijose ir kurti inovatyvius sprendimus, gerinant jų problemų sprendimo ir projektavimo įgūdžius.

Menų integracija į STEAM ugdymą leidžia mokiniams ne tik projektuoti ir kurti, bet ir išreikšti kūrybiškumą, kuris yra esminis inovacijų variklis šiandieninėje visuomenėje. Menai skatina kūrybiškumą, estetinį suvokimą ir meninę išraišką, integruojant meną į techninius ir mokslinius projektus (Henriksen, 2014). Praktikoje tai gali būti atlikta per vizualinius projektus, kur mokiniai kuria meninius brėžinius arba vizualizacijas, padedančias aiškiau perteikti technines idėjas.

STEAM akronime esanti „A“ raidė gali turėti įvairias interpretacijas. Šlekienė (2018) pažymi, kad „A“ gali reikšti „visas kitas disciplinas“ (angl. All other disciplines) arba apimti humanitarinius mokslus (Perignat ir Katz-Buonincontro, 2019). Tačiau dažniausiai „A“ suprantama kaip menų (angl. Arts) komponentė (Girdzijauskienė ir Šmitienė, 2020; Perignat ir Katz-Buonincontro, 2019; Šlekienė, 2018; Vaitekaitis, 2019).

Matematika, kaip logikos ir analitinio mąstymo pagrindas, sujungia visus šiuos komponentus, užtikrindama, kad mokiniai gebėtų sistemingai spręsti problemas ir priimti informuotus sprendimus. Ji ugdo logikos ir problemų sprendimo įgūdžius, reikalingus tiek mokslui, tiek technologijoms ir inžinerijai (National Research Council, 2011). Pavyzdžiui, mokiniai gali naudoti matematiką kuriant modelius arba modeliavimo sistemas, analizuodami duomenis, gautus iš eksperimentų. Matematika suteikia pagrindą suprasti sudėtingas technologijas ir inžinerinius principus, padėdama mokiniams spręsti praktines problemas ir priimti informuotus sprendimus.

Apibendrinant, STEAM ugdymas apima daugybę tarpdalykinių sričių, kurios tarpusavyje dera ir viena kitą papildo. Kiekvienas komponentas prisideda prie visapusiško mokinių ugdymo, siekiant lavinti jų kūrybiškumą, kritinį mąstymą bei praktinius gebėjimus. STEAM ugdymas ne tik skatina patirtiniu mokymusi grįstą pažinimą, bet ir suteikia galimybes mokiniams ugdyti socialinius bei emocinius įgūdžius, būtinus šiuolaikinei darbo rinkai, stiprina tarpdalykinį požiūrį, leidžiantį geriau suprasti realaus pasaulio problemas ir jų sprendimo būdus. Visi šie aspektai sudaro tvirtą pagrindą mokiniams pasiruošti ateities iššūkiams tiek akademinėje, tiek profesinėje veikloje.

1.2. STEAM ugdymo svarba ir iššūkiai švietimo sistemoje

STEAM ugdymas yra esminis šiuolaikinės švietimo sistemos elementas, nes jis ne tik atspindi šiuolaikines tendencijas, bet ir rengia jauną žmogų spręsti sudėtingus klausimus, reikalaujančius įvairių žinių ir įgūdžių, integruojant skirtingas disciplinas. Breda et al. (2023) pabrėžia, kad STEAM ugdymas yra būtinas nuolat besikeičiančiame pasaulyje, nes jis skatina kritinio, kūrybinio mąstymo, bendradarbiavimo ir komunikavimo įgūdžių ugdymą. Technologijų naudojimas per STEAM veiklas ne tik sustiprina mokymosi procesą, bet ir padeda plėtoti mokinių kompetencijas, pritaikant jas realioms gyvenimo situacijoms. Xanthoudaki (2017) išskiria tarpdisciplininių dalykų svarbą, pabrėždamas, kad sėkmingas mokymasis įmanomas tik per harmoningą įvairių disciplinų

bendradarbiavimą, kuris negali būti atskirtas nuo technologijų, nuolat tobulėjančių ir integruojančių mūsų kasdienybę.

STEAM ugdymas pasižymi tarpdiscipliniškumu, lankstumu ir mokymo(-si) personalizavimu, integruojant tyrimais ar problemų sprendimu grįstas veiklas. Šis modelis apima formalųjį ir neformalųjį ugdymą, skatindamas mokinius spręsti realias problemas, susijusias su įvairiomis disciplinomis (Vaivadienė, 2020). Integruotas mokymas leidžia mokiniams geriau suvokti ryšius tarp skirtingų sričių, holistiškai mąstyti apie mokslą ir technologijas bei taikyti teorines žinias praktikoje (Drake & Burns, 2004; Jacobs, 1989).

STEAM ugdymas, atsiradęs kaip atsakas į šiuolaikines technologijas ir inovacijas, tapo esminiu įrankiu švietimo sistemoje, padedant mokiniams pasiruošti ateities profesijoms, susijusioms su technologijomis ir inovacijomis. Technologijų integracija STEAM projektuose ne tik sustiprina mokymosi procesą, bet ir prisideda prie mokinių gebėjimų tobulinimo, turinčių tiesioginį teigiamą poveikį jų pasiekimams (Delgado-Rodríguez et al., 2023). Technologijos tampa esminiu visų STEAM projektų aspektu, ne tik švietime, bet ir daugelyje profesinių sričių.

Pagrindiniai STEAM ugdymo privalumai – gebėjimas lavinti kritinį mąstymą, sprendimų priėmimo įgūdžius ir kūrybiškumą. STEAM metodai ne tik suteikia galimybę įgyti reikalingų žinių, bet ir padeda įveikti tradicinio mokymo trūkumus, kurie dažnai neskatina mokinių kūrybiškumo ar kritinio vertinimo (Breda et al., 2023). Šie metodai leidžia mokiniams veikti savarankiškai, mąstyti kritiškai ir ieškoti naujų sprendimų, taip padedant jiems pasiręsti sparčiai besikeičiančiam pasauliui.

STEAM ugdymo veiklos ne tik prisideda prie švietimo sistemos modernizavimo, bet ir skatina naujų ugdymo modelių diegimą. Nauji ugdymo metodai integruoja tarpdisciplininį požiūrį, inovatyvų problemų sprendimą ir padeda mokytojams tapti švietimo lyderiais (Andreotti & Frans, 2019). Inovatyvūs mokymo metodai leidžia mokiniams įgyti kritinio mąstymo, kūrybiškumo ir bendradarbiavimo įgūdžių, kurie yra reikšmingi šiandieniniam gyvenimui ir ateities profesijoms (Breda et al., 2023).

Projektinis mokymasis (angl. Project-Based Learning, PBL) yra vienas iš STEAM ugdymo metodų, leidžiantis mokiniams dirbti tiek individualiai, tiek grupėse. Šio metodo esmė – aktyvus mokymasis per praktinę veiklą, kai mokiniai sprendžia aktualias problemas, vykdo tyrimus, kuria realius produktus arba rengia viešus pristatymus. Projektinis mokymasis padeda mokiniams taikyti įgytas žinias, ugdo jų kritinį mąstymą, kūrybiškumą bei praktinius įgūdžius (Chen & Yong, 2019; Greenier, 2020). Projektinis mokymasis yra susijęs su mokymusi bendradarbiaujant metodu, jis skatina komandinius sprendimus, idėjų dalijimąsi ir bendrą problemų sprendimą, taip lavinant socialinius įgūdžius, tokius kaip komandinis darbas, lankstumas ir tolerancija (Tsybulsky & Muchnik-Rozanov, 2019; Kim, 2022; Veldman et al., 2024).

Nepaisant STEAM ugdymo privalumų, šis modelis susiduria su keliais reikšmingais iššūkiais, kurie apsunkina jo įgyvendinimą. Projekto metodo taikymas reikalauja išsamaus pasiruošimo: tai apima tinkamų temų parinkimą, užduočių sudarymą, įvairių dalykų integracijos koordinavimo ir vertinimo kriterijų nustatymo. Mokytojų kompetencijų trūkumas taip pat lieka svarbia problema. Monkevičienė ir kt. (2020) pabrėžia, kad norint sėkmingai taikyti STEAM ugdymo metodus, pedagogams būtina nuolat tobulinti savo kvalifikaciją, nes tradicinis mokytojų rengimo modelis neapima tarpdisciplininių gebėjimų ugdymo, kuris yra esminis šiam modeliui. Mokytojai turi tapti „pokyčių agentais“ (Anđić & Vidas, 2021), gebančiais kurti inovatyvias praktines veiklas, apimančias tiek technines, tiek humanitarines disciplinas.

Infrastruktūros trūkumai taip pat stipriai trukdo efektyviam STEAM ugdymui. Lietuvos švietimo sistema, ypač regioninėse mokyklose, dažnai negali suteikti reikalingų sąlygų – specializuotų laboratorijų, technologinės įrangos ir priemonių, kurios būtinos praktiniam žinių taikymui (Šlekienė, 2018). Tai apriboja galimybes taikyti STEAM metodikas, kurios remiasi laboratoriniais eksperimentais ir technologijų naudojimu.

Mokytojų rengimo trūkumas lieka esmine kliūtimi. Daugumai Lietuvos mokytojų trūksta žinių ir įgūdžių, reikalingų dirbti su šiuolaikinėmis technologijomis ir integruoti tarpdisciplininius metodus į ugdymo procesą. Kaip nurodo Monkevičienė ir kt. (2020), tradicinis mokytojų rengimo modelis nepakankamai atspindi poreikį ugdyti šiuolaikiniam ugdymui būtinus gebėjimus. Todėl būtina nuolat tobulinti pedagogų kvalifikaciją ir suteikti jiems daugiau galimybių dalyvauti kvalifikacijos tobulinimo programose, kurios apimtų naujausius STEAM ugdymo metodus (Anđić & Vidas, 2021).

Vieningos švietimo sistemos ir metodinės pagalbos trūkumas dar labiau apsunkina STEAM įgyvendinimą. Lietuvos švietimo sistema nesuteikia pakankamos pagalbos, kad visos mokyklos galėtų pasiekti aukštą STEAM ugdymo lygį. Reikia ne tik investuoti į mokymo priemones, bet ir sukurti metodines gaires, padedančias mokytojams sėkmingai integruoti įvairias disciplinas. Norint pasiekti pažangą šioje srityje, būtina stiprinti pedagogų rengimo sistemas ir plėsti švietimo infrastruktūrą.

Apibendrinant, STEAM ugdymas yra ne tik svarbus švietimo sistemos elementas, bet ir atsakas į šiuolaikinės visuomenės poreikius. Jis skatina mokinių kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir gebėjimą dirbti su pažangiausiomis technologijomis. Tačiau siekiant užtikrinti veiksmingą STEAM ugdymo įgyvendinimą, būtina investuoti į pedagogų kompetencijas, infrastruktūrą bei dalykų integracijos procesų tobulinimą.

1.3. Lietuvos ir pasaulio šalių patirtys įgyvendinant STEAM ugdymą

STEAM ugdymo modelis yra globaliai pripažintas kaip viena efektyviausių priemonių ugdant XXI amžiaus įgūdžius, tokius kaip kūrybiškumas, kritinis mąstymas, problemų sprendimas ir gebėjimas bendradarbiauti.

Jungtinėse Amerikos Valstijose STEAM ugdymas yra stipriai integruotas per programas, tokias kaip *Next Generation Science Standards* (NGSS), kurios akcentuoja tarpdalykinį mokymą ir praktinių įgūdžių ugdymą. Šalyje projektinis mokymas, orientuotas į realių problemų sprendimą, leidžia mokiniams tobulinti kūrybiškumą ir kritinį mąstymą (Bybee, 2013). Ši praktika galėtų būti pritaikoma Lietuvoje, plečiant mokinių galimybes dalyvauti tarptautiniuose projektuose.

Europos Sąjungoje STEAM ugdymas siejamas su inovacijomis ir ekonominiu augimu. Programos, tokios kaip „Horizon 2020“ ir „Erasmus+“, skatina bendradarbiavimą tarp mokyklų ir verslo sektoriaus. Tyrimai rodo, kad tokios iniciatyvos ne tik stiprina mokinių praktinius įgūdžius, bet ir prisideda prie mokytojų profesinio tobulėjimo (European Commission, 2015). Lietuvoje šie modeliai galėtų būti taikomi skatinant tarpinstitucinį bendradarbiavimą.

Azijos šalių patirtis. Pietų Korėja skatina kūrybiškumą, inovacijas ir kultūrinę įvairovę per „Creative Korea“ iniciatyvą. Pietų Korėja skatina kūrybiškumą, inovacijas ir kultūrinę įvairovę per „Creative Korea“ iniciatyvą. Japonijoje daug dėmesio skiriama technologinių ir inžinerinių įgūdžių ugdymui, ypač akcentuojant inovacijas ir robotikos integravimą į ugdymo procesą (MEXT, 2017). Šios iniciatyvos atskleidžia, kaip ankstyvas technologijų integravimas gali prisidėti prie mokinių įgūdžių formavimo, o tai galėtų būti naudinga ir Lietuvoje.

Australijoje mokiniai dažnai įgyvendina projektus, kurie apima kelias disciplinas ir sprendžia realias problemas, pavyzdžiui, atsinaujinančios energijos sprendimų paiešką (Office of the Chief Scientist, 2014). Toks praktinio mokymo modelis galėtų būti pritaikomas ir Lietuvos STEAM centruose.

Afrikos šalyse, tokiose kaip Pietų Afrika, STEAM modelis naudojamas vietos problemoms spręsti. Pavyzdžiui, mokiniai dalyvauja vandens valymo ar atsinaujinančios energijos projektuose (South African Department of Education, 2016). Tai rodo, kad STEAM ugdymas gali būti naudingas ne tik akademinėms, bet ir socialinėms problemoms spręsti.

Lietuva, sekdamą pasaulines tendencijas, nuo 2010-ųjų pradėjo diegti STEAM ugdymo modelį, kuris iš pradžių buvo orientuotas į STEM disciplinas, vėliau įtraukiant menų elementus (Mokslų taryba, 2020). Nacionalinės švietimo strategijos, kaip antai 2014–2020 metų Nacionalinės pažangos programa ir „Lietuva 2030“ strategija, siekia integruoti inovacijas ir stiprinti švietimo kokybę, ypatingą dėmesį skiriant STEAM ugdymui. Lietuvoje ypatingai svarbus žingsnis buvo regioninių STEAM centrų kūrimas, kuris užtikrina galimybes mokiniams ir mokytojams įgyti praktinių įgūdžių per laboratorinius darbus ir tarpdalykinius projektus. 2021 metais pradėta aktyvi šių

centrų plėtra, remiantis geriausia užsienio šalių praktika (LR Švietimo, mokslo ir sporto ministerija, 2023).

Nepaisant šių pastangų, Lietuvoje išlieka tam tikri iššūkiai, kuriuos reikia spręsti: riboti finansiniai ištekliai, nepakankama infrastruktūra ir poreikis tobulinti mokytojų kvalifikaciją yra esminiai veiksniai, lėtinančiai STEAM ugdymo diegimą. Pavyzdžiui, STEAM dalykai Lietuvoje dažnai yra įvardyti ir mokomi skirtingais pavadinimais, kas apsunkina vieningą ir nuoseklų šio modelio taikymą (žr. 1 lentelę). Be to, Lietuvoje dar naudojami terminai „integralus ugdymas“ arba „integruotas ugdymas“, kurie ne visada tiksliai atspindi STEAM ugdymo esmę.

1 lentelė. *STEAM dalykų pavadinimai.*

Trumpinys	Pavadinimas anglų kalba	Mokomasis dalykas Lietuvoje
S	Science	Gamtos mokslai, Pasaulio pažinimas, Gamta ir žmogus, Biologija, Chemija, Fizika
T	Technology	Technologijos, Informacinės technologijos, Informatika
E	Engineering	Nėra privalomo mokymosi pakopoje (1-10 klasės), skatinama ugdyti integraliai, dalyvaujant projektuose, rungtynėse, neformaliame ugdyme
A	Art	Dailė, Meninis ugdymas (dailė ir technologijos)
M	Mathematics	Matematika

Šaltinis: sudaryta autorės.

STEAM ugdymo modelis integruoja gamtos mokslus, technologijas, inžineriją, menų ir matematikos disciplinas, siejant jas su realiu pasauliu, pokyčiais ir progresu, darnaus vystymosi tikslais bei realaus pasaulio problemų sprendimu. Tai formuoja mokinių kritinį mąstymą ir gebėjimą spręsti problemas. Tačiau, Lietuvoje vyraujantis požiūris, kai mokymas pagrįstas atskiromis disciplinomis, trukdo pilnai įgyvendinti STEAM principus. Šie iššūkiai yra susiję su ilgalaikiais Lietuvos švietimo sistemos pokyčiais, nes švietimo tradicijos, įskaitant gamtamokslinį ir technologinį ugdymą, buvo formuojamos jau prieš kelis dešimtmečius.

Pavyzdžiui, Lietuvoje pasaulio pažinimo mokomasis dalykas, laikomas gamtamoksliniu ugdymu pradinėje mokykloje, buvo pradėtas dėstyti 1992 m. Vyresnėse klasėse (5–6 klasės) mokiniai mokosi „Gamta ir žmogus“, kuris apima gamtos tyrimus, biologiją, chemiją ir fiziką. Aukštesnėse klasėse šis dalykas suskaidomas į atskiras disciplinas: biologiją, fiziką ir chemiją. 2022 m. patvirtinus naujas bendrąsias programas, buvo įvardintas matematinis, gamtamokslinis ir technologinis ugdymas, kurio sudedamosios dalys apima matematiką, informatiką, biologiją, chemiją, fiziką ir inžinerijos technologijas (Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija, 2022).

Pagal Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerijos įsakymą „Dėl 2023-2024 ir 2024-2025 mokslo metų pradinio, pagrindinio ir vidurinio ugdymo programų bendrųjų ugdymo planų patvirtinimo“ (Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija, 2023), bendrosiose programose pateikiama informacija apie tai, kaip STEM dalykai yra mokomi pagrindinio ugdymo

mokyklose Lietuvoje. Šios programos įgyvendinimui pateiktos lentelės, kuriose apžvelgiama, kaip matematikos, gamtos mokslų ir technologijų elementai yra integruojami įvairiuose mokymo etapuose (žr. 2 ir 5 lenteles).

2 lentelė. Pradinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus

Klasė / dalykai	1 klasė	2 klasė	3 klasė	4 klasė
Matematinis, gamtamokslinis ir technologinis ugdymas				
Gamtos mokslai	35 (1)	–	35 (1)	–
Pasaulio pažinimas	–	70 (2)	–	70 (2)
Matematika	140 (4)	175 (5)	175 (5)	175 (5)
Technologijos	35 (1)	–	35 (1)	–
Meninis ugdymas				
Dailė	35 (1)	–	35 (1)	–
Meninis ugdymas (dailė ir technologijos muzika, teatras ir šokis) *****	–	175 (5)	–	175 (5) /140 (4)
Muzika	70 (2)	–	70 (2)	–
Teatras**	35 (1)	–	35 (1)	–
Šokis**	35 (1)	–	35 (1)	–

** mokyklos nuožiūra pasirenkamas teatro arba šokio dalykas (gali būti mokoma abiejų dalykų, papildomą pamoką skiriant iš pamokų, skirtų mokinių ugdymosi poreikiams tenkinti);

*** integruojama į kitus mokomuosius dalykus (Informatikos gali būti mokoma skiriant atskirą pamoką vadovaujantis 79.7 papunkčio nuostatomis).

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. Įsakymas.

Priėmimo data: 2023-04-24. Dokumento Nr.: V-586. Paskelbta: TAR, 2023-04-24, Nr. 7841.

3 lentelė. Pradinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2024–2025 mokslo metus

Klasė / dalykai	1 klasė	2 klasė	3 klasė	4 klasė
Matematinis, gamtamokslinis ir technologinis ugdymas				
Gamtos mokslai	35 (1)	35 (1)	35 (1)	35 (1)
Pasaulio pažinimas	–	–	–	–
Matematika	140 (4)	175 (5)	175 (5)	175 (5)
Technologijos	35 (1)	35 (1)	35 (1)	35 (1)
Meninis ugdymas				
Dailė	35 (1)	35 (1)	35 (1)	35 (1)
Muzika	70 (2)	70 (2)	70 (2)	70 (2)
Teatras**	35 (1)	35 (1)	35 (1)	35 (1)
Šokis**	35 (1)	35 (1)	35 (1)	35 (1)

** mokyklos nuožiūra pasirenkamas teatro arba šokio dalykas (gali būti mokoma abiejų dalykų, papildomą pamoką skiriant iš pamokų, skirtų mokinių ugdymosi poreikiams tenkinti);

*** integruojama į kitus mokomuosius dalykus (Informatikos gali būti mokoma skiriant atskirą pamoką vadovaujantis 79.7 papunkčio nuostatomis).

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. Įsakymas.

Priėmimo data: 2023-04-24. Dokumento Nr.: V-586. Paskelbta: TAR, 2023-04-24, Nr. 7841.

4 lentelė. Pagrindinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus

Klasė / Ugdymo sritys ir dalykai	5 klasė	6 klasė	7 klasė	8 klasė	9 / I gimn. klasė	10 / II gimn. klasė
Matematika ir informacinės technologijos						
Matematika	296 (4; 4)		296 (4; 4)		296 (4; 4)	

Informacinės technologijos	74 (1; 1)	37 (1; 0)	74 (1; 1)
Gamtamokslinis ugdymas			
Gamta ir žmogus	148 (2; 2) (tik 6 kl. – 74)	–	–
Biologija	–	111 (2; 1)	111 (2; 1)
Chemija	–	74 (0; 2)	148 (2; 2)
Fizika	–	111 (1; 2)	148 (2; 2)
Gamtos mokslai**	148 (2; 2) (tik 5 kl. – 74)	296 (4; 4)	–
Meninis ugdymas			
Dailė	74 (1; 1)	74 (1; 1)	74 (1; 1)
Muzika	74 (1; 1)	74 (1; 1)	74 (1; 1)
Technologijos, fizinis ugdymas, žmogaus sauga			
Technologijos (...)	148 (2; 2)	111 (2; 1)	92,5 (1; 1,5)

** mokyklose, įgyvendinančiose gamtos mokslų programą 5–8 klasėms.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. Įsakymas. Priėmimo data: 2023-04-24. Dokumento Nr.: V-586. Paskelbta: TAR, 2023-04-24, Nr. 7841.

5 lentelė. Pagrindinio ugdymo bendrosiose programose nurodomų STEAM dalykų įgyvendinimas per 2023–2024 mokslo metus

Dalykų grupės / dalykai	Klasė / pamokų skaičius per mokslo metus ir per savaitę					
	5 klasė	6 klasė	7 klasė	8 klasė	9 / I gimn. klasė	10 / II gimn. klasė
Matematinis, gamtamokslinis ir technologinis ugdymas						
Matematika	148 (4)	148 (4)	148 (4)	148 (4)	148 (4)	148 (4)
Informatika	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)
Gamtos mokslai***	74 (2)	74 (2)	111 (3)	185 (5)	–	–
Biologija	–	–	74 (2)	37 (1)	74 (2)	37 (1)
Chemija	–	–		74 (2)	74 (2)	74 (2)
Fizika	–	–	37 (1)	74 (2)	74 (2)	74 (2)
Technologijos	74 (2)	74 (2)	74 (2)	37 (1)	37 (1)	55,5 (1,5)
Meninis ugdymas						
Dailė	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)
Muzika	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)	37 (1)

*** gamtos mokslų dalyką „Gamtos mokslai“ galima rinktis įgyvendinti 5–8 klasėse arba tik 5–6 klasėse.

Šaltinis: sudaryta autorės, remiantis Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerija. Įsakymas. Priėmimo data: 2023-04-24. Dokumento Nr.: V-586. Paskelbta: TAR, 2023-04-24, Nr. 7841.

Apibendrinant, apjungus Lietuvos ir kitų šalių patirtį, aiškėja, kad STEAM ugdymo sėkmė priklauso nuo kelių esminių veiksnių: tarptautinio bendradarbiavimo, inovacijų pritaikymo ir mokytojų profesinio tobulėjimo. Lietuvos švietimo sistema gali pasinaudoti užsienio praktikomis,

pritaikydama jas savo kontekste, kad STEAM ugdymas taptų dar efektyvesnis ir prisidėtų prie mokinių pasirengimo šiuolaikiniam pasauliui.

2. MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ KĖLIMAS

2.1. Mokytojų kompetencijos ir jų taikymas STEAM ugdymo kontekste

Kompetencija yra plati sąvoka, apimanti gebėjimą praktiškai taikyti įgytas žinias ir įgūdžius užduotims atlikti (Laužackas, 2008). Bendras kompetencijos apibrėžimas apima ne tik žinias ir įgūdžius, bet ir vertybes, asmenines savybes bei motyvaciją, kurie kartu sudaro gebėjimą veikti įvairiose situacijose. Šis bendras kompetencijos supratimas yra taikomas ir mokytojams, tačiau pedagoginė kompetencija turi savo specifiką. Pedagogų kompetencija suprantama kaip bendrosios kompetencijos forma, pritaikyta švietimo ir ugdymo kontekste. Kaip pabrėžia Raudeliūnienė (2016), pedagoginė kompetencija apima ne tik žinias ir įgūdžius, bet ir vertybines nuostatas bei motyvaciją, kurie yra svarbūs pedagoginiame procese. Šiuo požiūriu pedagogų kompetencija apima ir asmenines savybes, tokias kaip empatija, kantrybė ir atsakomybė, kurios yra būtinos norint sėkmingai atlikti pedagoginį darbą (Čiužas, 2013; Bitinas, 2000).

Čiužas (2013) išskiria trijų rūšių kompetencijas: bendrąsias, profesines ir specialiąsias. Bendrosios kompetencijos apima komunikaciją, informacijos valdymą, bendradarbiavimą ir bendrakultūrinę, kurie būtini kasdienėje pedagoginėje veikloje. Profesinės kompetencijos yra susijusios su ugdymo proceso organizavimu, apimančiu didaktiką, mokymosi mokyti gebėjimus, tiriamąją veiklą. Ir vadybinę Specialiosios kompetencijos, tokios kaip dalykinis mokomojo dalyko išmanymas ir mokinio pažinimas, leidžia mokytojui geriau suprasti mokinių poreikius ir pritaikyti mokymo metodus. Kiekviena kompetencijos grupė – bendrosios, profesinės ir specialiosios – turi tiesioginį ryšį su STEAM ugdymo metodika ir jos įgyvendinimu. Šios kompetencijų grupės padeda mokytojams efektyviai integruoti tarpdisciplininį turinį ir prisitaikyti prie kintančių ugdymo poreikių. Pedagogų kompetencijos yra glaudžiai tarpusavyje susijusios, papildo viena kitą ir kartu skatina profesinį augimą, grįstą refleksija, kaip nurodo Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašas (2023). Kompetencijos yra grupuojamos į keturias pagrindines sritis: profesinės elgsenos, kognityvinės, veikimo kartu bei emocinės–motyvacinės (žr. 1 lentelę).

6 lentelė. *Pedagogo profesinės kompetencijos*

PROFESINĖS ELGSENOS SRITIES KOMPETENCIJOS	KOGNITYVINĖS SRITIES KOMPETENCIJOS
• profesinės etikos kompetencija; • profesinio tobulėjimo kompetencija; • profesinio atsparumo ir streso valdymo kompetencija; • sveikos gyvensenos kompetencija; • profesinės autonomijos ir reflektavimo kompetencija.	• ugdytinių pažinimo kompetencija; • įtraukiojo ugdymo planavimo ir įgyvendinimo kompetencija; • mokomojo dalyko (srities) ir tarpdalykinė kompetencija; • ugdymo turinio kūrimo ir realizavimo kompetencija; • kritinio mąstymo ir problemų sprendimo kompetencija;

	• profesinės veiklos tyrimo ir duomenų analizavimo kompetencija; • kūrybiškumo kompetencija; • ugdytinių motyvavimo, jų individualios pažangos ir pasiekimų fiksavimo ir vertinimo kompetencija; • kalbinė (daugiakalbystės) ir komunikavimo kompetencija; • medijų ir skaitmeninio raštingumo kompetencija.
VEIKIMO KARTU SRITIES KOMPETENCIJOS • mokymosi drauge, su kitais ir iš kitų kompetencija; • bendradarbiavimo su ugdytinio šeima (tėvais, globėjais, rūpintojais) kompetencija; • darbo komandoje kompetencija; • konstruktyvaus bendravimo ir bendradarbiavimo pedagogų profesiniuose ir tarpprofesiniuose tinkluose kompetencija.	EMOCINĖS-MOTYVACINĖS SRITIES KOMPETENCIJOS • emocinio intelekto kompetencija; • lyderystės kompetencija; • kultūrinio identiteto, pilietiškumo ir tarpkultūrinė kompetencija.

Šaltinis: sudaryta autorės pagal Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašą (2023)

Profesinės elgsenos kompetencijos apima kryptingą mokytojo veiklą, orientuotą į nuolatinį profesinį augimą ir tobulėjimą, siekiant ugdymo tikslų. Ši veikla vykdoma ne tik ugdymo įstaigoje, bet ir už jos ribų. Kognityvinės kompetencijos susijusios su ugdomąja veikla, kuri atitinka individualius mokinių poreikius, užtikrina ugdymo prieinamumą ir skatina mokinių savarankiškumą. Veikimo kartu srities kompetencijos apima mokytojo bendradarbiavimą su kitais mokytojais, mokiniais, jų tėvais bei švietimo pagalbos specialistais. Mokytojų profesijos kompetencijų apraše (2021) kaip atskira kompetencija išskiriamas kolegialus mokymasis, kuris akcentuoja mokytojo kaip aktyvaus bendruomenės nario vaidmenį. Toks mokytojas planuoja, organizuoja ir vertina tiek mokymosi procesą, tiek profesinį tobulėjimą, o kolegialumas prilyginamas veikimo kartu kompetencijai. Emocinės-motyvacinės kompetencijos apima gebėjimą suprasti savo ir kitų jausmus, efektyviai bendrauti, dalintis patirtimi bei kurti harmoningus santykius su mokiniais, kolegomis, tėvais ir kitais bendruomenės nariais (Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašas, 2023).

Apibendrinant galima teigti, kad šios kompetencijų sritys atspindi mokytojo gebėjimą užtikrinti ugdymo proceso kokybę, atliepti individualius mokinių poreikius, bendradarbiauti su bendruomene ir efektyviai valdyti emocinius bei motyvacinius iššūkius. Toks visapusiškas kompetencijų modelis išryškina mokytojo kaip reflektivaus, nuolat tobulėjančio ir bendruomeniškai veikiančio profesionalo vaidmenį, įgalinantį sėkmingai siekti ugdymo tikslų tiek individualiu, tiek kolektyviniu lygmenimis.

2.2. Mokytojų kompetencijų tobulinimo aktualumas

Mokytojo profesija neatsiejama nuo nuolatinio mokymosi ir profesinio augimo, kurie apima gebėjimų bei kompetencijų tobulinimą visą aktyvios veiklos laikotarpį. Tai būtina siekiant prisitaikyti prie kintančių švietimo poreikių ir iššūkių (Petronienė ir Šatienė, 2022; Brandišauskienė ir kt., 2021). Profesinis tobulėjimas skatina pokyčius ir augimą, o vienas efektyviausių būdų tai pasiekti yra nuoseklus bendrųjų ir specialiųjų kompetencijų gilinimas. Mokytojai dažniausiai plėtoja savo kompetencijas savišvietos būdu – dalyvaudami seminaruose, studijose, kvalifikacijos tobulinimo kursuose ir kitose mokymosi veiklose, kurios stiprina sąmoningumą bei būtinas darbui žinias ir įgūdžius (Petronienė ir Šatienė, 2022).

Europos Komisijos rekomendacijose pabrėžiama, kad profesinis tobulinimas turi būti tęstinis ir nuoseklus procesas, apimantis tris pagrindinius etapus: pasirengimą tapti mokytoju, ankstyvąjį profesinį tobulinimą(si) ir tęstinį augimą visą karjeros laikotarpį. Šie etapai turėtų būti glaudžiai susiję ir grindžiami mokytojų poreikiais, siekiant efektyvaus žinių ir įgūdžių pritaikymo praktikoje (Europos Komisija, 2010, 2013, 2015). Profesinio tobulinimo veiksmingumui užtikrinti būtina atsižvelgti į mokytojų poreikius ir darbo vietos kontekstą. Efektyviausias mokytojų mokymasis vyksta darbo vietoje, dalyvaujant refleksijos procesuose ir bendradarbiaujant su kolegomis. Tokia praktika ne tik gerina mokinių mokymosi pasiekimus, bet ir stiprina mokytojų gebėjimus efektyviau taikyti naujas ugdymo metodikas (Darling-Hammond, Hyler ir Gardner, 2017; TALIS, 2018).

Bendradarbiavimas tarp mokytojų, dalyvavimas bendruose projektuose ar refleksinėse grupėse prisideda prie profesinio augimo. Šis procesas leidžia mokytojams keistis gerosiomis praktikomis, dalytis patirtimi ir kartu spręsti ugdymo problemas (Hargreaves ir Fullan, 2012). Mentorstė taip pat yra svarbus veiksnys, ypač pradedantiesiems mokytojams. Ji padeda lengviau prisitaikyti prie darbo aplinkos, stiprina pasitikėjimą savo gebėjimais bei ugdo profesinį savarankiškumą. Wang ir Odell (2002) pabrėžia, kad mentorstė, kai patyrę mokytojai padeda mažiau patyrusiems kolegoms, skatina profesinį augimą. Kolegialus stebėjimas leidžia mokytojams dalintis patirtimi, įgyti naujų įžvalgų bei reflektuoti apie savo veiklą (Costa ir Garmston, 2015). Europos Sąjungoje mentorstė plačiai taikoma, tačiau Lietuvoje tokios oficialios sistemos nėra (Katsarova, 2020).

Mokytojų kompetencijų tobulinimas yra svarbus STEAM ugdymo efektyvumui, nes tiesiogiai lemia mokinių gebėjimą įsisavinti tarpdisciplinines žinias. Pavyzdžiui, mokytojai turi gebėti naudoti technologijas, tokias kaip interaktyvios lentos ar kompiuteriai, bei integruoti jas į ugdymo procesą, siekiant skatinti mokinių kūrybiškumą (Machado et al., 2022). Taip pat būtina plėtoti pedagoginius gebėjimus, taikant projektinio ir probleminio mokymo metodikas, kurios padeda mokiniams suvokti tarpdalykinius ryšius ir skatinti kūrybinius sprendimus (Machado et al., 2022).

Mokytojų kvalifikacijos tobulinimo priemonės apima įvairias programas, kurias rengia pedagogus ruošiančios institucijos, savivaldybės ar švietimo centrai. Šių programų tikslas yra gilinti mokytojų profesinius gebėjimus ir kelti jų kvalifikaciją (Pedagogų rengimo modelio aprašas, 2017). Lietuvos Respublikos švietimo, mokslo ir sporto ministerijos 2020–2022 m. kvalifikacijos tobulinimo įsakyme prioritetai taip pat pabrėžia kvalifikacijos tobulinimo reikšmę, siekiant užtikrinti mokytojų pasirengimą taikyti naujausias ugdymo metodikas, įskaitant STEAM.

Profesinės mokytojų bendruomenės, kuriose skatinamas bendradarbiavimas ir žinių dalijimasis, taip pat yra reikšmingos. Hord (2004) teigia, kad tokios bendruomenės padeda spręsti ugdymo problemas ir diegti naujas strategijas, prisidedančias prie mokymo kokybės gerinimo. Be to, technologijos, tokios kaip e-mokymosi platformos ir virtualios dirbtuvės, suteikia galimybę mokytojams mokytis lanksčiai ir patogiai (Dede, 2006; Siemens, 2013).

Galiausiai, refleksija ir savarankiškas mokymasis yra svarbūs aspektai, leidžiantys mokytojams tobulinti savo veiklą analizuojant praktinę patirtį (Schön, 1983). Tokios iniciatyvos, kaip masiniai atviri internetiniai kursai (MOOC), suteikia prieigą prie įvairių išteklių, padedančių mokytojams integruoti STEAM principus į ugdymo procesą (Siemens, 2013). Be to, akcentuojama socio-emocinių kompetencijų reikšmė, nes mokytojai turi ugdyti mokinių bendradarbiavimo, kūrybiškumo ir problemų sprendimo gebėjimus. Galiausiai, mokytojams svarbi adaptacija prie naujų metodų ir technologijų, o tai reikalauja nuolatinio profesinio tobulėjimo ir atvirumo naujovėms (Machado et al., 2022).

Apibendrinant, mokytojų profesinis tobulinimas yra būtinas siekiant prisitaikyti prie švietimo poreikių ir užtikrinti kokybišką ugdymą. Tęstinis mokymasis, paremtas refleksija, bendradarbiavimu ir mentoryste, stiprina pedagogų gebėjimus. STEAM ugdymo kontekste ypatingai svarbu, kad mokytojai gebėtų integruoti technologijas ir taikyti kūrybiškus bei tarpdalykinius metodus, taip prisidedant prie šiuolaikinio ugdymo tikslų įgyvendinimo.

2.3. Mokytojų kompetencijų tobulinimo svarba ir iššūkiai

Mokytojų kompetencijų tobulinimas yra esminis sėkmingam STEAM ugdymo diegimui. STEAM metodikų efektyvus taikymas priklauso ne tik nuo mokytojų žinių apie konkrečias disciplinas, bet ir nuo gebėjimo integruoti skirtingas sritis bei kurti tarpdisciplininius projektus. Lietuvos švietimo politikos dokumentuose, tokiuose kaip „Lietuva 2030“ (2012), pabrėžiama, kad nuolatinis mokytojų tobulinimasis yra būtinas, kad jie galėtų sėkmingai pritaikyti inovatyvius ugdymo metodus ir praktinius mokymus (Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro įsakymas, 2007). Tokia nuolatinė parama mokytojams užtikrina šiuolaikinės švietimo aplinkos kūrimą ir kokybišką ugdymą.

Profesinis tobulėjimas apima ne tik disciplinų turinį, bet ir pedagoginius metodus, kurie būtini šiuolaikinės švietimo aplinkos kūrimui. Kaip teigia Hamad et al. (2022), mokytojai turi prisitaikyti prie nuolat kintančių metodikų ir technologijų. Tačiau, net ir turint reikiamą pasirengimą, mokytojai susiduria su iššūkiais, kuriuos būtina įveikti siekiant užtikrinti efektyvų STEAM ugdymą.

Bruzgelevičienė (2020) pabrėžia, kad mokytojų saviraiška, motyvacija ir savivertė yra glaudžiai susijusios su jų galimybe dalyvauti priimant ugdymo turinio sprendimus, kas yra esminis profesinio gyvenimo aspektas. Bendrųjų programų atnaujinimo gairėse (2019) taip pat akcentuojama, kad mokytojų lyderystė stiprina jų gebėjimą kurti ugdymo turinį ir formuoti mokytoją kaip pagrindinį ugdymo turinio kūrėją mokyklos lygmeniu. Toks gebėjimas savarankiškai kurti ugdymo turinį yra būtinas sėkmingam STEAM metodikų diegimui.

Tuo pačiu, mokytojai susiduria su keletu iššūkių, trukdančių efektyviai taikyti STEAM metodikas. Vienas pagrindinių – laiko trūkumas. Herro et al. (2019) atliktas tyrimas atskleidžia, kad dauguma tyrime dalyvavusių mokytojų nurodė laiko trūkumą kaip pagrindinį veiksni, ribojantį galimybes pilnai įgyvendinti STEAM veiklas. Mokytojai teigia, kad dėl šio trūkumo neįmanoma aprėpti visų reikalingų sąvokų, todėl dažnai tenka rinktis tik dalį suplanuotų temų. Ortiz-Revilla et al. (2023) taip pat pastebi, kad papildomos pastangos, skirtos STEAM veiklų paruošimui, reikalauja didesnio laiko ir išteklių.

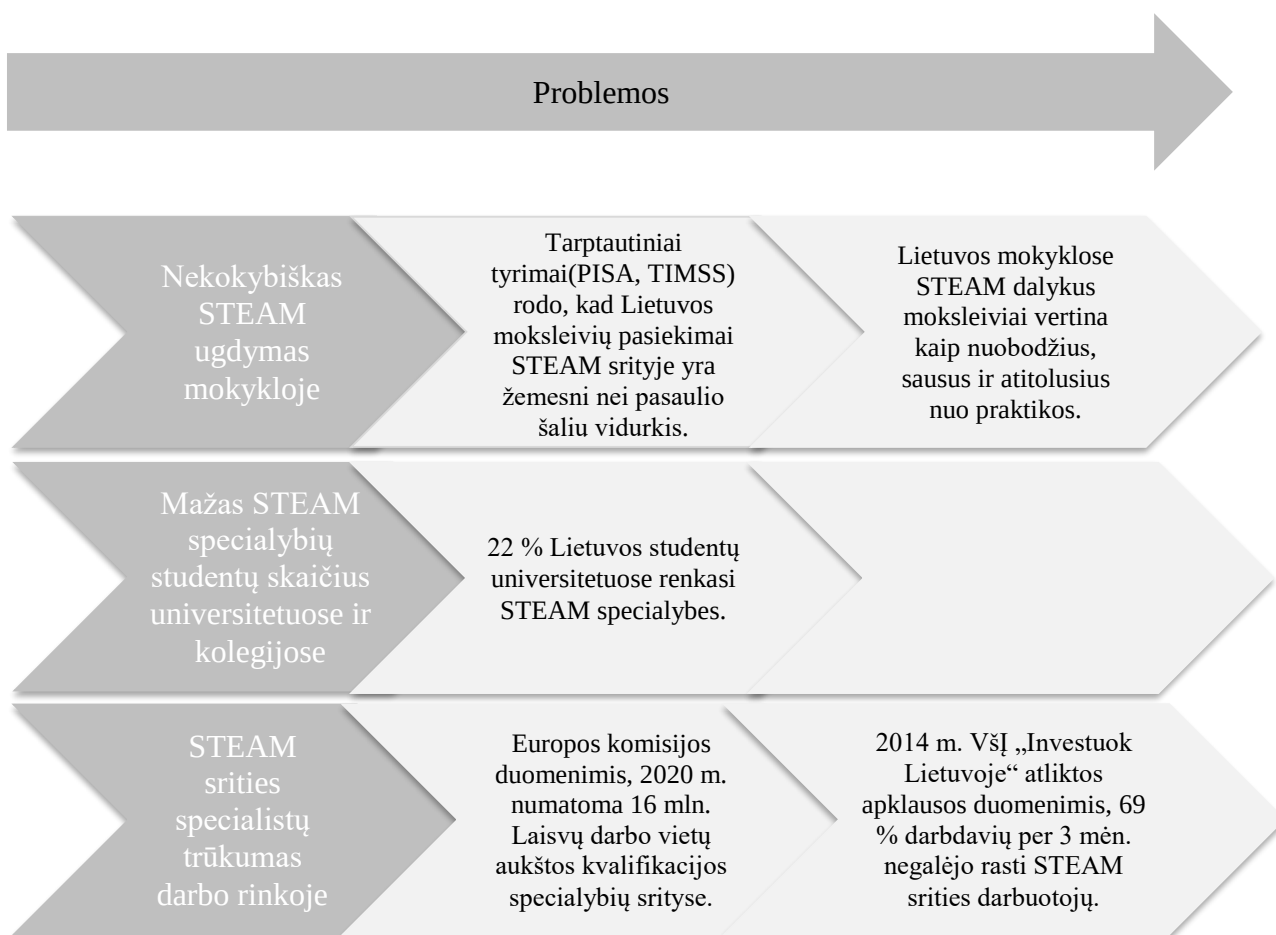
Kitas iššūkis, su kuriuo susiduria mokytojai, – tai turinio integravimas. Lyn (2017) pabrėžia, kad STEAM veikloms įgyvendinti reikia ne tik disciplinų žinių, bet ir gebėjimo jas sujungti į bendrą tarpdisciplininį mokymą. Hamad et al. (2022) nurodo, kad šis integravimas dažnai kelia sunkumų, nes mokytojai turi aprėpti didelį kiekį turinio per ribotą laiką, o Tekin ir Şan (2023) pabrėžia, kad išteklių trūkumas taip pat tampa esminiu veiksniu, trukdančiu integruoti STEM veiklas į kasdienį mokymo procesą.

Mokytojai taip pat dažnai susiduria su pasipriešinimu naujoms ugdymo metodikoms, ypač turintys ilgametę patirtį. Ortiz-Revilla et al. (2023) teigia, kad patyrę mokytojai susiduria su sunkumais pritaikant naujas metodikas, nes jos reikalauja daugiau laiko ir pastangų, kad būtų integruotos į įprastą mokymo praktiką. Pasipriešinimas pokyčiams yra natūralus žmogaus prigimties aspektas. Pokyčių įgyvendinimas reikalauja laiko ir papildomų pastangų, o tai kelia sunkumų net ir patyrusiems mokytojams (Dulsat ir Alvarez, 2020).

STEAM ugdymo iššūkiai neapsiriboja tik mokytojų kasdienėmis problemomis – jie pasireiškia ir platesniu mastu. Tarptautiniai tyrimai (PISA, TIMSS) rodo, kad Lietuvos mokinių pasiekimai STEAM srityse yra žemesni nei vidutiniai tarptautiniai rodikliai. Mokiniais STEAM dalykai dažnai atrodo nuobodūs, neįdomūs ir per mažai susiję su praktika bei realiu gyvenimu. Tai sukelia problemą – žemą STEAM specialybių studentų skaičių aukštojo mokslo institucijose, o tai lemia specialistų trūkumą darbo rinkoje.

Šių problemų šaknys dažnai slypi bendrojo ugdymo lygmenyje. Mažas mokinių susidomėjimas STEAM dalykais ir prasti pasiekimai gali būti susiję su keletu veiksnių: programų turiniu, neformaliuoju ugdymu ir mokytojų kompetencijomis. Nors STEAM dalykų programos nuolat atnaujinamos, jos dažnai išlieka pernelyg teorinės ir nesusijusios su praktiniu pritaikymu. Be to, šių dalykų mokymui trūksta tinkamos materialinės bazės, o neformalaus ugdymo kontekste STEAM būreliai yra mažai populiarūs, o pasiūla ribota (Šlekienė, 2018).

Mokinių pasiekimus labai lemia ir mokytojo asmenybė bei kompetencijos. Lietuvoje trūksta jaunų, motyvuotų pedagogų, kurie nuolat tobulintų savo žinias ir gebėjimus. Tai viena didžiausių iššūkių šalies švietimo sistemai, taip pat susijusi su mokytojo profesijos prestižu.



1 pav. STEAM ugdymo problemos

2015 m. SCIENTIX raporte buvo analizuojami trisdešimtys šalių veiksmai, skirti STEAM ugdymui populiarinti. Remiantis ataskaita, dauguma šalių (apie 80 proc.) STEAM ugdymą laiko savo nacionalinės švietimo sistemos prioritetu, ir daug dėmesio skiria mokytojų rengimui, IKT naudojimui ir STEAM ištekliais. Tai rodo nuoseklias pastangas sprendžiant STEAM ugdymo iššūkius ir gerinant švietimo kokybę.

Apibendrinant, mokytojų kompetencijų tobulinimas yra esminis sėkmingam STEAM ugdymo diegimui, nes jis leidžia integruoti skirtingas disciplinas ir kurti tarpdisciplininius projektus. Tačiau pedagogai susiduria su iššūkiais, tokiais kaip laiko trūkumas, pasirengimo stoka ir pasipriešinimas

naujoms metodikoms, kurie riboja efektyvų STEAM metodikų taikymą. Be to, STEAM ugdymo iššūkiai pasireiškia ne tik mokytojų kasdienėje praktikoje, bet ir platesniame švietimo kontekste, kur mokinių susidomėjimo stoka ir nepakankama mokytojų parama trukdo pasiekti geresnių rezultatų STEAM srityje. Taigi, būtina nuolatinė profesinio tobulėjimo parama, kad būtų įveikti šie iššūkiai ir užtikrintas kokybiškas STEAM ugdymas.

3. MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ TOBULINIMO POVEIKIS DIEGIANT STEAM Į UGDYMO PROCESĄ

3.1. Tyrimo metodologija

Tyrimo metodas. Siekiant nustatyti mokytojų kompetencijų tobulinimo poveikį STEAM metodikų diegimui ugdymo procese, buvo pasirinktas kiekybinis tyrimas. Šis metodas leidžia objektyviai įvertinti mokytojų kvalifikacijos tobulinimo veiklą ir STEAM metodikų taikymo tarpusavio ryšius, nustatyti bendras tendencijas bei atlikti statistinę duomenų analizę (Kardelis, 2016). Pasak Siripipatthanakul ir kt. (2023), kiekybinė analizė padeda identifikuoti duomenų rinkinių tendencijas ir statistinius ryšius tarp skirtingų kintamųjų. R. Žukauskienė (2008) pažymi, kad taikant matematinius analizės metodus, galima objektyviai įvertinti rezultatus ir pritaikyti juos visai tiriamajai grupei. Statistinė duomenų analizė pedagoginiuose tyrimuose padeda geriau suprasti ugdymo reiškinius ir procesus (Bitinas, 2013). Kiekybinis tyrimas buvo pasirinktas siekiant patvirtinti arba paneigti hipotezę, jog mokytojai, dalyvavę ne mažiau kaip 10 valandų STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, sėkmingiau taiko STEAM metodikas ugdymo procese.

Tiriamųjų imtis.

Tiriamųjų imtis buvo apskaičiuota remiantis Paniotto formule (Kardelis, 2005), siekiant užtikrinti rezultatų tikslumą 95 % tikimybe:

$$n = \frac{1}{\Delta^2 + \frac{1}{N}}$$

kur n – atrankos dydis, Δ - paklaidos dydis (0,05), N – generalinės visumos dydis.

Remiantis 2023–2024 m. m. Lietuvos švietimo valdymo informacinės sistemos (ŠVIS, 2024) duomenimis, Lietuvoje 2023 m. dirbo 14949 mokytojai. Apskaičiavus imtį pagal formulę:

$$n = \frac{1}{0,05^2 + \frac{1}{14949}} = 389$$

nustatyta, kad norint gauti reprezentatyvius rezultatus su 95 % patikimumu, reikia apklausti 389 respondentus.

Tyrime taikyta tikslinė atranka, siekiant apklausti mokytojus, turinčius patirties STEAM veiklose arba dalyvavusius STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose. Apklausos nuoroda buvo platinama per Lietuvos mokyklas, švietimo įstaigų administracijas, pedagogų bendruomenes, taip pat socialiniuose tinkluose ir švietimo forumuose.

Tyrimo metu į anketos klausimus atsakė 337 respondentai iš 10 didžiausių Lietuvos savivaldybių. Kadangi surinktų atsakymų skaičius nesiekė numatytos imties, paklaida buvo apskaičiuota pagal formulę (Kardelis, 2002):

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{N}} = \sqrt{\frac{1}{337} - \frac{1}{14949}} \approx 0,05385 \text{ (5,4\%)}$$

Apklausos patikimumas apskaičiuotas taip:

$$p = 1 - \Delta = 1 - 0,05385 = 0,94615 \text{ (94,6 \%)}$$

kur p – apklausos patikimumas; Δ – paklaidos dydis.

Atlikto tyrimo statistinis patikimumas yra 94,6 %, o tai rodo, kad gauti rezultatai yra pakankamai patikimi. Jei būtų surinkti visi 389 tyrimui reikalingi respondentai, patikimumas siektų 95 %.

Tyrimo instrumentas. Šiame tyrime kiekybiniai duomenys buvo renkami naudojant anketinę apklausą, sudarytą iš anksto suformuluotų klausimų su pateiktais atsakymais (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014, p. 12–13). Apklausos klausimai buvo parengti remiantis moksliniais šaltiniais, siekiant išsiaiškinti mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtis ir iššūkius diegiant STEAM ugdymo metodikas (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014; Kardelis, 2002). Klausimynas buvo kuriamas naudojant skaitmeninę platformą www.manoapklausa.lt, o respondentai buvo kviečiami dalyvauti savanoriškai (žr. 1 priedą).

Anketa susideda iš 19 klausimų: 3 atvirų ir 16 uždarų. Atviri klausimai buvo naudojami siekiant gauti išsamesnius atsakymus apie mokytojų patirtis ir iššūkius. Uždari klausimai buvo suformuluoti taip, kad jų atsakymai būtų lengvai lyginami ir kiekybiškai apdorojami (Kardelis, 2002, p. 91). 14 iš 16 uždarų klausimų buvo pateikti naudojant 5 gradacijų Likert'o skalę, kuri leido išmatuoti respondentų požiūrį ir vertinimus. Skalės buvo pritaikytos pagal šiuos principus: nuo „visiškai nesutinku“ (1) iki „visiškai sutinku“ (5); nuo „visiškai nesvarbu“ (1) iki „svarbu“ (5); nuo „nesusiduriu“ (1) iki „nuolat susiduriu“ (5); nuo „nereikia tobulinti“ (1) iki „reikia daug tobulinti“ (5); nuo „nepasiruošęs (-usi)“ (1) iki „labai gerai pasiruošęs (-usi)“ (5); nuo „niekada“ (1) iki „kiekvieną pamoką“ (5). Šios skalės buvo naudojamos norint išmatuoti respondento nuostatas ir vertinimus.

Anketos klausimai buvo suskirstyti į temas pagal teorinius pagrindus. Toliau pateikiama anketos klausimų grupavimo lentelė, kurioje nurodyti klausimų blokai ir jų teorinis pagrindimas (žr. 7 lentelę).

7 lentelė. *Anketos klausimų pagrindimas*

Anketos klausimai Nr.	Klausimų blokas	Teorinis pagrindimas
1, 2, 9-12	STEAM kompetencijos (STEAM metodikų taikymas, pasirengimas dirbti su STEAM, dalyvavimas	Glass ir Colleen (2016), Čiužas (2013), Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašas (2023), Cibulskaitė ir

	STEAM mokymuose, patiriami iššūkiai)	Augustinovič (2020), Cibulskaitė (2024), Novelskaitės ir Purvaneckienės (2011), Breda et al. (2023), Xanthoudaki (2017), Drake & Burns (2004), Jacobs (1989), Delgado-Rodríguez et al. (2023), Breda et al. (2023), Kaunaitė ir Valauskaitė (2015), Šlekienė (2018), Monkevičienė ir kt. (2020), Anđić & Vidas (2021)
4-7	Bendros mokytojų kompetencijos (Bendras kompetencijų tobulinimas, pasirengimas dirbti, mokymosi poreikiai)	Margot ir Kettler (2019), Petronienė ir Šatienė (2022), Brandišauskienė ir kt. (2021), Wong ir kt. (2023), Bruzgelevičienė (2020), Herro et al. (2019), Ortiz-Revilla et al. (2023), Li ir kt. (2020), Machado ir kt. (2022), Geraedts ir kt. (2006), Poviliūnas (2019), Hilppö ir Stevens (2024), Monkevičienė ir kt. (2020), Anđić & Vidas (2021)
3, 14	Bendradarbiavimas su kolegomis. (Mokytojų tarpusavio pagalba, komandinis darbas, patirties pasidalijimas STEAM srityje.)	Vaivadienė (2020), Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašas (2023), Darling-Hammond et al. (2017), TALIS (2018), Hargreaves ir Fullan (2012), Wang ir Odell (2002), Costa ir Garmston (2015)
8, 13	Administracijos įtaka ir parama. (Mokyklos administracijos palaikymas, galimybės dalyvauti kursuose, administracinė parama.)	Glass ir Colleen (2016), Hord (2004), Nacionalinės pažangos programa ir „Lietuva 2030“ strategija
15	STEAM centrų veiklos įvertinimas	Breda et al. (2023), Andreotti & Frans (2019), Chen & Yong (2019), Greenier (2020), Tsybulsky & Muchnik-Rozanov (2019), Kim (2022), Veldman et al. (2024), Bybee (2013), Nacionalinės pažangos programa ir „Lietuva 2030“ strategija, Jankaus ir Šarpienės (2020), Šlekienė (2018)
16-19	Demografiniai duomenys. (Mokytojo amžius, mokymo patirtis, darbo aplinka.)	I-1489 Lietuvos Respublikos Švietimo Įstatymas, Gaižauskaitė ir Mikėnė (2014)

Anketos validumas ir patikimumas. Norint įvertinti anketos validumą ir vidinį suderinamumą, buvo apskaičiuotas Cronbach'o α koeficientas. Cronbach'o α reikšmė didesnė nei 0,7 rodo patikimą matavimo priemonę, o kuo ji artimesnė 1, tuo klausimynas yra nuoseklesnis. Matavimo validumas rodo, kiek tiksliai klausimas įvertina nagrinėjamą reiškinį. Validus klausimas yra tas, kuris iš tiesų matuoja numatytą konstruklą (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014).

Gauti rezultatai patvirtino, kad visi skalės kintamieji nuosekliai matuoja tą patį konstruklą (žr. 8 lentelę).

8 lentelė. Anketos skalių patikimumas

Skalė	Cronbach'o α
STEAM kompetencijų taikymas pamokose	0,914
Bendradarbiavimo su kolegomis svarba	0,873
Iššūkiai dalyvaujant kursuose ar mokymuose	0,729
Kompetencijų sritys, kurias reikia tobulinti	0,895
Mokyklos administracijos palaikymas ir paskatinimas	0,933
Svarbios STEAM kompetencijos mokymo praktikoje	0,961
Iššūkiai diegiant STEAM metodus	0,653
STEAM centrų veiklos vertinimas	0,932

Remiantis šiais rezultatais, galima teigti, kad šiame tyrime taikyta anketa yra patikimas instrumentas, leidžiantis įvertinti STEAM ugdymo diegimo procesą, mokytojų patiriamus iššūkius bei jų kompetencijų tobulinimo poreikius.

Tyrimo organizavimas. Empirinis tyrimas buvo atliekamas trimis etapais:

1. Tyrimo parengimas. Šiame etape buvo identifikuota tyrimo problema, nustatytas tyrimo objektas, tikslas ir uždaviniai. Atlikta mokslinės literatūros analizė, siekiant pagrįsti tyrimo aktualumą ir metodologiją. Remiantis teoriniais šaltiniais, suformuluoti pagrindiniai tyrimo klausimai ir pasirinktas tyrimo metodas.
2. Tyrimo proceso organizavimas. Pasirinktas kiekybinis tyrimo metodas, leidžiantis gauti objektyvius ir statistiškai apdorojamus duomenis. Duomenų rinkimo instrumentu pasirinkta anketinė apklausa, skirta išsiaiškinti mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtį ir iššūkius diegiant STEAM ugdymo metodikas. Respondentais pasirinkti Lietuvos švietimo įstaigų mokytojai, turintys STEAM veiklą patirties arba dalyvavę STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose. Nustatytas imties dydis, parengtas klausimynas ir atliktas pilotinis testavimas su 10 mokytojų, siekiant įvertinti klausimų aiškumą bei jų atitiktį tyrimo tikslams. Gavus pilotinio tyrimo rezultatus, klausimynas buvo patikslintas.
3. Empirinių duomenų rinkimas ir apdorojimas. Tyrimas vyko nuo 2024 m. spalio 2 d. iki 2025 m. sausio 30 d. Duomenys buvo renkami internetinės anketos būdu, ją platinant per švietimo įstaigas, socialinius tinklus ir švietimo forumus. Atsakymus pateikė 337 respondentai. Surinkti duomenys apdoroti naudojant IBM SPSS Statistics 26.0 programą, taikant aprašomąją statistiką, koreliacinę analizę ir grupių palyginimus. Remiantis analizės rezultatais, parengta tyrimo ataskaita su išvadomis ir rekomendacijomis dėl mokytojų kompetencijų tobulinimo STEAM ugdymo kontekste.

Tyrimo duomenų apdorojimas. Tyrimo duomenų statistinei analizei buvo naudojama IBM SPSS Statistics 26.0 (angl. Statistical Package for Social Science), plačiai taikoma sociologijos, psichologijos, rinkodaros, medicinos, švietimo ir kitų sričių moksliniuose tyrimuose (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014). Rezultatai pateikti procentais ir vizualizuoti naudojant MS Excel 2016. Statistinė analizė leido ne tik nustatyti pagrindines tendencijas, bet ir įvertinti ryšius tarp kintamųjų (Bitinas, 2013).

Likert'o skale įvertinti kintamieji buvo analizuojami naudojant Cronbach'o α koeficientą, kuris padeda nustatyti, ar klausimai tose pačiose skalėse yra tarpusavyje susiję ir homogeniški. Aukšta Cronbach'o α reikšmė ($> 0,7$) rodo gerą vidinį suderinamumą, o reikšmė artima 1,00 patvirtina aukštą skalės patikimumą (Pukėnas, 2009). Siekiant įvertinti ryšius tarp kintamųjų, buvo pasirinktas Spearmano koreliacijos koeficientas (r_s), kadangi tyrime naudojami ranginiai duomenys. Koeficiento reikšmė artima +1,00 rodo stiprų tiesioginį ryšį, artima -1,00 – stiprų atvirkštinį ryšį, o reikšmingumo lygmuo laikomas statistiškai reikšmingu, kai $p < 0,05$ (Pukėnas, 2009). Taikytas Kruskal-Wallis (H) testas – neparametrinis kriterijus, tinkamas kelių nepriklausomų grupių palyginimui, kai duomenys neatitinka normaliojo pasiskirstymo prielaidų.

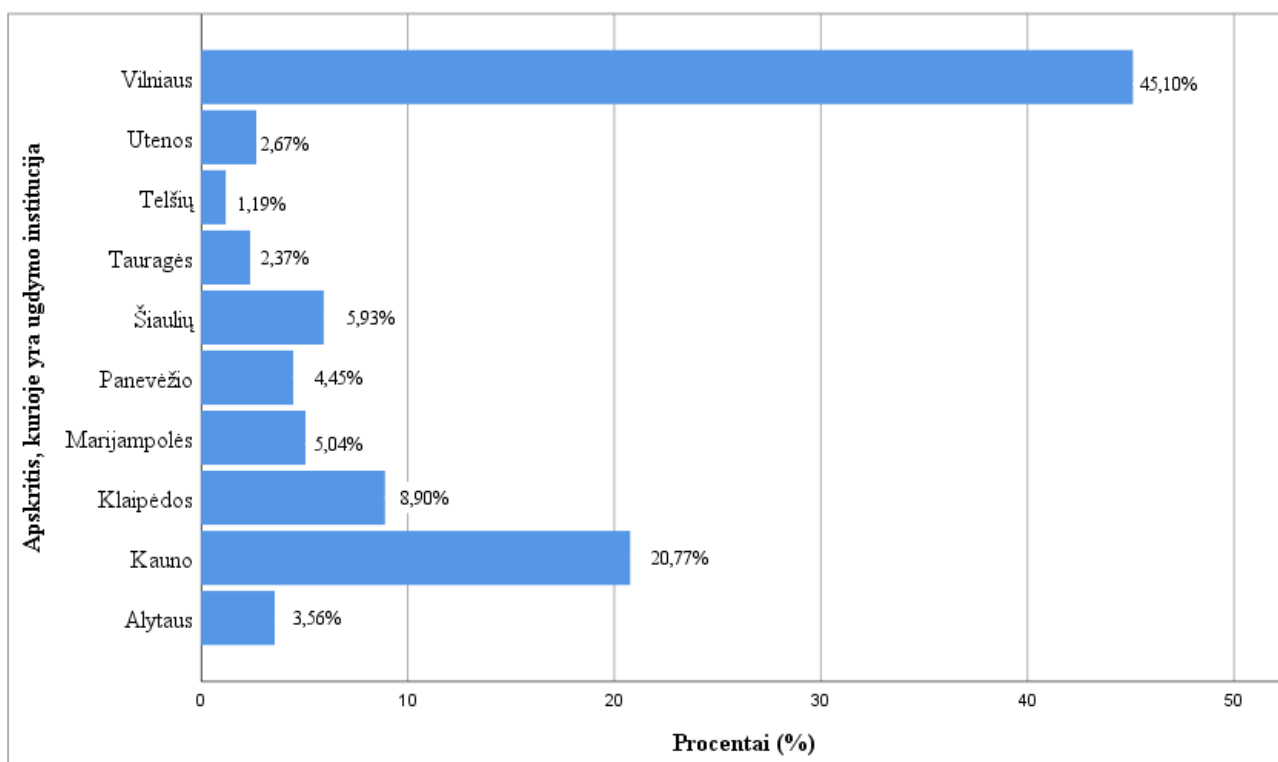
Šių metodų taikymas leido ne tik aprašyti tyrimo rezultatus, bet ir įvertinti statistiškai reikšmingus ryšius tarp tyrimo kintamųjų.

Tyrimo etika. Atliekant tyrimą, buvo laikomasi pagrindinių etikos principų, siekiant užtikrinti respondentų teises ir gerovę viso tyrimo proceso metu. Imtasi priemonių, kad būtų išvengta bet kokios galimos žalos respondentams (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014). Respondentai dalyvavo tyrime savanoriškai, turėjo teisę atsisakyti dalyvauti ar bet kuriuo metu nutraukti dalyvavimą be jokių pasekmių. Prieš pradedant apklausą, jiems buvo pateiktas lydraštis, kuriame išdėstyta tyrimo paskirtis, tikslai, duomenų naudojimo tvarka bei kontaktai papildomai informacijai gauti. Tai leido respondentams priimti informuotą sprendimą dalyvauti apklausoje (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014). Respondentų atsakymai nebuvo siejami su asmeniniais duomenimis, todėl nei tyrėjas, nei kiti asmenys negalėjo identifikuoti dalyvių. Visi duomenys buvo tvarkomi laikantis Bendrojo duomenų apsaugos reglamento (BDAR), užtikrinant jų saugumą ir apsaugą nuo pašalinių asmenų prieigos. Žalos vengimas ir duomenų apsauga. Apklausos dalyviai neturėjo patirti jokių neigiamų pasekmių dėl savo dalyvavimo ar pateiktų atsakymų. Tyrėjas prisiėmė atsakomybę už tai, kad būtų išvengta bet kokios su apklausa susijusios įtampos ar nepatogumų, pavyzdžiui, jautrių klausimų (Kardelis, 2006). Visi surinkti duomenys buvo saugomi užšifruotu formatu ir naudojami tik apibendrintai statistinei analizei. Galutiniai tyrimo rezultatai pateikti taip, kad nebūtų galima atpažinti individualių respondentų, o tyrimo duomenys nebus naudojami jokiems kitiems tikslams.

Tyrimo ribotumai susiję su imties dydžiu, duomenų rinkimo metodu ir geografine aprėptimi. Vietoje planuotų 389 respondentų dalyvavo 337, nes dalis mokytojų atsisakė dėl apklausų nuovargio. Internetinė apklausa neleido užtikrinti, kad visi atsakymai būtų pateikti atidžiai, o tyrimas apėmė tik 10 didžiausių Lietuvos savivaldybių, todėl rezultatai gali neatspindėti mažesnių regionų situacijos. Nepaisant to, gauti duomenys leidžia įvertinti pagrindines tendencijas, o ateityje rekomenduojama plėsti imtį ir taikyti mišrius tyrimo metodus.

3.2. Tyrimo dalyvių charakteristika

Tyrimė dalyvavo 337 Lietuvos mokytojai iš 10 didžiausių šalies savivaldybių, pasirinkti naudojant tikslią atranką, užtikrinant, kad visi respondentai turėtų patirties STEAM veiklose arba būtų dalyvavę STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose. Tokiu būdu buvo užtikrinta, kad duomenys būtų renkami iš mokytojų, tiesiogiai susiduriančių su STEAM metodų diegimu ugdymo procese. Iš respondentų didžiausia dalis dirbo Vilniaus apskrityje (45,1 %, n = 152), Kauno apskrityje – 20,8 % (n = 70), o Klaipėdos apskrityje – 8,9 % (n = 30). Mažiausiai respondentų buvo iš Šiaulių (5,9 %, n = 20), Marijampolės (5 %, n = 17), Panevėžio (4,5 %, n = 15), Tauragės (2,4 %, n = 8), Utenos (2,7 %, n = 9), Alytaus (3,6 %, n = 12) ir Telšių (1,2 %, n = 4) apskričių (žr. 2 pav.)



2 pav. Mokytojų pasiskirstymas pagal savivaldybes

Didžiausia dalis tyrime dalyvavusių mokytojų (64,39 %, n = 217) buvo 36–55 metų amžiaus. 15,13 % (n = 51) buvo jaunesni nei 35 metai, 17,51 % (n = 59) priklausė 56–65 metų amžiaus grupei, o tik 2,97 % (n = 10) buvo vyresni nei 65 metų. Vidutinis mokytojų amžius – 45,86 metų. Be to, dauguma respondentų (97,9 %, n = 330) dirbo valstybinėse mokyklose, o 2,1 % (n = 7) – privačiose.

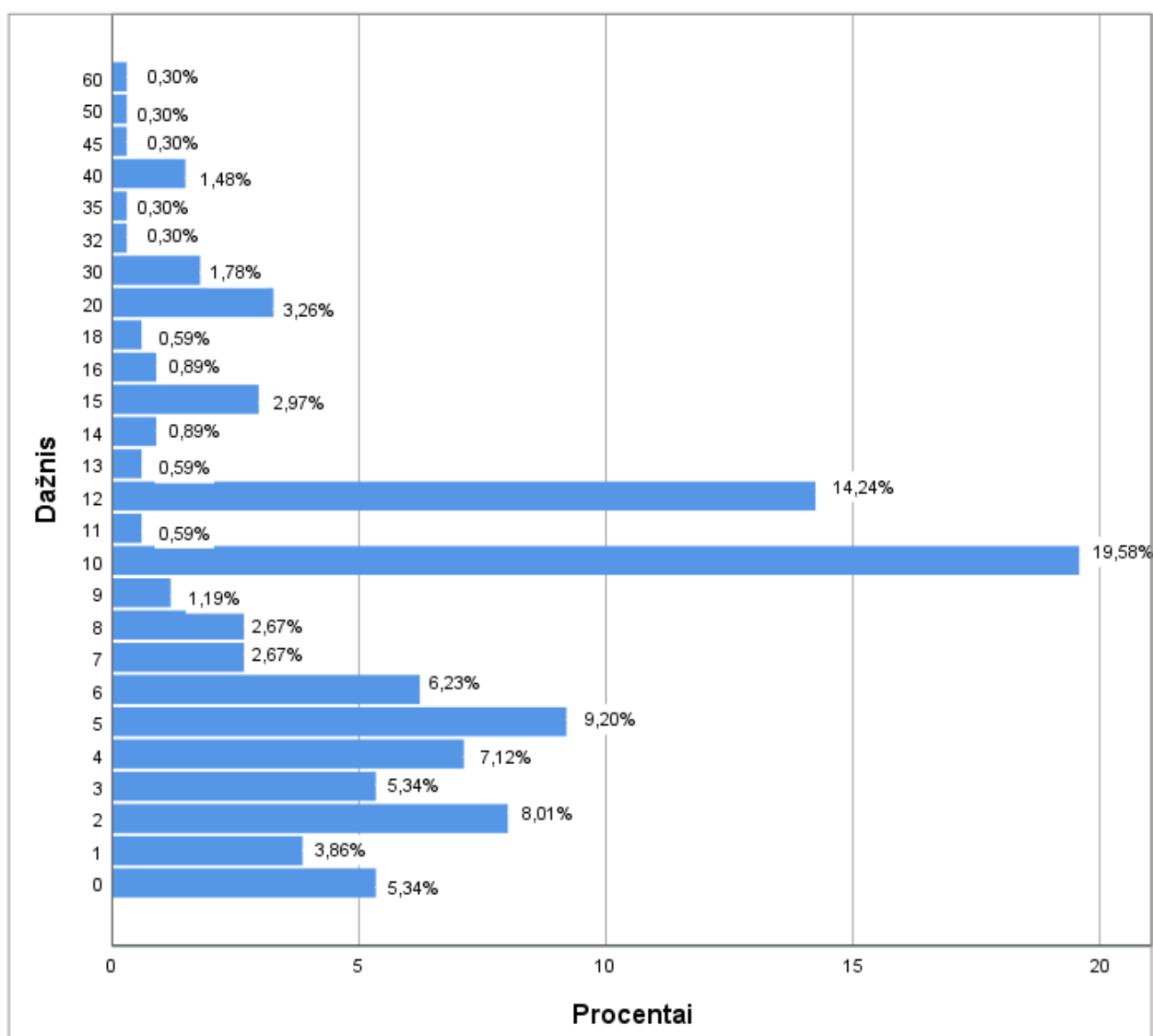
Tyrimė dalyvavusių mokytojų vidutinė darbo stažo trukmė buvo 20,89 metų, o mediana – 20,18 metų, kas rodo, kad dauguma respondentų turi apie 20 metų pedagoginės patirties. Dažniausiai pasikartojantis darbo stažas (moda) buvo 20 metų. Stažas svyravo nuo 1 iki 44 metų, atspindintis respondentų patirties įvairovę. 25 % dalyvių turėjo mažiau nei 12,76 metų pedagoginės patirties, o 75 % – iki 28,25 metų. Šie rezultatai rodo, kad dauguma tyrimo dalyvių buvo patyrę pedagogai,

turintys ilgametę mokymo patirtį, kas yra svarbu vertinant jų kompetencijų tobulinimo poreikius STEAM ugdymo kontekste.

3.3. Tyrimo rezultatų analizė ir interpretacija

Norint išanalizuoti mokytojų kompetencijų tobulinimo įtaką STEAM ugdymo metodų taikymui, tiriama, kaip mokytojų dalyvavimas STEAM mokymuose, administracijos parama ir patiriami iššūkiai siejasi su šių metodų diegimu ugdymo procese.

Tyrimo rezultatai parodė (žr. 3 pav.), kad 94,7 % ($n = 319$) mokytojų kasmet dalyvauja STEAM kompetencijų tobulinimo mokymuose. Didžioji dalis (46,3 %, $n = 156$) mokytojų kasmet skiria iki 10 valandų, 43,7 % ($n = 147$) – nuo 10 iki 20 valandų, o 4,7 % ($n = 16$) dalyvauja daugiau nei 21 valandą. Tik 5,3 % ($n = 18$) mokytojų nurodė, kad nedalyvauja tokiuose mokymuose.



3 pav. Kasmet skirtų valandų skaičius STEAM kompetencijų tobulinimui

Skaiciavimams, siekiant nustatyti ryšį tarp mokytojų dalyvavimo STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose ir STEAM metodų taikymo dažnumo, buvo taikoma Spearmano koreliacija (r_s) (žr. 9 lentelę).

Tikrinant hipotezę, kad mokytojai, per metus dalyvavę ne mažiau kaip 9 valandas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, buvo nustatyta teigiama koreliacija tarp mokytojų dalyvavimo STEAM mokymuose ir STEAM metodų taikymo dažnumo ($r_s = 0,496$, $p < 0,01$). Šis rezultatas rodo, kad kuo daugiau mokytojai dalyvauja STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, tuo dažniau jie taiko šiuos metodus pamokose. Vidutinis mokymuose dalyvavimo laikas per metus yra 9,05 valandos, tačiau ketvirtadalis mokytojų dalyvauja mažiau nei 3,82 val., o 75 % – iki 11,47 val. Tai leidžia teigti, kad nors didžioji dalis respondentų STEAM kompetencijų tobulinimui skiria palyginti nedaug valandų, tyrimo rezultatai patvirtina, jog net ir toks dalyvavimo lygis yra reikšmingai susijęs su STEAM metodų taikymo dažnumu. Šie rezultatai atitinka ankstesnius tyrimus (Margot & Kettler, 2019), kuriuose pabrėžiama, kad mokytojų profesinis tobulėjimas yra esminė sąlyga sėkmingam inovatyvių ugdymo metodų diegimui.

Taip pat nustatyta reikšminga koreliacija tarp mokytojų išklaustų STEAM mokymų valandų skaičiaus ir pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodikas ($r_s = 0,437$, $p < 0,001$). Šis rezultatas rodo, kad daugiau mokymų valandų turintys mokytojai jaučiasi geriau pasirengę naudoti STEAM metodus pamokose. Atsižvelgiant į vidutinį mokymų trukmės rodiklį (9,05 val.), galima daryti prielaidą, kad siekiant užtikrinti aukštesnį pasirengimo lygį, būtina didinti kvalifikacijos tobulinimui skiriamų valandų skaičių.

Nustatyta teigiama koreliacija tarp administracijos teikiamos paramos STEAM iniciatyvoms ir mokytojų dalyvavimo STEAM mokymuose ($r_s = 0,354$, $p < 0,001$). Taip pat reikšmingas ryšys nustatytas tarp administracijos organizuojamų STEAM mokymų ir mokytojų dalyvavimo juose ($r_s = 0,405$, $p < 0,001$). Tai rodo, kad mokyklos, kurios aktyviau remia STEAM diegimą ir organizuoja mokymus, skatina savo mokytojus labiau įsitraukti į kvalifikacijos tobulinimą šioje srityje.

9 lentelė. *Mokytojų STEAM kompetencijų tobulinimo veiksmų statistiniai ryšiai*

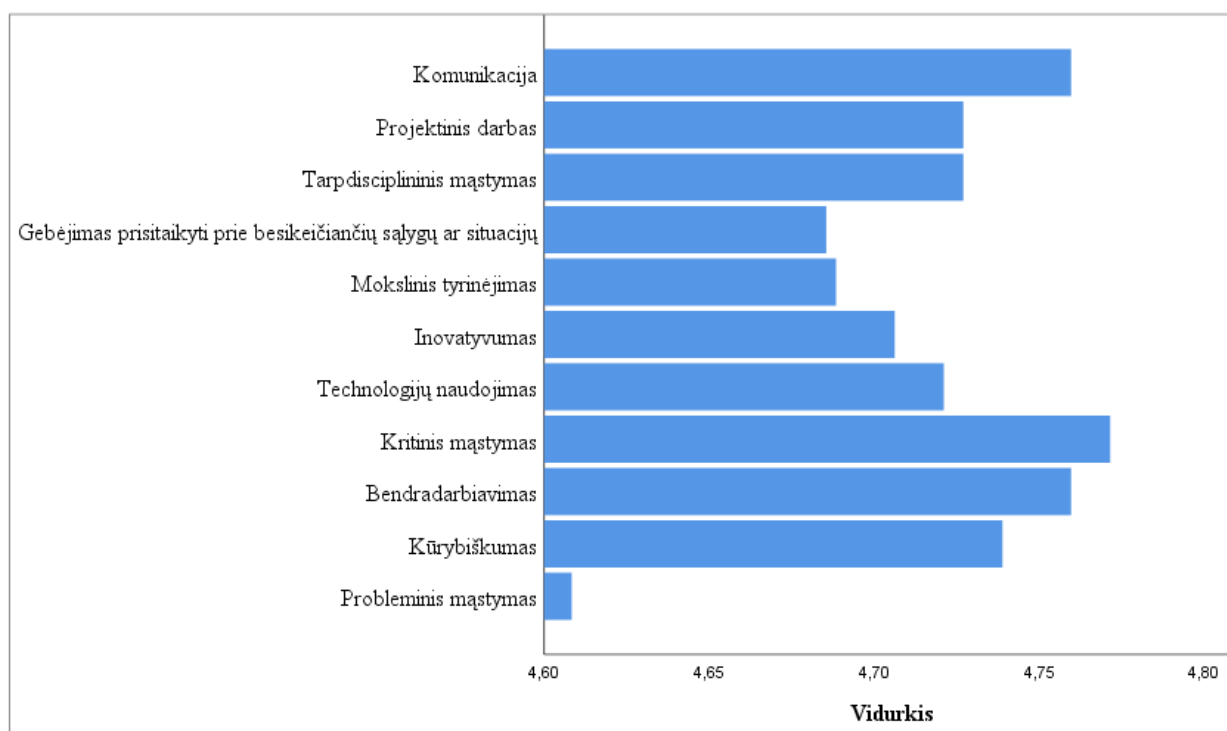
Kintamieji	1.	2.	3.	4.
1. STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose dalyvautų valandų skaičius	1			
2. STEAM metodų taikymo dažnumas ugdymo procese	$r_s = 0,496$ ($p < 0,001$)	1		
3. Mokytojų pasirengimas taikyti STEAM ugdymo metodus	$r_s = 0,437$ ($p < 0,001$)	$r_s = 0,437$ ($p < 0,001$)	1	
4. Mokyklos administracijos palaikymas ir suteikiamos galimybės STEAM iniciatyvoms	$r_s = 0,354$ ($p < 0,001$)	$r_s = 0,354$ ($p < 0,001$)	$r_s = 0,354$ ($p < 0,001$)	1

r_s – Spearman koreliacijos koeficientas, p – statistinis reikšmingumas

Išanalizavus duomenis įrodyta, kad mokytojų dalyvavimas STEAM kompetencijų tobulinimo mokymuose yra reikšmingai susijęs su STEAM metodų taikymo dažnumu ugdymo procese. Nors dauguma mokytojų šiems mokymams skiria palyginti nedaug laiko, net ir toks dalyvavimo lygis teigiamai veikia jų pasirengimą naudoti STEAM metodikas. Be to, nustatyta, kad mokyklų

administracijos teikiama parama skatina mokytojų įsitraukimą į STEAM mokymus, o didesnis jų dalyvavimo lygis koreliuoja su didesniu pasirengimu taikyti šiuos metodus.

Iš apklausoje pateiktų 11 STEAM ugdymo kompetencijų mokytojai visas įvertino aukštais vidurkiais M (Mean), svyruojančiais nuo $M = 4,61$ iki $M = 4,77$ (žr. 4 pav.). Svarbiausiomis kompetencijomis laikytos kritinis mąstymas ($M = 4,77$, $SD = 0,571$), bendradarbiavimas ($M = 4,76$, $SD = 0,566$), komunikacija ($M = 4,76$, $SD = 0,621$), kūrybiškumas ($M = 4,74$, $SD = 0,585$) ir tarpdisciplininis mąstymas ($M = 4,73$, $SD = 0,590$). Žemiau įvertinta kompetencija buvo probleminis mąstymas ($M = 4,61$, $SD = 0,787$), kurios standartinis nuokrypis buvo didžiausias, rodantis didesnę mokytojų nuomonių išsiskyrimą.



4 pav. STEAM ugdymo kompetencijų svarba

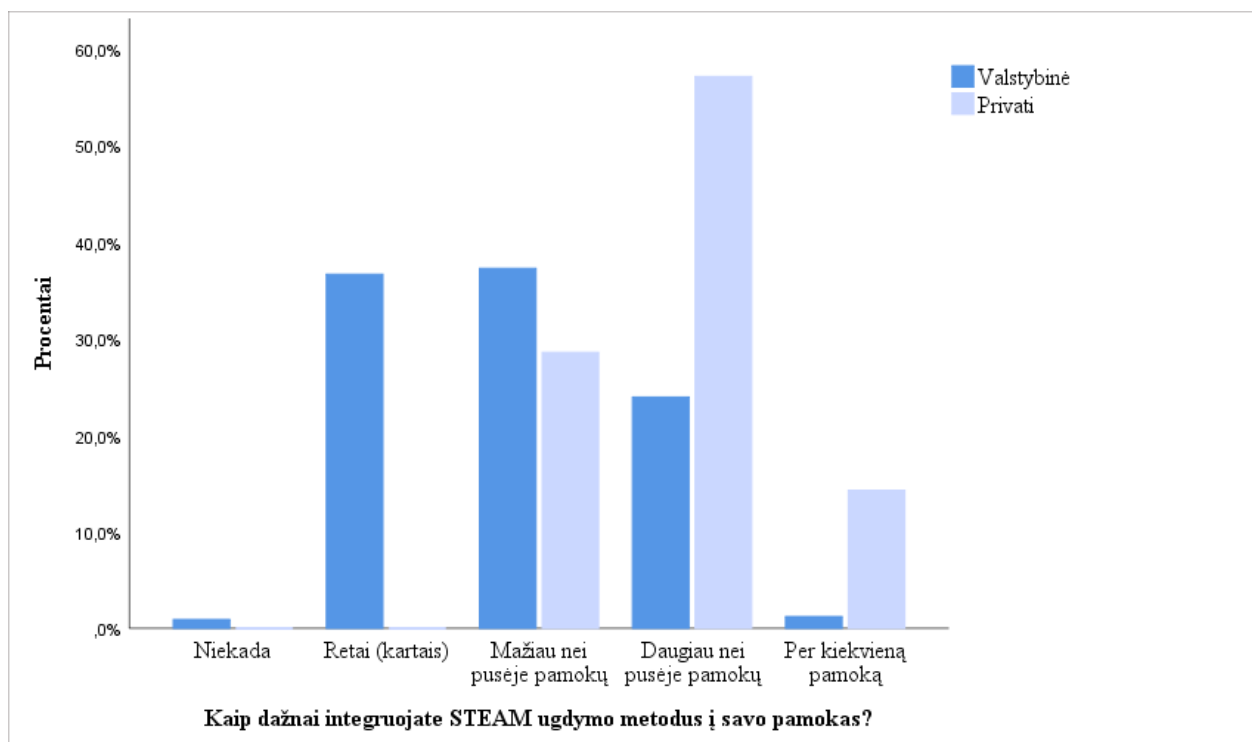
Norint įvertinti, ar mokytojų pasirengimas taikyti STEAM ugdymo metodus skiriasi tarp skirtingų Lietuvos apskričių, buvo atliktas Kruskal-Wallis testas (H). Nustatyta, kad mokytojų pasirengimo vidutiniai rangai svyruoja nuo 141,21 (Alytaus apskrityje) iki 232,31 (Tauragės apskrityje), tačiau skirtumai nebuvo statistiškai reikšmingi ($H = 7,600$; $df = 9$; $p > 0,05$). Tai reiškia, kad mokytojų pasirengimą lemia ne geografinė padėtis, o kiti veiksniai, tokie kaip individuali patirtis, mokyklos vidinė politika ar dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo programose.

Analizuojant STEAM metodų taikymo dažnumą skirtingose apskrityse, taip pat buvo taikytas Kruskal-Wallis testas (H). Vidutiniai rangai svyravo nuo 140,93 (Panevėžio apskrityje) iki 239,00 (Tauragės apskrityje), tačiau ir šiuo atveju statistinis reikšmingumas nebuvo pasiektas ($H = 8,769$; $df = 9$; $p > 0,05$). Tai rodo, kad nors tam tikrose apskrityse STEAM metodų taikymas gali būti dažnesnis, šie skirtumai nėra pakankamai reikšmingi, kad būtų galima daryti apibendrinimus apie regioninius

ypatumus. STEAM ugdymo politika yra nacionalinė, todėl ugdymo strategijos įvykdomos tolygiai skirtinguose regionuose. Taigi STEAM metodų integracijos sėkmė priklauso ne nuo geografinės vietovės, bet gali būti susijusi su mokyklų strategijomis, administracijos palaikymu ar mokytojų asmeniniu požiūriu į inovatyvių ugdymo metodų taikymą.

Buvo analizuojama, ar mokyklos tipas (valstybinė ar privati) turi įtakos mokytojų pasirengimui ir STEAM metodų taikymo dažnumui. Mann-Whitney U testas parodė, kad valstybinėse mokyklose dirbantys mokytojai pasirengimą taikyti STEAM metodus įvertino vidutiniškai 168,22, o privačiose – 205,93, tačiau šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas (Mann-Whitney U = 896,500; $p > 0,05$). Tai rodo, kad tiek valstybinėse, tiek privačiose mokyklose mokytojai turi panašias galimybes ugdyti STEAM kompetencijas.

Tačiau reikšmingas skirtumas nustatytas analizuojant STEAM metodų taikymo dažnumą. Valstybinėse mokyklose vidutinis rangas buvo 166,91, o privačiose – 267,57, ir šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas (Mann-Whitney U = 465,000; $p < 0,01$). Tai reiškia, kad privačiose mokyklose mokytojai STEAM metodus taiko dažniau nei valstybinėse (žr. 5 pav.). Šį rezultatą galima aiškinti tuo, kad privačios mokyklos dažniau naudoja inovatyvius mokymo metodus kaip konkurencinį pranašumą bei gali turėti daugiau resursų STEAM veikloms įgyvendinti. Tuo tarpu valstybinėse mokyklose mokytojai gali susidurti su didesniais struktūriniais iššūkiais, tokiais kaip didesnis darbo krūvis, riboti ištekliai ar mažesnė administracijos parama.



5 pav. STEAM ugdymo metodų taikymo vidutinis dažnumas valstybinėse ir privačiose mokyklose

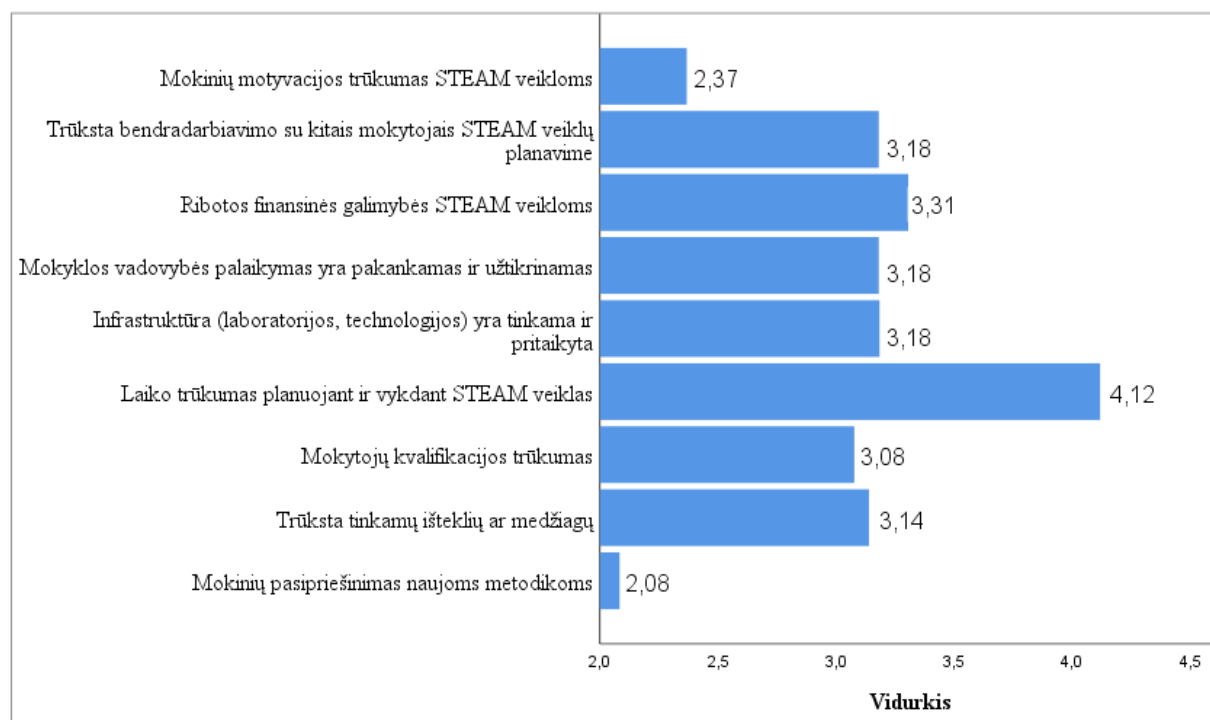
Tyrimo rezultatai rodo, kad mokytojai STEAM ugdymo kompetencijas vertina aukštai, o jų pasirengimas taikyti STEAM metodus nesiskiria tarp skirtingų apskričių ar mokyklų tipų. Tačiau

privačiose mokyklose STEAM metodai taikomi reikšmingai dažniau nei valstybinėse. Tai gali lemti didesnis resursų prieinamumas ir strateginis dėmesys inovatyviam ugdymui privačiame sektoriuje, tuo tarpu valstybinėse mokyklose mokytojai gali susidurti su didesniais struktūriniais iššūkiais. Vis dėlto, privačiose mokyklose apklaustų mokytojų skaičius buvo ženkliai mažesnis nei valstybinėse, todėl šiuos rezultatus reikėtų vertinti atsižvelgiant į galimą imties disproporciją, kuri gali riboti jų apibendrinimą.

Tyrimo metu buvo įvertinti iššūkiai, su kuriais mokytojai susiduria diegdami STEAM ugdymo metodikas (žr. 6 pav.). Respondentai vertino devynis galimus iššūkius Likert'o skalėje nuo 1 („visiškai nesusiduriu“) iki 5 („nuolat susiduriu“). Dažniausiai pasitaikantys iššūkiai:

- Laiko trūkumas planuojant ir vykdant STEAM veiklas buvo įvardytas kaip didžiausias iššūkis ($M = 4,12$, $Mode = 4$). Tai rodo, kad dauguma mokytojų susiduria su laiko sąnaudų problema integruojant STEAM metodus į ugdymo procesą.
- Ribotos finansinės galimybės STEAM veikloms taip pat buvo dažnas iššūkis ($M = 3,31$), nurodantis, kad trūksta išteklių STEAM veikloms įgyvendinti.
- Mokyklos vadovybės palaikymas ir infrastruktūra (laboratorijos, technologijos) buvo įvertinti vidutiniškai ($M = 3,18$). Tai reiškia, kad dalis mokytojų jaučia administracijos palaikymą ir turi tinkamą infrastruktūrą, tačiau vis dar yra mokyklų, kuriose šios sąlygos nėra optimalios.

Mažiausiai įvardyti iššūkiai buvo mokinių pasipriešinimas naujoms metodikoms ($M = 2,08$) ir mokinių motyvacijos trūkumas STEAM veikloms ($M = 2,37$). Tai rodo, kad mokiniai nėra pagrindinė kliūtis STEAM diegimui, o daugiau iššūkių kyla dėl organizacinių ir resursų problemų.



6 pav. Iššūkiai, su kuriais mokytojai susiduria diegdami STEAM ugdymo metodikas

Mokytojų bendradarbiavimas yra svarbus veiksnys, skatinantis inovatyvių metodikų taikymą ugdymo procese. Šiame tyrime buvo analizuojama, kaip mokytojų tarpusavio pagalba, dalijimasis idėjomis bei pasirengimas įveikti STEAM ugdymo diegimo iššūkius siejasi su STEAM metodų taikymo dažnumu. Atlikta Chi-kvadrato analizė (χ^2) ir Spearman koreliacija (r_s), siekiant nustatyti sąsajas tarp šių kintamųjų.

Gauti rezultatai rodo ($\chi^2 = 94,794$, $r_s = 0,209$, $p < 0,001$), kad mokytojai, kurie dažniau bendradarbiauja su kolegomis diegdami STEAM ugdymo metodikas, taip pat dažniau jas taiko savo pamokose. Nors koreliacija nėra labai stipri, ji yra statistiškai reikšminga ($p < 0,001$), kas reiškia, kad bendradarbiavimas prisideda prie STEAM ugdymo metodų integracijos, tačiau nėra vienintelis ją lemiantis veiksnys. Dalijimosi idėjomis ir ištekliais su kolegomis ryšys ($\chi^2 = 134,210$, $r_s = 0,261$, $p < 0,001$) yra stipresnis nei bendras bendradarbiavimas, kas rodo, jog mokytojai, kurie aktyviai dalijasi idėjomis, metodinėmis priemonėmis ir ištekliais, dažniau taiko STEAM ugdymo metodus. Tai leidžia daryti prielaidą, kad prieiga prie dalijimosi platformų ar organizuotas mokytojų bendradarbiavimas gali paskatinti STEAM ugdymo plėtrą mokyklose. Stipriausia nustatyta koreliacija ($\chi^2 = 199,381$, $r_s = 0,447$, $p < 0,001$) rodo, kad mokytojai, kurie jaučiasi pasirengę įveikti STEAM ugdymo metodų taikymo iššūkius, dažniau taiko šiuos metodus. Tai patvirtina, kad mokytojų profesinis tobulėjimas, patirties kaupimas ir pasitikėjimas savo gebėjimais yra svarbūs veiksniai sėkmingam STEAM ugdymo integravimui (žr. 10 lentelę).

10 lentelė. *Bendradarbiavimo su kolegomis ir STEAM ugdymo metodų taikymo sąsajos*

Kintamasis	Pearson Chi-kvadratas (χ^2)	Spearman koreliacija (r_s)	p (statistinis reikšmingumas)-reikšmė
Bendradarbiavimas su kolegomis diegiant STEAM metodus	94,794	0,209	< 0,001
Dalijimasis idėjomis ir ištekliais su kolegomis	134,210	0,261	< 0,001
Pasirengimas įveikti STEAM metodų taikymo iššūkius	199,381	0,447	< 0,001

Tyrimo rezultatai patvirtina, kad siekiant skatinti STEAM ugdymo metodų taikymą, svarbu ne tik skatinti bendradarbiavimą, bet ir stiprinti mokytojų pasirengimą, suteikiant jiems reikiamus įrankius ir kompetencijas.

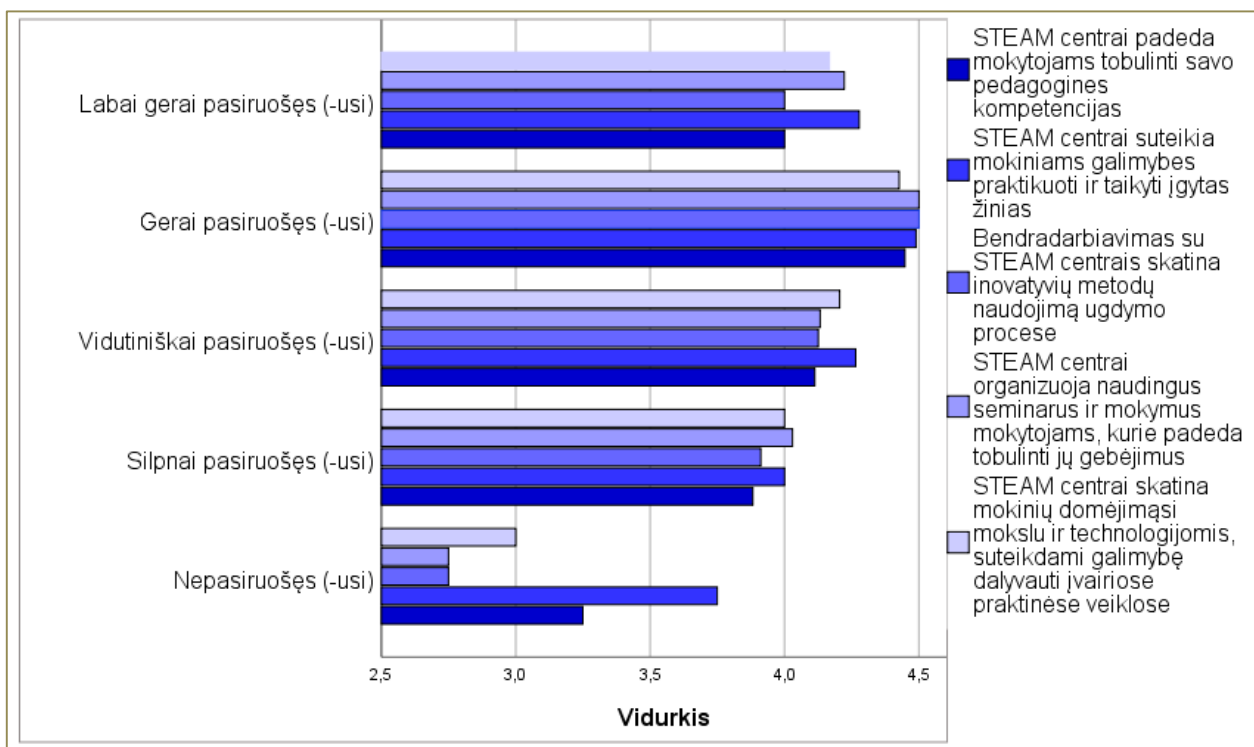
Nagrinėta, kaip mokytojų pasirengimas taikyti STEAM ugdymo metodus siejasi su skirtingomis kompetencijomis, tokiomis kaip dalykinės žinios, mokymo metodikos, skaitmeninės kompetencijos, vertinimo strategijos, emocinė ir socialinė pedagogika, psichologinės žinios, įtraukusis ugdymas bei komunikacijos ir bendravimo gebėjimai.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad vienintelė statistiškai reikšminga sąsaja yra tarp skaitmeninių kompetencijų ir pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodikas ($r_s = -0,254$, $p < 0,001$), tačiau šis ryšys yra neigiamas. Tai reiškia, kad mokytojai, kurie mano, kad jiems trūksta skaitmeninių

kompetencijų, jaučiasi silpniau pasirengę diegti STEAM metodus. Kitų analizuotų kompetencijų reikšmingos įtakos mokytojų pasirengimui STEAM metodų taikymui nenustatyta.

Tyrimo metu siekta nustatyti, kaip mokytojai vertina STEAM centrų veiklą ir kokius iššūkius jie patiria diegdami STEAM metodikas ugdymo procese. Tam buvo atliktos dvi analizės: Spearmano koreliacijos (r_s) analizė ir Kruskal-Wallis kriterijaus (H) analizė, siekiant įvertinti mokytojų požiūrio ir pasirengimo sąsajas su STEAM centrų veikla.

Rezultatai parodė, kad egzistuoja statistiškai reikšmingas teigiamas ryšys tarp mokytojų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodus ir jų požiūrio į STEAM centrų veiklą ($r_s = 0,250$, $p < 0,01$). Tai reiškia, kad mokytojai, geriau pasirengę STEAM ugdymo metodų taikymui, palankiau vertina STEAM centrų organizuojamus seminarus, mokymus ir teikiamą pagalbą (žr. 7 pav.).



7 pav. Mokytojų pasirengimas ir STEAM centrų veiklos vertinimas

Pastebėtos dvi reikšmingos neigiamos koreliacijos. Pirma, neigiamas ryšys tarp STEAM centrų veiklos vertinimo ir mokinių pasipriešinimo naujoms metodikoms ($r_s = -0,282$, $p < 0,01$) rodo, kad mokytojai, patiriantys didesnę mokinių pasipriešinimą STEAM metodams, yra linkę prasčiau vertinti STEAM centrų veiklą. Tai gali reikšti, kad šie mokytojai nesulaukia pakankamos paramos iš STEAM centrų arba abejoja jų veiklos efektyvumu. Antra, neigiama koreliacija tarp mokymo išteklių trūkumo ir STEAM centrų vertinimo ($r_s = -0,295$, $p < 0,01$) rodo, kad mokytojai, jaučiantys didelį išteklių stygių, mažiau teigiamai vertina STEAM centrų veiklą, galbūt dėl to, kad šie centrai nepateisina jų lūkesčių dėl mokymo priemonių prieinamumo.

Tyrimas taip pat atskleidė reikšmingą teigiamą ryšį tarp STEAM centrų organizuojamų mokymų ir mokytojų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodikas ($r_s = 0,265$, $p < 0,01$). Tai rodo,

kad mokyklos, aktyviai bendradarbiaujančios su STEAM centrais ir suteikiančios mokytojams galimybę dalyvauti mokymuose, prisideda prie jų geresnio pasirengimo diegti STEAM ugdymo metodus. Taip pat nustatyta neigiama koreliacija tarp STEAM centrų veiklos vertinimo ir mokinių motyvacijos trūkumo ($r_s = -0,263$, $p < 0,01$). Tai gali reikšti, kad mokytojai, susiduriantys su mažesne mokinių motyvacija, rečiau naudojami STEAM centrų teikiamomis galimybėmis arba mano, kad jos nėra pakankamai veiksmingos.

Norint giliau išanalizuoti mokytojų požiūrį į STEAM centrų veiklą, buvo atlikta Kruskal-Wallis kriterijaus analizė (žr. 12 lentelė), leidžianti įvertinti reikšmingus skirtumus tarp skirtingų mokytojų grupių. Rezultatai parodė statistiškai reikšmingus skirtumus ($p < 0,05$) tarp mokytojų vertinant šiuos aspektus:

12 lentelė. *Kruskal-Wallis testas*

Kintamasis	H reikšmė	<i>p</i> reikšmė
STEAM centrų įtaka kompetencijoms	33,649	< 0,001
Nauda mokiniams	24,633	< 0,001
Inovatyvių metodų skatinimas	37,881	< 0,001
STEAM centrų organizuojami mokymai	34,634	< 0,001
Mokinių domėjimosi skatinimas	22,793	< 0,001

Kaip matyti iš 12 lentelės, Kruskal-Wallis analizė parodė reikšmingus skirtumus ($p < 0,001$) tarp mokytojų grupių, vertinančių STEAM centrų veiklą. Stipriausias ryšys nustatytas tarp mokytojų pasirengimo lygio ir STEAM centrų įtakos inovatyvių metodų skatinimui ($H = 37,881$; $p < 0,001$). Tai rodo, kad mokytojai, geriau pasirengę taikyti STEAM metodus, dažniau mato centrų veiklą kaip svarbų veiksnių ugdymo procese. Taip pat reikšmingi skirtumai nustatyti STEAM centrų organizuojamų mokymų atžvilgiu ($H = 34,634$; $p < 0,001$), kas reiškia, kad mokytojai, dažniau dalyvaujantys STEAM mokymuose, geriau vertina jų turinį ir aktualumą ugdymo praktikai.

Tyrimo rezultatai patvirtino, kad STEAM centrų veiklos efektyvumas yra tiesiogiai susijęs su mokytojų pasirengimu taikyti STEAM metodus. Teigiamą požiūrį į STEAM centrus dažniau išreiškia mokytojai, kurie aktyviau dalyvauja STEAM mokymuose ir jaučiasi geriau pasirengę inovatyvių metodų taikymui. Taip pat nustatyta, kad mokyklų administracijos palaikymas skatina didesnę mokytojų įsitraukimą į STEAM centrų veiklą. Tačiau tyrimas taip pat atskleidė tam tikrus iššūkius – mokytojai, susiduriantys su mokinių motyvacijos stoka ir pasipriešinimo naujoms metodikoms ar išteklių trūkumu, kritiškiau vertina STEAM centrų veiklą.

Tai rodo, kad norint didinti STEAM centrų efektyvumą, būtina stiprinti mokyklų bendradarbiavimą su STEAM centrais, gerinti mokymo išteklių prieinamumą ir skatinti mokinių įsitraukimą.

Tyrimo metu siekta nustatyti, kaip mokytojų dalyvavimas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose siejasi su dažniausiai patiriamais iššūkiais šiuose mokymuose. Siekiant išanalizuoti šiuos ryšius, buvo atlikta Spearmano koreliacijos (r_s) ir Kruskal-Wallis analizė.

Spearmano koreliacijos analizė atskleidė kelis statistiškai reikšmingus ryšius tarp mokymuose praleidžiamo laiko ir patiriamų iššūkių. Nustatyta neigiama koreliacija tarp mokymų valandų skaičiaus ir administracijos paramos trūkumo ($r_s = -0,230, p < 0,01$), rodančią, kad dažniau STEAM mokymuose dalyvaujantys mokytojai rečiau nurodo administracijos paramos trūkumą kaip kliūtį. Tai gali reikšti, jog mokyklos, kurios skatina mokytojus tobulinti STEAM kompetencijas, suteikia ir daugiau administracinio palaikymo.

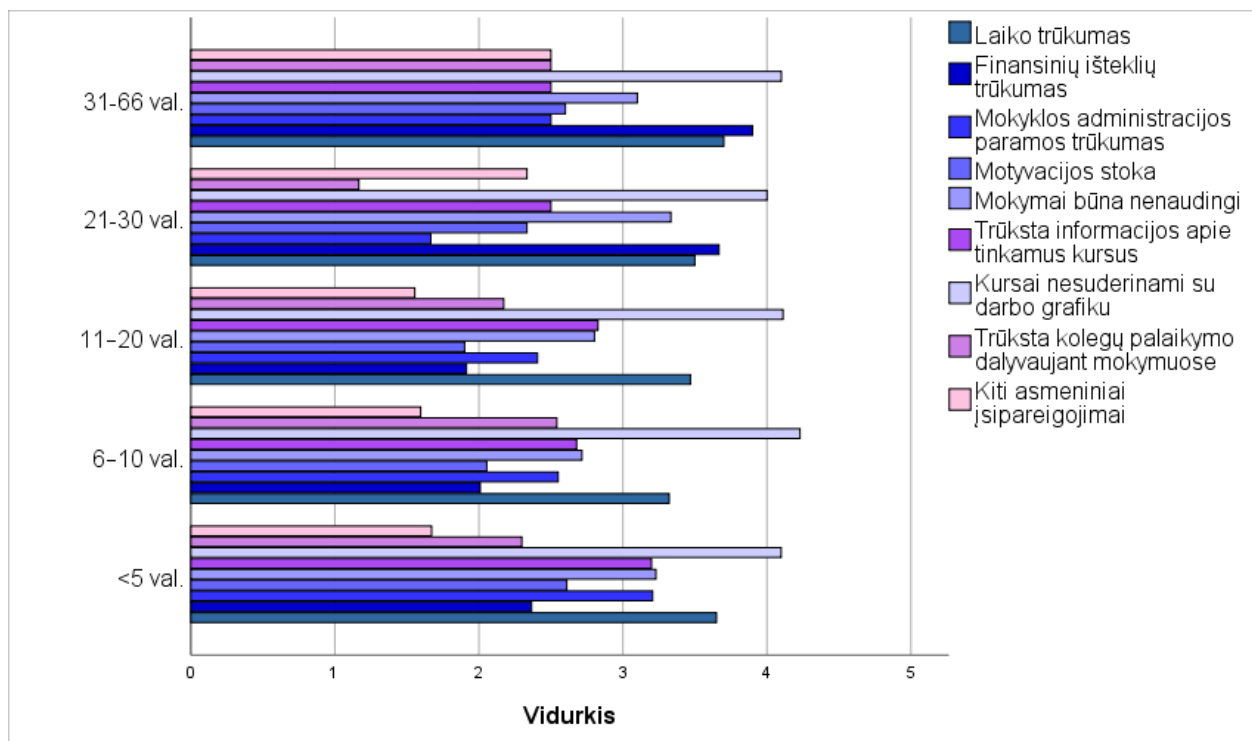
Neigiama koreliacija tarp mokymų valandų skaičiaus ir motyvacijos stokos ($r_s = -0,157, p < 0,01$) rodo, kad aktyviau mokymuose dalyvaujantys mokytojai rečiau patiria motyvacijos trūkumą. Tai gali būti susiję su jų didesniu įsitraukimu į STEAM ugdymą bei aiškesniu suvokimu apie mokymų naudą. Be to, nustatyta neigiama koreliacija tarp mokymų valandų skaičiaus ir mokymų naudingumo vertinimo ($r_s = -0,122, p < 0,05$), kas rodo, kad daugiau mokymuose dalyvaujantys mokytojai rečiau mano, jog jie yra nenaudingi. Šis rezultatas patvirtina, kad ilgalaikiai mokymai suteikia daugiau praktinių žinių ir įgūdžių.

Kitas svarbus ryšys nustatytas tarp mokymų valandų skaičiaus ir informacijos apie tinkamus kursus trūkumo ($r_s = -0,154, p < 0,01$). Tai leidžia manyti, kad aktyviau mokymuose dalyvaujantys mokytojai yra geriau informuoti apie kvalifikacijos tobulinimo galimybes. Tuo tarpu finansinių išteklių trūkumas, kursų nesuderinamumas su darbo grafiku ir kolegų palaikymo trūkumas neturėjo statistiškai reikšmingų ryšių su mokymų valandų skaičiumi.

Kruskal-Wallis analizė parodė, kad tarp mokytojų grupių, dalyvaujančių skirtingą valandų skaičių STEAM mokymuose, reikšmingai skyrėsi šie veiksniai:

- Finansinių išteklių trūkumas ($H = 52,742, p < 0,01$) – mažiau mokymuose dalyvaujantys mokytojai dažniau susiduria su finansiniais apribojimais.
- Mokyklos administracijos paramos trūkumas ($H = 50,448, p < 0,01$) – mažiau mokymuose dalyvaujantys mokytojai dažniau nurodo administracijos paramos stygių.
- Motyvacijos stoka ($H = 39,124, p = < 0,05$) – mažiau dalyvaujantys mokytojai dažniau patiria motyvacijos problemų.
- Mokymų nenaudingumas ($H = 37,544, p = < 0,05$) – mokytojai, rečiau dalyvaujantys mokymuose, dažniau mano, kad jie neatitinka jų poreikių ar nėra pakankamai naudingi.
- Informacijos apie kursus trūkumas ($H = 41,460, p = < 0,05$) – mažiau dalyvaujantys mokytojai dažniau susiduria su sunkumais ieškant tinkamų mokymų.
- Asmeniniai įsipareigojimai ($H = 75,893, p < 0,001$) – tai pagrindinė priežastis, dėl kurios mažiau dalyvaujantys mokytojai negali skirti laiko mokymams.

Toliau pateikiama diagrama, iliustruojanti, kaip skiriasi mokytojų patiriami iššūkiai priklausomai nuo jų dalyvavimo STEAM mokymuose trukmės (žr. 8 pav.).



8 pav. STEAM mokymų trukmės ir patiriamų iššūkių sąsajos

Šie rezultatai patvirtina, kad mažesnę dalyvavimą STEAM mokymuose lemia ne tik individualūs veiksniai, bet ir išorinės aplinkybės, tokios kaip administracijos palaikymo stoka ar informacijos apie kursus trūkumas. Mokytojai, kurie aktyviau dalyvauja mokymuose, šių iššūkių patiria rečiau, o tai rodo, jog didesnis įsitraukimas gali padėti juos įveikti.

Tyrimo metu buvo analizuojama, kaip mokyklos administracijos teikiama parama siejasi su mokytojų bendradarbiavimu diegiant STEAM ugdymo metodus. Siekiant įvertinti šių veiksmų tarpusavio ryšį, buvo atlikta Spearmano koreliacijos analizė bei Chi-kvadrato (χ^2) testas.

Spearmano koreliacijos koeficientai parodė reikšmingus teigiamus ryšius tarp mokyklos administracijos paramos ir mokytojų bendradarbiavimo STEAM ugdyme ($p < 0,01$). Išryškėjo šios pagrindinės tendencijos:

- Mokyklos administracijos skatinimas taikyti STEAM metodus reikšmingai koreliuoja su mokytojų bendradarbiavimu STEAM srityje ($r_s = 0,353$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad stipresnis administracijos palaikymas skatina pedagogus bendradarbiauti su kolegomis, siekiant geresnio STEAM integravimo.
- Administracijos teikiami ištekliai ir parama STEAM iniciatyvoms teigiamai siejasi su idėjų ir išteklių dalijimusi tarp mokytojų ($r_s = 0,275$, $p < 0,01$). Tai patvirtina, kad tinkami ištekliai padeda mokytojams lengviau keistis patirtimi ir plėtoti bendradarbiavimą.
- Mokyklos organizuojami STEAM mokymai susiję su mokytojų pasirengimu įveikti STEAM ugdymo iššūkius ($r_s = 0,418$, $p < 0,01$). Tai leidžia daryti prielaidą, kad administracijos investicijos į mokymus padeda mokytojams jaustis užtikrinčiau diegiant STEAM metodikas.

Chi-kvadrato testas parodė, kad mokyklos administracijos skatinimas taikyti STEAM metodus reikšmingai susijęs su mokytojų bendradarbiavimo dažnumu ($\chi^2 = 100,819$, $df = 16$, $p < 0,001$). Tai reiškia, kad mokytojai, kurie gauna daugiau administracijos palaikymo, dažniau bendradarbiauja su kolegomis diegiant STEAM metodikas. Panašūs statistiškai reikšmingi rezultatai gauti ir kitoms analizėms. Administracijos teikiamų išteklių ir paramos ryšys su mokytojų bendradarbiavimu ($\chi^2 = 71,184$, $df = 16$, $p < 0,001$). Tai rodo, kad resursų prieinamumas mokykloje skatina mokytojus aktyviau dalytis idėjomis ir kurti bendradarbiavimo tinklus. STEAM mokymų organizavimo ir mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus sąsaja ($\chi^2 = 99,458$, $df = 16$, $p < 0,001$). Tai patvirtina, kad mokyklose vykstantys mokymai didina mokytojų pasitikėjimą savo gebėjimais įgyvendinti STEAM iniciatyvas.

Gauti rezultatai patvirtina, kad mokyklos administracijos vaidmuo yra reikšmingas veiksnys skatinant STEAM ugdymo plėtrą. Mokyklos, kurios aktyviai remia STEAM iniciatyvas, suteikia išteklius ir organizuoja mokymus, sudaro palankesnes sąlygas mokytojams bendradarbiauti bei jaustis pasirengusiems įveikti STEAM ugdymo iššūkius. Kaip matyti iš 13 lentelės, stipriausias ryšys nustatytas tarp administracijos organizuojamų STEAM mokymų ir mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus ($r_s = 0,418$, $p < 0,01$; $\chi^2 = 99,458$, $p < 0,001$). Tai patvirtina, kad mokyklos vaidmuo yra reikšmingas skatinant mokytojų kvalifikacijos tobulinimą STEAM srityje.

13 lentelė. *Mokyklos administracijos paramos ir mokytojų bendradarbiavimo STEAM ugdyme ryšiai*

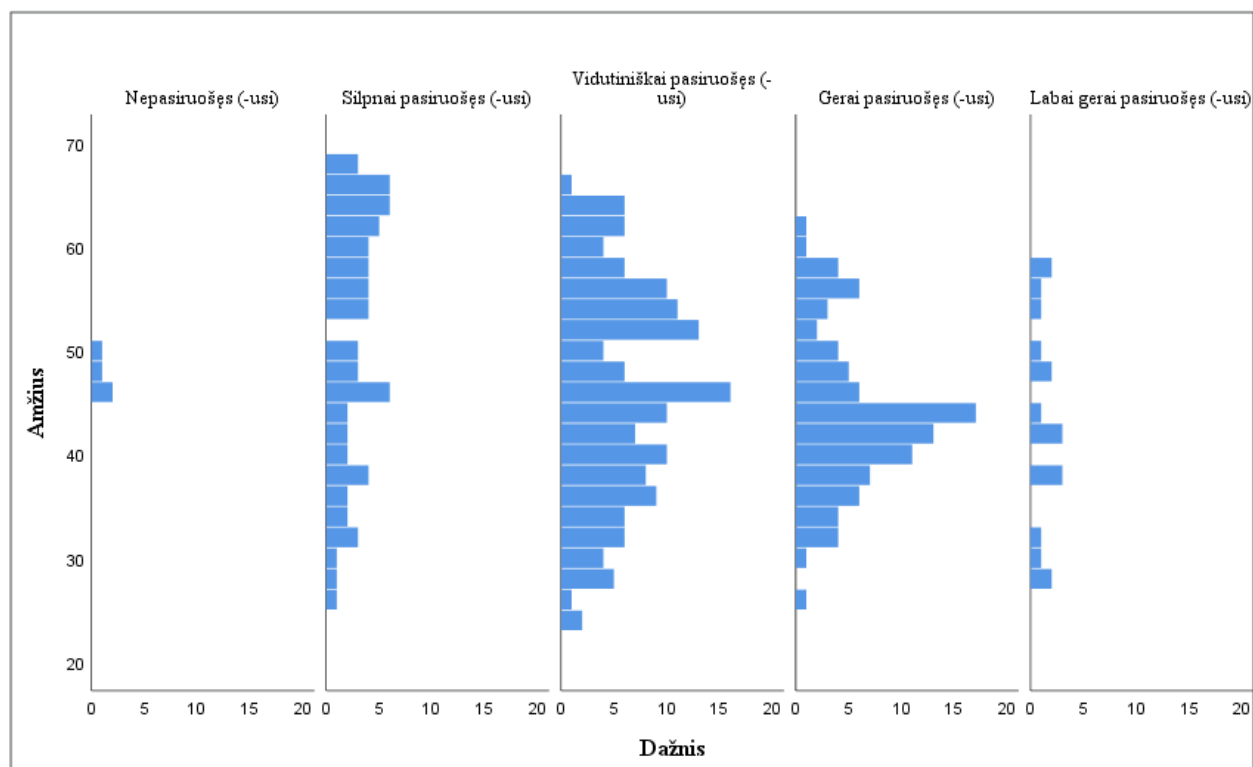
Kintamieji	Statistinis metodas	Koeficientas / reikšmė	p reikšmė
Administracijos skatinimas taikyti STEAM metodus ir mokytojų bendradarbiavimas	Spearmano koreliacija (r_s)	0,353	$p < 0,01$
Administracijos teikiami ištekliai ir paramos ryšys su idėjų dalijimusi	Spearmano koreliacija (r_s)	0,275	$p < 0,01$
Administracijos organizuojami STEAM mokymai ir pasirengimas taikyti STEAM metodus	Spearmano koreliacija (r_s)	0,418	$p < 0,01$
Administracijos skatinimas taikyti STEAM metodus ir mokytojų bendradarbiavimas	Chi-kvadrato testas (χ^2)	100,819	$p < 0,001$
Administracijos teikiamų išteklių prieinamumas ir bendradarbiavimas	Chi-kvadrato testas (χ^2)	71,184	$p < 0,001$
STEAM mokymų organizavimas ir pasirengimas taikyti STEAM metodus	Chi-kvadrato testas (χ^2)	99,458	$p < 0,001$

Tyrimo metu buvo nagrinėjama, kaip mokytojų amžius siejasi su jų pasirengimu taikyti STEAM ugdymo metodus pamokose. Siekiant įvertinti ryšį tarp šių kintamųjų, buvo atlikta Spearmano koreliacijos analizė ir Kruskal-Wallis testas.

Spearmano koreliacijos koeficientas ($r_s = -0,246$, $p < 0,01$) rodo statistiškai reikšmingą neigiamą koreliaciją tarp mokytojų amžiaus ir jų pasirengimo taikyti STEAM metodikas. Tai reiškia, kad vyresni mokytojai dažniau nurodo esantys mažiau pasirengę taikyti STEAM metodus ugdymo procese. Šie rezultatai atitinka ankstesnius tyrimus (pvz., Margot & Kettler, 2019), kuriuose teigiama, kad jaunesni mokytojai dažniau jaučiasi geriau pasirengę taikyti naujus ugdymo metodus dėl didesnio technologinio raštingumo ir lankstesnio požiūrio į ugdymo inovacijas.

Norint išsamiau įvertinti skirtingų amžiaus grupių pasirengimą taikyti STEAM ugdymo metodus, buvo atlikta Kruskal-Wallis analizė. Analizė parodė statistiškai reikšmingą skirtumą tarp skirtingų amžiaus grupių pasirengimo vertinimo ($H = 21,196$, $p < 0,001$). Tai rodo, kad mokytojų pasirengimas taikyti STEAM metodus reikšmingai skiriasi priklausomai nuo jų amžiaus grupės. Rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad jaunesni mokytojai dažniau jaučiasi geriau pasirengę dirbti su STEAM metodais, tuo tarpu vyresni mokytojai gali jausti didesnę poreikį papildomam mokymui ir metodinei pagalbai. Tokia tendencija gali būti siejama su didesniu jaunų pedagogų susipažinimu su naujausiomis švietimo inovacijomis bei technologijų naudojimu ugdyme.

Rezultatai rodo, kad mokytojų amžius yra svarbus veiksnys, lemiantis jų pasirengimą taikyti STEAM ugdymo metodikas. Vyresni pedagogai gali susidurti su didesniais iššūkiais įsisavinant naujus metodus, todėl rekomenduojama daugiau dėmesio skirti jų kvalifikacijos tobulinimui bei tikslingai pagalbai, orientuotai į jų specifinius mokymosi poreikius.



9 pav. Mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus pasiskirstymas pagal amžių

Diagrama iliustruoja mokytojų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodus vertinimą skirtingose amžiaus grupėse (žr. 9 pav.). Pastebima, kad jaunesni mokytojai dažniau nurodo esantys

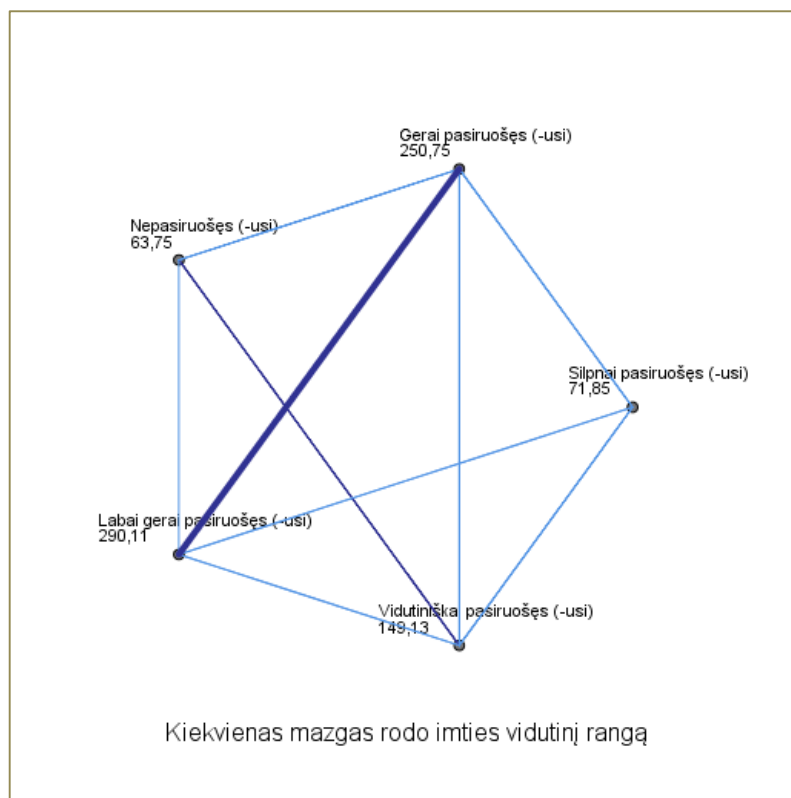
gerai pasiruošę STEAM metodų taikymui, o vyresni pedagogai dažniau vertina savo pasirengimą kaip vidutinį ar silpną. Šie rezultatai sutampa su Spearmano koreliacijos analize, kuri parodė neigiamą ryšį tarp mokytojų amžiaus ir jų pasirengimo vertinimo – didėjant amžiui, pasirengimo STEAM metodų taikymui įsivertinimas mažėja. Pagal pateiktus duomenis vidutiniškai pasirengę yra didžiausia respondentų grupė (151 mokytojas), gerai pasirengę sudaro antrą pagal dydį grupę (96 mokytojai), silpnai pasirengę yra trečioje vietoje (68 mokytojai), o tai rodo, kad dalis mokytojų vis dar jaučiasi nepakankamai pasirengę STEAM metodų taikymui. Nepasiruošusių ir labai gerai pasiruošusių mokytojų skaičius yra mažiausias (atitinkamai 4 ir 18 mokytojų).

Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti, kaip mokytojų pasirengimas taikyti STEAM ugdymo metodus yra susijęs su jų dažnumu šiuos metodus integruoti į savo pamokas. Siekiant įvertinti šių kintamųjų tarpusavio ryšį, buvo atlikta Spearmano koreliacijos analizė, Kruskal-Wallis testas, Chi-kvadrato testas. Išnagrinėtas porinis palyginimas (Pairwise Comparisons).

Spearmano koreliacijos analizės rezultatai parodė statistiškai reikšmingą teigiamą ryšį tarp mokytojų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodus ir jų dažnumo šiuos metodus integruoti į pamokas ($r_s = 0,762$, $p < 0,01$). Tai reiškia, kad kuo labiau mokytojai jaučiasi pasirengę taikyti STEAM metodikas, tuo dažniau jie jas taiko savo pamokose. Šis rezultatas patvirtina ankstesnių tyrimų išvadas (pvz., Margot & Kettler, 2019; Bruzgelevičienė, 2020), kurios pabrėžia mokytojų pasitikėjimą savo kompetencijomis ir skatina aktyvesnę inovatyvių ugdymo metodų naudojimą.

Norint išsamiau įvertinti, ar mokytojų pasirengimas taikyti STEAM metodus reikšmingai skiriasi tarp skirtingų taikymo dažnumo grupių, buvo atlikta Kruskal-Wallis analizė. Rezultatai parodė statistiškai reikšmingus skirtumus tarp skirtingų pasirengimo lygį turinčių mokytojų ($H = 195,963$, $p < 0,001$). Pastebėta, kad mokytojai, kurie nurodė esantys „labai gerai pasiruošę“ ir „gerai pasiruošę“, dažniausiai STEAM metodikas taiko „daugiau nei pusėje pamokų“ arba „per kiekvieną pamoką“. Tuo tarpu „silpnai pasiruošę“ ir „nepasiruošę“ mokytojai STEAM metodikas integruoja rečiau arba jų visai netaiko.

Porinis palyginimas (Pairwise Comparisons) parodė, kad didžiausi skirtumai išryškėjo tarp gerai pasirengusių ir silpnai pasirengusių mokytojų grupių. Diagrama vizualiai atspindi skirtumus tarp skirtingų pasirengimo lygių mokytojų STEAM metodų taikymo dažnumo grupėse (žr. 10 pav.). Diagrama iliustruoja mokytojų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodus ir šių metodų taikymo dažnumo vidutinius rangus. Mazgai rodo skirtingas pasirengimo kategorijas („labai gerai pasiruošę“, „gerai pasiruošę“, „vidutiniškai pasiruošę“, „silpnai pasiruošę“, „nepasiruošę“), o linijos tarp mazgų atspindi porinius skirtumus tarp grupių. Storesnės linijos rodo statistiškai reikšmingus skirtumus tarp pasirengimo lygio ir metodų taikymo dažnumo. Aukštesnis vidutinis rangas rodo dažnesnį STEAM metodų taikymą pamokose.



10 pav. Mokytojų pasiruošimo taikyti STEAM metodus skirtumai pagal jų praktinį taikymą pamokose

Chi-kvadrato testas taip pat parodė reikšmingą ryšį tarp pasiruošimo lygio ir STEAM metodų taikymo dažnumo ($\chi^2 = 366,888$, $df = 16$, $p < 0,001$). Pastebėta tendencija, kad mokytojai, kurie jaučiasi labiau pasiruošę taikyti STEAM ugdymo metodikas, dažniau jas naudoja praktikoje. Tačiau mokytojai, kurie įvertino savo pasiruošimą kaip „vidutinišką“ arba „silpną“, rečiau įtraukia STEAM metodus į ugdymo procesą.

Tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad mokytojų pasiruošimas tiesiogiai koreliuoja su STEAM metodų taikymo dažnumu. Tai rodo, kad mokytojų kvalifikacijos kėlimas šioje srityje gali padėti dažniau ir efektyviau taikyti STEAM metodikas ugdymo procese. Todėl svarbu stiprinti mokytojų kompetencijų ugdymą per specializuotus mokymus, mentorystės programas ir praktines dirbtuves.

Analizuojant respondentų atsakymus apie STEAM kompetencijų taikymą ugdymo procese, buvo atlikta aprašomoji statistinė analizė, įvertinant vidurkius, standartinius nuokrypius bei atsakymų pasiskirstymą. Tyrimo rezultatai atskleidė, kad mokytojai iš esmės teigiamai vertina STEAM kompetencijų taikymą pamokose, tačiau jų integracija į ugdymo procesą vis dar kelia tam tikrų iššūkių.

Analizuojant, kaip mokytojai taiko naujai įgytas STEAM kompetencijas pamokose, gautas vidurkis $M = 4,10$, standartinis nuokrypis $SD = 0,865$. Tai rodo, kad didžioji dalis mokytojų taiko STEAM ugdymo metodikas, tačiau pasiskirstymas atskleidžia, jog ne visi pedagogai jas taiko vienodai aktyviai. 83,7 % respondentų nurodė, kad bent iš dalies taiko STEAM metodus (49,9 % „iš

dalies sutinku“, 33,8 % „visiškai sutinku“), tačiau 16,3 % nėra tikri arba nesutinka su šiuo teiginiu. Šie rezultatai rodo, kad nors STEAM metodikos taikymas yra paplitęs, vis dar egzistuoja veiksniai, kurie trukdo jų efektyvesniam pritaikymui kasdienėje pedagoginėje veikloje.

Vertinant, kaip dažnai mokytojai taiko STEAM metodus, išmokus per kvalifikacijos tobulinimo kursus, nustatyta, kad vidurkis siekia $M = 3,99$, standartinis nuokrypis $SD = 0,953$. Tai rodo, kad mokytojai vidutiniškai dažnai taiko STEAM metodus, tačiau reikšminga dalis (24,3 %) respondentų nėra tikri arba nurodo, kad metodų netaiko reguliariai. Be to, vertinant, ar mokytojams lengva integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą, nustatyta, kad vidurkis siekia $M = 3,86$, standartinis nuokrypis $SD = 0,964$. Pastebėta, kad net 32,6 % respondentų arba nesutinka, arba nėra tikri dėl šio teiginio, kas leidžia daryti prielaidą, jog STEAM metodų taikymas nėra savaime suprantamas ir pedagogams vis dar kyla sunkumų, susijusių su praktiniu šių metodų įgyvendinimu.

STEAM kompetencijų tobulinimas, kaip veiksnys, skatinantis kūrybiškesnį pamokų planavimą, buvo įvertintas vidurkiu $M = 4,19$, standartiniu nuokrypiu $SD = 0,806$. Net 84,3 % respondentų bent iš dalies pritarė šiam teiginiui, kas rodo, jog STEAM metodikos laikomos kūrybiškumą skatinančiu veiksmu. Dar reikšmingesni rezultatai pastebėti vertinant STEAM metodų įtaką mokinių kūrybiškumui ir inovatyviam mąstymui. Šiam aspektui gautas aukščiausias vidurkis $M = 4,31$, standartinis nuokrypis $SD = 0,790$. Beveik 90 % respondentų bent iš dalies sutiko, kad STEAM kompetencijų taikymas ugdymo procese skatina mokinių kūrybiškumą. Šie rezultatai koreliuoja su moksliniais tyrimais, kurie patvirtina, kad STEAM ugdymo metodika ugdo ne tik dalykines, bet ir kūrybiškumo, inovacijų kūrimo kompetencijas (Bybee, 2013; Kelley & Knowles, 2016).

Tyrimo rezultatai parodė, kad mokytojai STEAM kompetencijų tobulinimą suvokia kaip būdą gerinti ugdymo procesą. Vidurkis $M = 4,21$, standartinis nuokrypis $SD = 0,867$ rodo, kad 86 % respondentų nurodo STEAM metodų įtaką ugdymo kokybei. Tai patvirtina, kad STEAM kompetencijų ugdymas nėra suvokiamas kaip formalus reikalavimas, bet kaip realus instrumentas pedagoginio proceso gerinimui.

Analizė atskleidė, kad dauguma mokytojų taiko STEAM metodus ugdymo procese ir teigiamai vertina jų poveikį mokinių kūrybiškumui bei ugdymo proceso kokybei. Tačiau tam tikrose srityse išryškėjo iššūkiai – pavyzdžiui, metodų integravimo lengvumas ir jų taikymo dažnumas vis dar nėra optimalus, o reikšminga dalis pedagogų nesijaučia visiškai užtikrinti dėl savo gebėjimų šioje srityje.

Atlikta aprašomoji ir Spearmano koreliacijos analizė leido įvertinti mokytojų bendrųjų kompetencijų tobulinimo įpročius bei jų sąsajas su STEAM metodų taikymu ugdymo procese. Gauti rezultatai atskleidė, kad mokytojai dažniausiai domisi naujais ugdymo metodais ir aktyviai ieško kvalifikacijos tobulinimo galimybių, tačiau tradiciniai mokymo metodai vis dar yra giliai įsišakniję.

Be to, nustatyti reikšmingi ryšiai tarp mokytojų dalyvavimo kvalifikacijos tobulinimo veiklose ir jų gebėjimo integruoti STEAM metodus pamokose. Analizė parodė, kad mokytojai gana aktyviai dalyvauja mokymuose ir seminaruose, siekdami atnaujinti žinias apie švietimo tendencijas bei mokymo strategijas ($M = 3,89$, $SD = 0,820$). Tačiau 24,3 % respondentų teigia, jog nėra tikri, ar reguliariai atnaujina savo žinias, o 5 % iš dalies nesutinka su šiuo teiginiu. Šis rodiklis rodo, kad nors dauguma pedagogų aktyviai kelia kvalifikaciją, vis dar egzistuoja dalis mokytojų, kuriems ši veikla nėra prioritetinga. Vertinant mokytojų individualų požiūrį į kvalifikacijos tobulinimo galimybes, nustatyta, kad didžioji dalis pedagogų siekia dalyvauti tik jiems tinkamuose kursuose ar seminaruose ($M = 4,22$, $SD = 0,745$). Net 89,9 % respondentų bent iš dalies sutinka su šiuo teiginiu, o tai rodo, kad mokytojai yra selektyvūs rinkdamiesi mokymus ir prioritetą teikia turiniui, kuris tiesiogiai atliepia jų poreikius. Vienas iš reikšmingiausių tyrimo rezultatų parodė, kad mokytojai itin aktyviai domisi naujais ugdymo metodais, priemonėmis ir jas pritaiko praktikoje ($M = 4,38$, $SD = 0,685$). Beveik pusė respondentų (46,9 %) „visiškai sutinka“ su šiuo teiginiu, o kita pusė (46,9 %) „iš dalies sutinka“. Tai patvirtina, kad dauguma pedagogų yra atviri inovacijoms ir aktyviai įtraukia naujas metodikas į savo ugdymo procesą. Tačiau įdomu pastebėti, kad tradiciniai ugdymo metodai vis dar išlaiko tam tikrą svarbą. Respondentai buvo paprašyti įvertinti, ar jie pirmenybę teikia patikrintiems, išbandytiems metodams, o naujovės jiems nėra prioritetas. Vidurkis ($M = 1,78$, $SD = 1,055$) aiškiai rodo, kad dauguma mokytojų nesutinka su šiuo teiginiu – 54,6 % „visiškai nesutinka“, 25,5 % „iš dalies nesutinka“. Tai patvirtina, kad pedagogai linkę eksperimentuoti su naujais metodais ir nėra prisirišę prie tradicinių mokymo būdų.

Atlikta Spearmano koreliacijos analizė leido įvertinti, kaip mokytojų bendrųjų kompetencijų tobulinimas siejasi su STEAM metodų taikymu ugdymo procese. Gauti rezultatai parodė reikšmingus statistinius ryšius tarp įvairių kintamųjų (žr. 14 lentelę).

14 lentelė. *Spearmano koreliacijos tarp STEAM metodų taikymo ir mokytojų kvalifikacijos tobulinimo veiksmų*

Kintamasis	Taikau STEAM kompetencijas	Dažnai taikau STEAM metodus	Lengva integruoti STEAM metodus	STEAM skatina kūrybiškumą	STEAM tobulinimas gerina ugdymą
Dažnai dalyvaujate mokymuose ir seminaruose	0,336**	0,364**	0,338**	0,305**	0,334**
Ieškote tik sau tinkamų kvalifikacijos tobulinimo kursų	0,164**	0,151**	0,119*	0,198**	0,170**
Domitės naujais	0,402**	0,393**	0,397**	0,404**	0,411**

ugdymo metodais ir taikote juos praktikoje					
Pirmenybę teikiate tradiciniams metodams, o ne naujovėms	-0,285**	-0,220**	-0,189**	-0,138*	-0,262**

* $p < 0,05$ (žymėjimas) – reikšmingos koreliacijos 5 % tikimybių lygiu.

** $p < 0,01$ (žymėjimas) – reikšmingos koreliacijos 1 % tikimybių lygiu.

Stipriausias ryšys nustatytas tarp domėjimosi naujais metodais ir STEAM kompetencijų taikymo ($r_s = 0,402$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad mokytojai, aktyviai ieškantys naujų ugdymo metodikų, yra labiau linkę taikyti STEAM metodus. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį į neigiamą koreliaciją tarp tradicinių metodų taikymo ir STEAM metodų naudojimo ($r_s = -0,285$, $p < 0,01$). Tai reiškia, kad mokytojai, kurie labiau pasitiki tradicinėmis pedagogikos praktikomis, rečiau įgyvendina STEAM metodiką.

Tyrimo rezultatai patvirtina, kad mokytojai aktyviai domisi kvalifikacijos kėlimu ir inovatyviais ugdymo metodais, tačiau jų dalyvavimas mokymuose nėra universalus visiems STEAM metodams. Pastebėtas aiškus ryšys tarp domėjimosi naujais ugdymo metodais ir jų praktinio taikymo STEAM kontekste, o tradicinių metodų taikymas dažniausiai yra atvirkščiai proporcingas STEAM naudojimui.

Gauti rezultatai atskleidžia, kad STEAM metodų taikymas glaudžiai susijęs su mokytojų pasirengimu ir nuostatomis dėl naujų ugdymo metodikų. Kadangi didžioji dalis mokytojų išreiškia susidomėjimą inovatyviais mokymo būdais, svarbu užtikrinti, kad kvalifikacijos tobulinimo sistema atlieptų šiuos poreikius ir būtų orientuota į STEAM metodų praktinį pritaikymą.

Siekiant nustatyti veiksnius, darančius įtaką mokytojų STEAM metodų taikymo dažnumui pamokose, buvo atlikta regresinė analizė. Priklausomasis kintamasis – „Kaip dažnai integruojate STEAM ugdymo metodus į savo pamokas?“, o nepriklausomieji kintamieji – įvairūs veiksniai, susiję su mokytojų bendrųjų kompetencijų tobulinimu, bendradarbiavimu su kitais pedagogais ir mokyklos administracijos palaikymu.

Regresinės analizės rezultatai parodė, kad modelis yra statistiškai reikšmingas ($F(15, 321) = 7,097$, $p < 0,001$), o jo determinacijos koeficientas ($R^2 = 0,249$) rodo, kad į modelį įtraukti veiksniai paaiškina 24,9 % mokytojų STEAM metodų taikymo dažnio variacijos. Tai reiškia, kad bendradarbiavimas su kitais pedagogais, administracijos palaikymas ir bendrųjų kompetencijų tobulinimas daro reikšmingą įtaką STEAM metodų taikymui, tačiau egzistuoja ir kiti veiksniai, kurie taip pat gali lemti STEAM metodų integravimą į ugdymo procesą, tačiau jie nebuvo įtraukti į šį modelį.

Statistiškai reikšmingi veiksniai ($p < 0,05$). Bendradarbiavimas su specialistais (pvz., psichologais, socialiniais pedagogais ir kt.) ($\beta = 0,222$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad mokytojai, kurie dažniau bendradarbiauja su specialistais, dažniau taiko STEAM metodus pamokose. Šis rezultatas leidžia manyti, kad tarpdisciplininis bendradarbiavimas padeda lengviau integruoti naujus ugdymo metodus, suteikia platesnį požiūrį į mokymo procesą bei skatina inovatyvių strategijų taikymą.

Tendencingai reikšmingi veiksniai ($p < 0,1$). Lengvumas integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą ($\beta = 0,151$, $p > 0,05$). Nors šis veiksnys nesiekia 5 % statistinio reikšmingumo lygio, jis rodo, kad mokytojams, kurie lengviau įtraukia STEAM metodikas į savo pamokas, tai tampa dažnesne praktika. Ši tendencija rodo, kad mokytojams svarbu suteikti papildomų metodinių priemonių ir resursų, kurie padėtų lengviau įgyvendinti STEAM ugdymą. Dažnas STEAM metodų taikymas po kursų ($\beta = 0,146$, $p > 0,05$). Tai rodo, kad mokytojai, kurie dažniau praktikuoja STEAM metodus po dalyvavimo mokymuose, juos dažniau taiko ir savo pamokose. Tačiau šis ryšys nėra itin stiprus, kas leidžia manyti, kad vien tik dalyvavimas kursuose nebūtinai garantuoja nuoseklų STEAM metodų taikymą praktikoje.

Statistiškai nereikšmingi veiksniai ($p > 0,1$): bendradarbiavimas su administracija ($\beta = 0,003$, $p > 0,05$); bendradarbiavimas su kolegomis iš kitų dalykų ($\beta = 0,147$, $p > 0,05$); mokyklos administracijos organizuojamos kompetencijų tobulinimo veiklos ($\beta = 0,022$, $p > 0,05$), neturėjo statistiškai reikšmingos įtakos STEAM metodų taikymo dažnumui. Tai gali reikšti, kad administracinė pagalba ar bendradarbiavimas su kolegomis netiesiogiai veikia STEAM metodų diegimą, tačiau šie veiksniai patys savaime nėra lemiami.

Regresinės analizės rezultatai rodo, kad STEAM metodų taikymo dažnis labiausiai priklauso nuo mokytojų bendradarbiavimo su specialistais ir jų gebėjimo lengvai integruoti šias metodikas. Administracijos palaikymas tobulinant bendrąsias kompetencijas ir bendradarbiavimas su kolegomis tiesiogiai nelemia STEAM metodų diegimo, tačiau gali veikti netiesiogiai, jei yra tinkamai organizuojamas.

Tyrimo rezultatai atskleidė, kad mokytojai vertina bendradarbiavimą su kolegomis kaip svarbų profesinio tobulėjimo veiksnį, tačiau administracijos vaidmuo, nors ir reikšmingas, nėra taip stipriai susijęs su STEAM metodų taikymo dažnumu.

Analizuojant mokytojų atsakymus apie bendradarbiavimą su skirtingais švietimo bendruomenės nariais, nustatyta, kad mokytojai dažniausiai bendradarbiauja su savo dalyko mokytojais ($M = 4,53$) ir kitų dalykų mokytojais ($M = 4,47$). Tuo tarpu bendradarbiavimas su administracija ($M = 3,95$) ir specialistais ($M = 3,89$) yra vertinamas kiek silpniau (žr. 15 lentelę). Tai rodo, kad profesinis dialogas tarp mokytojų yra pagrindinis veiksnys, padedantis integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą.

15 lentelė. Mokytojų bendradarbiavimo vertinimas

Bendradarbiavimo aspektas	Vidurkis (M)	Standartinis nuokrypis (SD)	Mediana
Su savo dalyko mokytojais	4,53	0,715	5,00
Su ne savo dalyko mokytojais	4,47	0,711	5,00
Su kolegomis iš panašių sričių	4,29	0,751	4,00
Su administracija	3,95	0,901	4,00
Su specialistais (psichologais, socialiniais pedagogais ir kt.)	3,89	0,943	4,00

Atlikus Spearmano koreliacijos analizę, buvo nustatyta, kad egzistuoja statistiškai reikšmingi ryšiai tarp bendradarbiavimo su kolegomis ir STEAM metodų taikymo ($p < 0,001$). Stipriausia koreliacija nustatyta su bendradarbiavimu su savo dalyko mokytojais ($r_s = 0,353$) ir kitų dalykų mokytojais ($r_s = 0,376$), kas rodo, kad mokytojai, dažniau besidalinantys idėjomis ir metodais su kolegomis, taip pat dažniau taiko STEAM metodus ugdymo procese (žr. 16 lentelę).

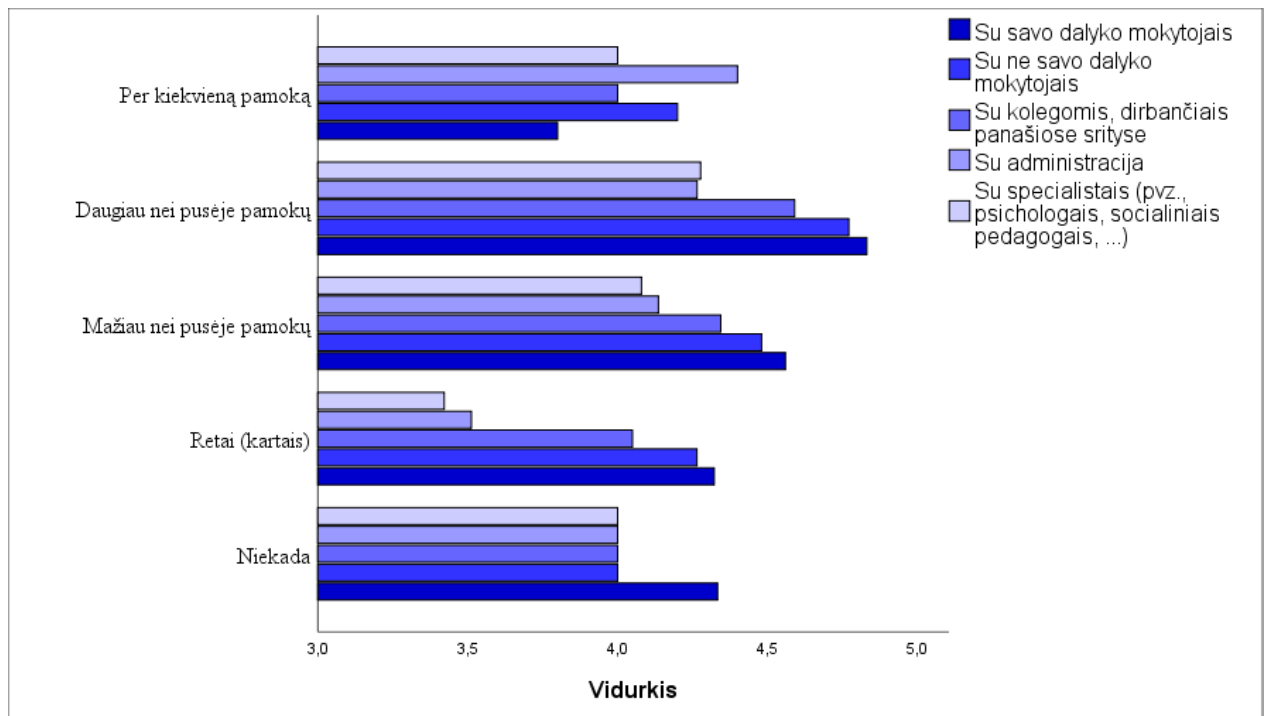
16 lentelė. Spearmano koreliacija tarp bendradarbiavimo ir STEAM metodų taikymo

Kintamieji	Koreliacijos koeficientas (r_s)	p reikšmė
Su savo dalyko mokytojais	0,353	$p < 0,001$
Su ne savo dalyko mokytojais	0,376	$p < 0,001$
Su kolegomis, dirbančiais panašiose srityse	0,319	$p < 0,001$
Su administracija	0,336	$p < 0,001$
Su specialistais (psichologais, socialiniais pedagogais ir kt.)	0,333	$p < 0,001$

Nors bendradarbiavimas su administracija ir specialistais taip pat yra reikšmingas, jų koreliacijos koeficientai yra kiek silpnesni ($r_s = 0,336$ ir $r_s = 0,333$). Tai leidžia daryti prielaidą, kad administracijos ir specialistų parama gali būti svarbi, tačiau ji nėra pagrindinis veiksnys, skatinantis mokytojus taikyti STEAM metodikas.

Siekiant išryškinti, kaip mokytojų bendradarbiavimo intensyvumas siejasi su STEAM metodų taikymo dažnumu, 11 paveiksle pateikiama vizualizacija, atskleidžianti, kurios bendradarbiavimo formos labiausiai siejasi su šių metodų įgyvendinimu.

Kruskal-Wallis analizė parodė reikšmingus skirtumus tarp mokytojų grupių pagal jų bendradarbiavimo su administracija ir specialistais intensyvumą. Rezultatai atskleidė, kad mokytojai, dažniau bendradarbiaujantys su administracija, taip pat dažniau taiko STEAM metodus ugdymo procese ($H = 46,450$, $p < 0,001$). Panašūs rezultatai gauti vertinant bendradarbiavimą su švietimo specialistais, tokiais kaip psichologai ar socialiniai pedagogai ($H = 49,245$, $p < 0,001$). Tai leidžia daryti prielaidą, kad administracijos palaikymas bei tarpdisciplininis bendradarbiavimas gali būti reikšmingi veiksniai, skatinantys STEAM metodikų diegimą.



11 pav. Bendradarbiavimo su kolegomis įtaka STEAM metodų taikymo dažnumui

Apibendrinant galima teigti, kad mokytojai, kurie dažniau bendradarbiauja su kolegomis bei gauna paramą iš administracijos ar specialistų, yra labiau linkę taikyti STEAM metodus ugdymo procese. Tai pabrėžia kolektyvinio darbo ir institucinio palaikymo svarbą įgyvendinant švietimo inovacijas.

Tyrimo metu buvo siekiama išsiaiškinti mokytojų požiūrį į kompetencijų tobulinimą, įvertinti, kokią įtaką šis procesas turi jų ugdymo praktikai, bei nustatyti dažniausiai pasitaikančius iššūkius. Analizei buvo taikyta aprašomoji statistika, Spearmano koreliacijos analizė, Kruskal-Wallis ir Chi-kvadrato testai.

Mokytojai išreiškė teigiamą požiūrį į kompetencijų tobulinimą: vidutinis teiginio „Dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo kursuose ar seminaruose lemia pokyčius mano ugdymo praktikoje“ įvertinimas buvo 4,12 (SD = 0,768), o teiginio „Siekiu nuolat tobulėti ir kelti savo pedagogines kompetencijas“ – 4,36 (SD = 0,712). Tai rodo, kad didžioji dalis respondentų mano, jog dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo kursuose yra reikšmingas jų profesiniam augimui.

Tačiau kai kurie mokytojai išreiškė skeptišką požiūrį – vidutinis įvertinimas teiginiui „Kompetencijų tobulinimas yra formalus reikalavimas, kuris neduoda realios naudos kasdienėje veikloje“ buvo 1,85 (SD = 1,088), o teiginio „Kompetencijų tobulinimas nėra būtinas mano mokymo efektyvumui“ – 1,88 (SD = 1,099). Tai reiškia, kad didžioji dalis mokytojų nemano, jog kompetencijų tobulinimas yra tik formalumas ar nereikalingas procesas.

Spearmano koreliacijos analizė parodė reikšmingą teigiamą ryšį tarp mokytojų siekio tobulinti kompetencijas ir jų įsitikinimo, kad dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo kursuose daro įtaką

ugdymo praktikai ($r_s = 0,643$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad kuo didesnę dėmesį mokytojai skiria savo profesiniam tobulėjimui, tuo labiau jie vertina mokymų naudą.

Norint įvertinti, ar skirtingos mokytojų grupės skirtingai vertina kompetencijų tobulinimą, buvo atliktas Kruskal-Wallis testas. Nors buvo pastebėti tam tikri vertinimų skirtumai tarp grupių, reikšmingo skirtumo nenustatyta ($H = 6,257$, $p > 0,05$). Tai reiškia, kad mokytojų nuostatos dėl kompetencijų tobulinimo yra gana vienodos, nepriklausomai nuo jų patirties ar darbo stažo.

Chi-kvadrato testas atskleidė, kad egzistuoja statistiškai reikšminga priklausomybė tarp valandų, praleistų tobulinant kompetencijas, ir įsitikinimo, kad mokymai daro poveikį ugdymo praktikai ($\chi^2 = 324,399$, $df = 100$, $p < 0,001$). Tai rodo, kad kuo daugiau valandų mokytojai praleidžia mokymuose, tuo labiau jie linkę matyti jų naudą praktikoje.

Tyrimo rezultatai patvirtina, kad didžioji dalis mokytojų mano, jog kompetencijų tobulinimas yra būtinas ir daro teigiamą įtaką jų ugdymo praktikai. Stipriausias ryšys nustatytas tarp siekio nuolat tobulėti ir mokymų naudingumo vertinimo. Nors tarp skirtingų mokytojų grupių nebuvo reikšmingų skirtumų jų požiūryje į kompetencijų tobulinimą, chi-kvadrato analizė parodė, kad ilgesnė mokymosi patirtis siejama su teigiamu mokymų poveikio suvokimu. Tai rodo, kad norint didinti mokytojų įsitraukimą į kompetencijų tobulinimą, svarbu užtikrinti ne tik jų dalyvavimą, bet ir kursų kokybę bei praktinį pritaikomumą.

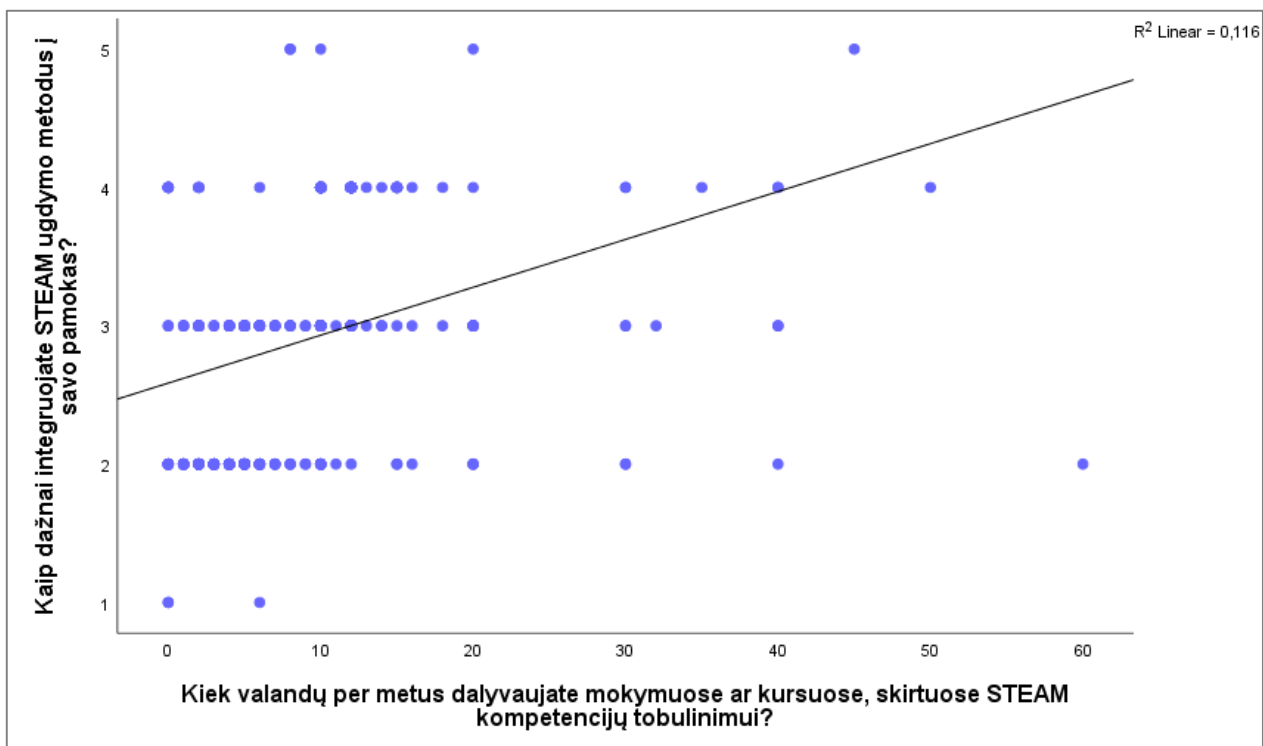
Tyrimo metu buvo siekiama nustatyti, kaip mokytojų dalyvavimo STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose trukmė prognozuoja STEAM metodų taikymo dažnumą pamokose.

Regresinės analizės rezultatai parodė, kad modelis yra statistiškai reikšmingas ($F = 43,806$, $p < 0,001$), o nepriklausomasis kintamasis („Kiek valandų per metus dalyvaujate mokymuose ar kursuose, skirtuose STEAM kompetencijų tobulinimui?“) paaiškina 11,6 % STEAM metodų taikymo dažnumo variacijos ($R^2 = 0,116$). Tai rodo, kad nors egzistuoja reikšmingas ryšys tarp mokymų trukmės ir metodų taikymo, yra ir kitų veiksnių, darančių įtaką STEAM metodų naudojimui ugdymo procese.

Regresijos koeficientų analizė atskleidė, kad mokymų valandų skaičius reikšmingai prognozuoja STEAM metodų taikymo dažnumą ($\beta = 0,340$, $p < 0,001$). Standartizuotas beta koeficientas (β) rodo, kad mokymų trukmė turi vidutinį poveikį STEAM metodų taikymui.

Regresinės analizės rezultatai patvirtina, kad mokytojų dalyvavimas STEAM mokymuose turi statistiškai reikšmingą, nors ir vidutinio stiprumo poveikį STEAM metodų naudojimui ugdymo procese. Tyrimo duomenys dera su Margot & Kettler (2019) išvadomis, kuriose akcentuojamas mokytojų profesinis tobulėjimas kaip būtina prielaida norint sėkmingiau diegti inovatyvius ugdymo metodus. Siekiant stiprinti šį poveikį, būtina skatinti ilgesnės trukmės ir praktinio pobūdžio STEAM mokymus.

Pateiktoje sklaidos diagramoje (žr. 12 pav.) pavaizduotas ryšys tarp mokytojų dalyvavimo STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose (horizontali ašis) ir STEAM metodų taikymo dažnumo pamokose (vertikali ašis) leidžia išskirti kelias svarbias tendencijas.



12 pav. STEAM kompetencijų tobulinimo kursų trukmės ryšys su STEAM metodų taikymo dažniu pamokose

Duomenų pasiskirstymas rodo, kad dauguma mokytojų dalyvauja STEAM mokymuose mažiau nei 20 valandų per metus. Pastebima, kad dalis respondentų visai nedalyvauja STEAM mokymuose, o jų taikymo dažnumas dažniausiai apsiriboja „retai (kartais)“ arba „niekada“. Tuo tarpu mokytojai, dalyvaujantys ilgesnėse STEAM kvalifikacijos tobulinimo programose, dažniau integruoja STEAM metodus pamokose, kas leidžia manyti, jog didesnis mokymų kiekis siejasi su dažnesniu šių metodų taikymu. Diagramos duomenys taip pat patvirtina regresinės analizės rezultatus, kurie rodo statistškai reikšmingą, bet vidutinio stiprumo ryšį tarp šių kintamųjų. Nors didesnis mokymų valandų skaičius iš esmės koreliuoja su dažnesniu STEAM metodų taikymu, aiškiai matyti didelė dispersija – kai kurie mokytojai, nors ir dalyvavo mokymuose, vis tiek STEAM metodus taiko retai. Didelė dispersija rodo, kad nors tarp mokymų valandų skaičiaus ir STEAM metodų taikymo dažnumo yra ryšys, jis nėra visiškai tiesioginis – galima daryti išvadą, kad kiti veiksniai (pvz., motyvacija, mokyklos palaikymas, patirtis) taip pat turi įtakos. Be to, kai kurie mokytojai gali turėti ilgametę patirtį, leidžiančią jiems sėkmingai taikyti STEAM metodus nepriklausomai nuo naujausių mokymų.

Spearmano koreliacijos analizė atskleidė statistškai reikšmingus ryšius tarp mokymuose dalyvavimo valandų skaičiaus ir įvairių STEAM metodų taikymo aspektų:

- Mokytojų dalyvavimo mokymuose ir STEAM metodų taikymo dažnumo koreliacija ($r_s = 0,496$, $p < 0,01$) rodo, kad daugiau valandų mokymuose praleidę mokytojai dažniau integruoja STEAM metodus į savo pamokas.
- Mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus ir mokymuose dalyvavimo ryšys ($r_s = 0,437$, $p < 0,01$) patvirtina, kad aktyviau dalyvaujantys STEAM mokymuose mokytojai jaučiasi geriau pasirengę taikyti šiuos metodus ugdymo procese.
- STEAM kompetencijų taikymo ir dalyvavimo mokymuose ryšys ($r_s = 0,569$, $p < 0,01$) rodo, kad mokytojai, kurie daugiau dalyvauja STEAM mokymuose, dažniau taiko naujai įgytas kompetencijas savo pamokose.
- STEAM metodų integravimo lengvumo ir dalyvavimo kursuose koreliacija ($r_s = 0,474$, $p < 0,01$) rodo, kad mokytojai, kurie daugiau valandų skiria STEAM mokymams, dažniau jaučiasi užtikrinti, kad gali sklandžiai integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą.

Šie rezultatai patvirtina prielaidą, kad didesnis dalyvavimas STEAM mokymuose teigiamai veikia STEAM metodų diegimą ugdymo procese.

Chi-kvadrato testu buvo siekiama nustatyti, ar mokymuose praleidžiamas laikas statistiškai reikšmingai susijęs su STEAM metodų taikymo dažnumu:

Chi-kvadrato vertė ($\chi^2 = 214,766$, $df = 4$, $p < 0,001$) rodo reikšmingą ryšį tarp mokymų valandų ir STEAM metodų taikymo dažnumo. Kitaip tariant, mokytojų grupės, kurios skyrė daugiau laiko STEAM mokymams, dažniau taikė STEAM metodus savo pamokose.

Tyrimo rezultatai atskleidžia, kad dalyvavimas STEAM mokymuose yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių STEAM metodų taikymo dažnumą ugdymo procese. Mokytojai, skyrę daugiau nei 9 valandas per metus STEAM mokymams, dažniau ir užtikrinčiau taiko STEAM metodus, kas patvirtina išsikeltą hipotezę.

3.4. Mokslinė diskusija

Atliktas tyrimas patvirtino, kad mokytojų kompetencijų tobulinimas yra esminis veiksnys, lemiantis STEAM metodų diegimo sėkmę ugdymo procese (Andreotti & Frans, 2019; Breda et al., 2023; Petronienė & Šatienė, 2022; Brandišauskienė ir kt., 2021). Rezultatai atskleidė, kad mokytojai, dalyvaujantys kvalifikacijos tobulinimo kursuose, dažniau ir efektyviau taiko STEAM ugdymo metodus. Administracijos palaikymas ir tarpdisciplininis bendradarbiavimas teigiamai koreliuoja su STEAM metodų integracija (Tsybulsky & Muchnik-Rozanov, 2019; Kim, 2022; Veldman et al., 2024). Tyrimo rezultatai atitinka ankstesnius tyrimus (Margot & Kettler, 2019), kuriuose mokytojų profesinis tobulėjimas įvardijamas kaip svarbi sąlyga sėkmingam inovatyvių ugdymo metodų diegimui.

Dalis respondentų nurodė, kad STEAM ugdymo kompetencijų tobulinimui per metus skiria ne daugiau kaip 10 valandų, tyrimu patvirtinta, kad ir ribotas dalyvavimas mokymuose yra susijęs su dažnesniu STEAM metodų taikymu ugdymo procese. Respondentai, kurie per metus skyrė daugiau nei 9 valandas STEAM mokymams, šiuos metodus taikė dažniau ir užtikrinčiau. Tai patvirtina iškeltą hipotezę, jog didesnės mokymų apimtys koreliuoja su aukštesniu pasirengimu taikyti STEAM ugdymo metodus. Šie rezultatai atitinka ankstesnius Margot ir Kettler (2019) tyrimus, kuriuose taip pat nustatyta, kad mokytojų profesinis tobulėjimas yra vienas svarbiausių inovatyvių metodų diegimo veiksmų.

Tyrimo rezultatai rodo, kad STEAM metodų taikymą lemia ne geografinė padėtis, o individuali mokytojų patirtis, mokyklos vidinė politika ir kvalifikacijos tobulinimo programos. Pastebėta, kad privačiose mokyklose STEAM ugdymo metodai taikomi dažniau nei valstybinėse, kas gali būti siejama su didesniu resursų prieinamumu ir strateginiu dėmesiu inovatyviam ugdymui. Tačiau apklaustų privačių mokyklų mokytojų skaičius buvo ribotas, todėl šie rezultatai negali būti visiškai apibendrinami visos šalies mastu.

Tyrimas atskleidė, kad mokytojų amžius gali būti reikšmingas veiksnys taikant STEAM metodus. Vyresni mokytojai nurodė, kad susiduria su didesniais iššūkiais įsisavinant naujus metodus, o jaunesni mokytojai buvo labiau linkę taikyti STEAM metodus kasdieniame darbe. Tai atitinka Ortiz-Revilla et al. (2023) tyrimo išvadas, kuriose nustatyta, kad vyresni mokytojai dažniau susiduria su sunkumais taikant inovatyvius metodus dėl ribotų skaitmeninių kompetencijų ir įsitvirtinusių tradicinių mokymo praktikų. Šie rezultatai rodo, kad vyresniems pedagogams gali būti tikslinga skirti daugiau pagalbos ir specializuotų kvalifikacijos tobulinimo galimybių.

Tyrimas taip pat parodė, kad skaitmeninės kompetencijos daro reikšmingą įtaką STEAM metodų taikymui. Mokytojai, kurie nurodė jaučiantys skaitmeninių įgūdžių stoką, dažniau vertino savo pasirengimą kaip nepakankamą. Tai atitinka Machado et al. (2022) tyrimo išvadas, kuriose pabrėžiama, kad skaitmeninių kompetencijų ugdymas yra būtinas sėkmingam STEAM metodų diegimui. Tačiau kitų kompetencijų (pvz., komunikacinių ar analitinių) reikšmingos įtakos STEAM metodų taikymui nenustatyta.

Pastebėta, kad mokytojai, kurie aktyviai dalyvauja STEAM mokymuose, rečiau susiduria su administracijos palaikymo stoka ar informacijos apie kursus trūkumu. Tai rodo, kad didesnis mokytojų įsitraukimas į profesinio tobulėjimo veiklas gali padėti įveikti išorinius iššūkius, susijusius su metodų taikymu. Šie duomenys atitinka Šlekienės (2018) tyrimo rezultatus, kuriuose nustatyta, kad mokytojų įsitraukimas į STEAM centrų veiklą glaudžiai susijęs su jų pasirengimu ir metodų taikymo dažnumu.

Tyrimas atskleidė, kad tradicinių mokymo metodų taikymas neigiamai koreliuoja su STEAM metodų integracija ($r_s = -0,285$, $p < 0,01$). Tai rodo, kad mokytojai, kurie dažniau taiko tradicinius

ugdymo metodus, rečiau naudoja STEAM metodus. Šie duomenys atitinka Monkevičienės ir kt. (2020) išvadas, kuriose nustatyta, kad tradicinės mokymo praktikos gali būti kliūtis diegiant inovatyvius metodus. Tačiau rezultatai rodo, kad net ir tradicinių metodų šalininkai, dalyvaujantys STEAM mokymuose, dažniau imasi taikyti naujas ugdymo strategijas.

Apibendrinant, tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad mokytojų pasirengimas tiesiogiai koreliuoja su STEAM metodų taikymo dažnumu. Mokytojai STEAM kompetencijų tobulinimą suvokia ne kaip formalų reikalavimą, bet kaip priemonę ugdymo proceso gerinimui. Mokytojai, kurie dažniau bendradarbiauja su kolegomis ir sulaukia administracijos ar specialistų paramos, yra labiau linkę taikyti STEAM ugdymo metodus, o tai pabrėžia kolektyvinio darbo ir institucinio palaikymo svarbą. Be to, švietimo sistemose, kuriose STEAM ugdymas yra prioritetas, didžiausią įtaką sėkmingam jo įgyvendinimui daro tikslingas mokytojų rengimas ir metodinė pagalba (Bybee, 2010; Kelley & Knowles, 2016). Suomijoje ir JAV, kur STEAM ugdymas yra gerai išvystytas, vis dar kyla iššūkių dėl pedagogų pasirengimo ir išteklių trūkumo, o tai iš dalies atspindi ir Lietuvos situaciją.

Šie rezultatai patvirtina, kad profesinis mokytojų tobulėjimas ir institucinis palaikymas yra lemiami veiksniai, siekiant sėkmingai įgyvendinti STEAM metodus ugdymo procese.

Būsimiems tyrimams rekomenduojama išplėsti imtį, įtraukiant daugiau privačių ir valstybinių mokyklų, siekiant užtikrinti reprezentatyvesnius duomenis ir tiksliau įvertinti skirtingų mokyklų ypatumus. Taip pat tikslinga analizuoti ilgalaikį mokytojų dalyvavimo STEAM mokymuose poveikį jų kompetencijoms ir ugdymo proceso rezultatams, siekiant nustatyti, kaip įgytos žinios ir įgūdžiai atsispindi praktikoje. Rekomenduojama detaliau tirti administracijos vaidmenį, nagrinėjant, kaip skirtingų mokyklų vadovų politika, resursai ir palaikymas lemia STEAM metodų integraciją. Svarbu išsamiau analizuoti skaitmeninių kompetencijų ugdymą, įvertinant, kaip šie įgūdžiai koreliuoja su STEAM metodų taikymo dažnumu ir kokybe. Be to, ateities tyrimuose vertėtų papildyti kiekybinius duomenis kokybinėmis įžvalgomis, pavyzdžiui, interviu su mokytojais ar stebėjimais, siekiant giliau suprasti STEAM metodų taikymo iššūkius ir galimybes.

IŠVADOS

1. STEAM ugdymas remiasi tarpdalykinių sričių integracija, kuris padeda ugdyti mokinių kūrybiškumą, kritinį mąstymą, praktinius įgūdžius bei socialinius ir emocinius gebėjimus, būtinus šiuolaikinei darbo rinkai. Kiekvienas šio ugdymo komponentas prisideda prie mokinių pasirengimo spręsti realaus pasaulio problemas ir adaptuotis prie nuolat kintančių iššūkių. Atsižvelgiant į tai, kad mokytojų kompetencijų tobulinimas yra svarbus sėkmingam STEAM ugdymo diegimui, būtina nuolat investuoti į mokytojų profesinį tobulėjimą ir tobulinti tarpdalykinę integraciją. Tik tokiu būdu galima užtikrinti, kad STEAM ugdymas atitiks šiuolaikinio švietimo poreikius ir bus veiksmingai taikomas, siekiant pasirengti ateities iššūkiams tiek akademinėje, tiek profesinėje veikloje.
2. Mokytojų kompetencijų tobulinimo organizavimas yra pagrindinis veiksnys, užtikrinantis kokybišką ir efektyvų STEAM ugdymo įgyvendinimą. Siekiant pasiekti šį tikslą, būtina sukurti tinkamas struktūras ir procesus, kurie skatintų nuolatinį mokytojų profesinį augimą. Kompetencijų tobulinimas turi būti pagrįstas refleksija, bendradarbiavimu ir mentoryste, kad pedagogai galėtų efektyviai integruoti technologijas ir taikyti kūrybiškus bei tarpdalykinius metodus. Nepaisant to, organizuojant mokytojų kompetencijų tobulinimą, iškyla tokių kliūčių kaip laiko trūkumas, pasipriešinimas naujovėms ir nepakankama parama. Veiksmingam ir nuolatiniam kompetencijų augimui užtikrinti būtina kurti ir taikyti strategijas, sprendžiančias šiuos iššūkius.
3. Tyrimas patvirtino hipotezę, kad mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, lyginant su tais, kurie tokiuose mokymuose nedalyvavo arba dalyvavo mažiau. Rezultatai rodo, kad intensyvesnis dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo veiklose tiesiogiai veikia mokytojų gebėjimą taikyti šiuolaikinius ugdymo metodus. Norint užtikrinti efektyvesnę STEAM ugdymo metodų diegimą, būtina orientuotis į praktinius mokymus, kurie skatintų mokytojus kurti, eksperimentuoti ir integruoti technologijas į ugdymo procesą. Seminaruose mokytojai turėtų galėti išbandyti naujas metodikas, diskutuoti apie jų taikymą ir dalytis įžvalgomis su kolegomis, stiprinant pasitikėjimą ir kompetencijas. Tarpdalykinis bendradarbiavimas, organizuojant bendrus metodinius susitikimus ir seminarus, būtinas, kad mokytojai galėtų keistis patirtimi ir prisitaikyti prie įvairių disciplinų poreikių. Efektyvus bendradarbiavimas ne tik sustiprina mokytojų įgūdžius, bet ir prisideda prie holistinio požiūrio į ugdymą, būtino šiuolaikinei švietimo sistemai. Mokytojų pasitikėjimas savo gebėjimais, įgytas dalyvaujant tobulinimo kursuose, užtikrina, kad STEAM ugdymo metodų taikymas taps efektyvesnis ir prisidės prie šiuolaikinių ugdymo tikslų įgyvendinimo, ypač ugdant mokinių kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir gebėjimą spręsti kompleksines problemas.

REKOMENDACIJOS

Mokytojams rekomenduojama daugiau dėmesio skirti praktiniams mokymams, skaitmeninių įgūdžių tobulinimui ir tarpdalykiniam bendradarbiavimui. Organizuojant praktinius seminarus mokytojai išbandytų STEAM ugdymo metodikas, aptartų jų taikymo patirtį su kolegomis. Tai padėtų lengviau integruoti STEAM ugdymo metodus ir sustiprintų mokytojų pasitikėjimą savo gebėjimais. Svarbu skatinti struktūrizuotą tarpdisciplininį bendradarbiavimą – siūloma organizuoti reguliarius metodinius susitikimus, kuriuose dalyvautų skirtingų dalykų mokytojai, siekiant dalytis patirtimi ir tobulinti mokymo metodus. Siekiant sustiprinti mokytojų pasirengimą taikyti STEAM ugdymo metodus, rekomenduojama organizuoti tikslinius mokymus, skirtus skaitmeninių kompetencijų ugdymui.

Mokyklų administracijai rekomenduojama stiprinti administracinį palaikymą ir didinti išteklių prieinamumą. Administracinio palaikymo stiprinimas apima mokyklų vadovybės įsipareigojimą skatinti STEAM ugdymo metodų taikymą, užtikrinant pedagogams galimybę dalyvauti mokymuose darbo valandomis ir suteikiant reikiamas metodines priemones. Rekomenduojama sudaryti aiškų finansavimo modelį, kuris leistų kompensuoti mokymų išlaidas ir užtikrintų reguliary dalyvavimą kvalifikacijos tobulinimo veiklose. Svarbu įdiegti struktūrizuotą mokytojų bendradarbiavimo sistemą, pvz., organizuoti tarpdisciplinines darbo grupes ir numatyti laiką jų veiklai. Tokios priemonės padėtų ne tik didinti STEAM metodų taikymo efektyvumą, bet ir skatintų inovatyvius mokymo sprendimus.

Švietimo, mokslo ir sporto ministerijai rekomenduojama daugiau dėmesio skirti kvalifikacijos tobulinimo modeliams ir ilgalaikiams stebėjimams. Rekomenduojama sukurti nuoseklų STEAM kvalifikacijos tobulinimo modelį, kuris apimtų tiek teorinius, tiek praktinius mokymus, ir užtikrintų ilgalaikį poveikį. Svarbu įdiegti stebėsenos sistemą, kuri leistų įvertinti kvalifikacijos tobulinimo veiklų poveikį mokytojų pasirengimui ir STEAM metodų taikymo efektyvumui.

Įgyvendinus šias rekomendacijas būtų galima padidinti mokytojų pasirengimą taikyti STEAM metodikas, pagerinti mokymosi išteklių prieinamumą ir sustiprinti administracijos palaikymą, o tai leistų veiksmingiau integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą.

ŠALTINIAI IR LITERATŪRA

1. Aikos. (2019). Terminas „mokykla“. Prieiga per internetą: <https://www.aikos.smm.lt/Puslapiai/Savokos-ir-teminiai.aspx>.
2. Anđić, D., Vidas, K. (2021). Research approach as modern teaching or a mere deviation from traditional teaching? *Teachers' opinions on the research approach in teaching the subject nature and society*. EBSCOhost.
3. Andreotti, E., Frans, R. (2019). The connection between physics, engineering and music as an example of STEAM education. IOPscience. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab246a>.
4. Ateities ekonomikos DNR. (2020). 2021–2030 m. investicijų poreikio į švietimo sistemą žemėlapis. https://smsm.lrv.lt/uploads/smsm/documents/files/veikla/es_investicijos/Aktualizuotas%20svietimo%20zemelapis_2020%2008%2024.pdf.
5. Bakonis, E., ir kt. (2013). *Kritinio mąstymo ugdymo metodinė medžiaga (vadovas) neformaliojo ugdymo specialistams, klasių auklėtojams*. Vilnius: VšĮ Šiuolaikinių didaktikų centras. http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/ESFproduktai/2013_KM_ugdymo_Vadovas_neformaliojo_ugdymo_specialistams_ir_klasiu_aukletejams.pdf.
6. Beers, S. Z. (2011). *21st century skills: Preparing students for their future*. National Middle School Association.
7. Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
8. Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. *NSTA Press*
9. Bitinas, B. (2000). *Ugdymo filosofija*. Vilnius: Enciklopedija.
10. Bitinas, B. (2013). *Rinktiniai edukologiniai raštai: t. 1, Ugdymo filosofija. Ugdymo idėjos ir problemos*. Vilnius: Edukologija.
11. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
12. Brandišauskienė, A., Mičiulienė, R. ir Petruškevičiūtė, A. (2021). *Pedagogų profesinio tobulinimo(si) modelis*. Vilnius: Vytauto Didžiojo universitetas, Švietimo akademija.
13. Breda, A., Garcia, V., Santos, N. (2023). Teachers' perceptions of STEAM education. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 6(4), 700–719. <https://doi.org/10.46328/ijte.563>.

14. Bruzgelevičienė R. (2020). *Ugdymo turinio kūrimas mokyklos lygmeniu: galimybės ir iššūkiai*. Vilnius: Nacionalinė švietimo agentūra. Prieiga per internetą: [ugdymo-turinio-kurimas-mokykliniu-lygmeniu-ramute-bruzgeleviciene.pdf \(lr.v.lt\)](https://www.nsa.lt/ugdymo-turinio-kurimas-mokykliniu-lygmeniu-ramute-bruzgeleviciene.pdf).
15. Capgemini Consulting. (2015). *The European foundational ICT body of knowledge*. Ernst & Young. Capgemini Consulting.
16. Chen, C. H., & Yong, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71–81. doi: 10.1016/j.edurev.2018.11.001.
17. Chen, S., Geesa, R. L., Izci, B., & Song, H. (2022). Investigating Preservice Teachers' Science and Mathematics Teaching Efficacy, Challenges, and Support. *The Teacher Educator*, 57(3), 304–324. doi: 10.1080/08878730.2021.2007560.
18. 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>.
19. Cibulskaitė, N. (2024). Primary school teachers' self-efficacy and difficulties in implementing STEAM education. *International Journal of Academic Studies in Technology and Education*, 2(2), 169–186. <https://doi.org/10.55549/ijaste.59>.
20. Cibulskaitė, N., & Augustinovič, A. (2020). STEM education in Lithuania: Theoretical insights and practical implementation. *EDULEARN20 Proceedings*, 5769–5779. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.1505>.
21. Cibulskaitė, N., ir Kurienė, A. (2015). Būsimųjų gamtos mokslų ir matematikos mokytojų integracinių ryšių taikymo gebėjimų ugdymas(is). *Pedagogika*, 117(1), 133–142.
22. Colucci-Gray, L., Trowsdale, J., Cooke, C. F., Davies, R., Burnard, P., & Gray, D. S. (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: How can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic, and inclusive form of education? *British Educational Research Association*.
23. 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/s40561-020-00114-4>.
24. Costa, A. L., & Garmston, R. J. (2015). *Cognitive coaching: A foundation for renaissance schools*. Corwin Press.
25. Čiužas, R. (2013). *Mokytojo kompetencijos. Profesinio meistriškumo siekis: mokslo monografija*. Vilnius: Edukologija.

26. Darling-Hammond, L., & Richardson, N. (2009). Teacher learning: What matters? *Educational Leadership*, 66(5), 46-53.
27. Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
28. Dede, C. (2006). Online professional development by and for educators. *Harvard Education Press*.
29. *Dėl Mokytojų ir pagalbos mokiniui specialistų kompetencijų aprašo patvirtinimo*. 2023/Nr. V-1499. TAR. Žiūrėta 2024 m. lapkričio 7 d. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/e8d855a08d6111eea791d94269904d9b?jfwid=-1l7zm5mf0>.
30. Delgado-Rodriguez, S., Dominguez, S. C., & Garcia-Fandino, R. (2023). Design, development and validation of an educational methodology using immersive augmented reality for STEAM education. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 19–39. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1250>
31. Desimone, L. M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. <https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>.
32. Desimone, L. M. (2011). A primer on effective professional development. *Phi Delta Kappan*, 92(6), 68-71. <https://doi.org/10.1177/0031721711109200616>.
33. Dėšankovienė, R., & Budinavičienė, R. (2024). Mokytojų bendradarbiavimas taikant STEAM veiklas ikimokyklinio ugdymo įstaigoje. *Verslas, technologijos, biomedicina: inovacijų išvalgos 2024: straipsnių rinkinys, I*, 104–113.
34. Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Association for Supervision and Curriculum Development.
35. DuFour, R., & Eaker, R. (1998). *Professional learning communities at work: Best practices for enhancing student achievement*. Solution Tree Press.
36. Dulsat, C., & Alvarez, I. (2020). Change at distance education, what kind of resistance? What improvements? *DergiPark*, 160-172. <https://doi.org/10.17718/tojde.803394>.
37. European Commission. (2015). Science education for responsible citizenship. Report to the European Commission of the expert group on science education. *European Commission*.
38. European Schoolnet. (2020). *STEM education in Europe: Initiatives and challenges*. Retrieved from <http://www.eun.org/focus-areas/stem>.
39. Europos Komisija. (2020). STEAM ugdymo perspektyvos Europoje.
40. Finnish National Agency for Education. (2019). *Phenomenal learning: An introduction to the Finnish concept of learning*. Helsinki: Finnish National Agency for Education.

41. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
42. Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change* (4th ed.). Teachers College Press
43. Gaižauskaitė, I., ir Mikėnė, S. (2014). *Socialinių tyrimų metodai: Apklauso vadovėlis*. Vilnius, Lietuva: Mykolo Romerio universitetas.
44. Geraedts, C., Boersma, K. T., & Eijkelhof, H. M. C. (2006). Towards coherent science and technology education. *Journal of Curriculum Studies*, 38(3), 307–325. <https://doi.org/10.1080/00220270500363692>.
45. Girdzijauskienė, R., ir Šmitienė, G. (2020). Menų samprata STEAM koncepcijoje: pusiau sisteminė literatūros apžvalga. *Pedagogika / Pedagogy*, 140(4), 155–171.
46. Glass, D., & Wilson, C. (2016). The Art and Science of Looking: Collaboratively Learning Our Way to Improved STEAM Integration. *Art Education*, 69(6), 8–14. doi:10.1080/00043125.2016.1224822.
47. Greenier, V. T. (2020). The 10Cs of project-based learning TESOL curriculum. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 14(1), 27–36. doi: 10.1080/17501229.2018.1473405.
48. Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381-391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>.
49. Hamad, S., Tairab, H., Wardat, Y., Rabbani, L., AlArabi, K., Yousif, M., Abu-Al-Aish, A., & Stoica, G. (2022). Understanding science teachers' implementations of integrated STEM: Teacher perceptions and practice. *Sustainability*, 14(6), 3594. <https://doi.org/10.3390/su14063594>.
50. Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
51. Heasen, S., & Van de Put, E. (2018). *STEAM education in Europe: A comparative analysis report*. STEM Network.
52. Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15. <https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15>.
53. Herro, D., Quigley, C., & Cian, H. (2019). The challenges of STEAM instruction: Lessons from the field. *Action in Teacher Education*, 41(2), 172-190. <https://doi.org/10.1080/01626620.2018.1551159>.
54. Hilppö, J., & Stevens, R. (2024). Learning Inside the School, but Outside the Curriculum: An Extreme Case of Interest-Driven Learning in Alternative STEAM Learning Infrastructure for Schools. *Cognition and Instruction*, 0(0), 1–23. doi: 10.1080/07370008.2024.2386956.
55. Hord, S. M. (2004). Professional learning communities: An overview. *ERIC Clearinghouse on Educational Management*.

56. Hurley, M., Butler, D., & Mcloughlin, E. (2023). STEM Teacher Professional Learning Through Immersive STEM Learning Placements in Industry: a Systematic Literature Review. *Journal for Stem Education Research*, 7, 122 – 152.
57. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2020). *TIMSS 2019 international results*. <https://timssandpirls.bc.edu>.
58. Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development.
59. Jankus, T., ir Šarpienė, J. (2020). *STEAM regioninio bendradarbiavimo stiprinimas: Teminio tyrimo ataskaita*. VšĮ Investuok Lietuvoje.
60. Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education—A Case Study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
61. Johnson, C. C. (2013). Conceptualizing integrated STEM education. *School Science and Mathematics*, 113(8), 367-368. <https://doi.org/10.1111/ssm.12043>.
62. Jungtinių Tautų neįgaliųjų teisių konvencija. (2006). *Jungtinės Tautos*. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.335882>.
63. Kant, J. M., Burckhard, S. R., & Meyers, R. T. (2018). Engaging high school girls in Native American culturally responsive STEAM activities. *Journal of STEM Education*, 18(5), 15–25.
64. Kardelis, K. (2002). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai* (2-asis pataisytas ir papildytas leidimas). Prieiga per internetą: <https://verslas09.files.wordpress.com/2010/01/mtp.pdf>.
65. Kardelis, K. (2005). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Kaunas: Judex leidykla.
66. Kardelis, K. (2005). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Šiauliai.
67. Kardelis, K. (2016). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.
68. Katsarova, I. (2020). *Teaching careers in the European Union: Why boys do not want to be teachers*. European Parliamentary Research Service. Retrieved December 5, 2020, from [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI\(2019\)6422_20](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2019)6422_20).
69. Kaunaitė, U., ir Valauskaitė, L. (2015). *Gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos (STEM) ugdymas ir populiarinimas: geriausios užsienio praktikos ir jų taikymas Lietuvoje*. Prieiga per internetą: https://data.kurklt.lt/wp-content/uploads/2023/04/STEM-ugdymo-populiarinimas_Une-Kaunaite-ir-Laura-Valauskaite.pdf.
70. Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Education*, 3(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.

71. Kim, E. (2022). Pramonės ir akademinis bendradarbiavimas ir problemomis grįstas paslaugų mokymasis, įdiegtas į tendencijų analizės ir prognozavimo kursą. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 16 (2), 234–245. doi: 10.1080/17543266.2022.2155254.
72. Kyndt, E., Gijbels, D., Grosemans, I., & Donche, V. (2016). Teachers' everyday professional development: Mapping informal learning activities, antecedents, and learning outcomes. *Review of Educational Research*, 86(4), 1111–1150. <https://doi.org/10.3102/0034654315627864>.
73. Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1.
74. Knowles, M. S., Holton, E. F., & Swanson, R. A. (2015). *The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development*. Routledge.
75. KOFAC. (2013). Annual report. *Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity*.
76. Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 275-297). Cambridge University Press.
77. Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552.
78. Laužackas, R. (2008). *Kompetencijomis grindžiamų mokymo/studijų programų kūrimas ir vertinimas: Monografija*. Vytauto Didžiojo universiteto leidykla.
79. Lepaitė, D. (2005). *Kompetencijų plėtojančių programų lygio nustatymo metodologija*. Kaunas: Technologija. ISBN 9955-09-550-4.
80. Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 11. doi: 10.1186/s40594-020-00207-6.
81. Lietuvių žodynas. (2019). Terminas „Kompetencija“. Prieiga per internetą: <https://www.lietuviuzodynas.lt/terminai/Kompetencija>.
82. Lietuvos Respublikos Seimas. (2022). *Švietimo įstatymas* (Nr. I-1489). <https://e-seimas.lrs.lt>.
83. Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija. (2018, birželio 5). *Lydraštis* (Dokumento Nr. SR-2478). <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAK/961b941068b111e8b7d2b2d2ca774092?positionInSearchResults=10&searchModelUUID=e6cad583-1da1-4f8b-922e-f24b8d07a0ab>.
84. Lietuvos Respublikos Švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2022). *Švietimo valdymo informacinė sistema (ŠVIS)*. <https://www.svis.lt>.

85. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2012). *Lietuvos pažangos strategija „Lietuva 2030“*. <https://lr.v.lt/uploads/main/documents/files/lietuvos-pazangos-strategija.pdf>.
86. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2020). *Nacionalinis pažangos planas 2020–2030 m.* <https://lr.v.lt>.
87. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2021). *Susitarimas dėl Lietuvos švietimo politikos 2021–2030 m.* <https://lr.v.lt>.
88. Lyn, D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>.
89. Lynch, S. J., Peters-Burton, E. E., & Ford, M. R. (2017). Building STEM opportunities for all: Key policies and practices for successful schools. Teachers College Press.
90. LUMA Centre Finland. (2024). Retrieved from <https://www.luma.fi/en/>.
91. Machado, L. R., Bilessimo, S. M. S., Maciel, M. B., da Silva, J. B., & da Silva, I. N. (2022). Competencies for effective STEAM education. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 9(8), 156–162. doi: 10.22161/ijaers.9.8.20.
92. Machado, L. R., Bilessimo, S. M. S., Maciel, M. B., da Silva, J. B., & da Silva, I. N. (2022). Competencies for STEAM areas: A focus on teacher. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 9(8), 172–182. <https://doi.org/10.22161/ijaers.98.20>.
93. Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers’ perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 2. doi: 10.1186/s40594-018-0151-2.
94. MEXT. (2017). Japan's science and technology basic policy report. *Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology*.
95. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>.
96. Modernios technologijos švietimui. Metodinės gairės. (2018). Prieiga per internetą: https://2014.esinvesticijos.lt/lt/rezultatai-ir-statistika/sukurti_produkta/metodines-gaires-modernios-technologijos-svietimui.
97. 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*. ERIC.
98. Moore, T. J., Tank, K. M., & Glancy, A. W. (2014). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.

99. Murray, J. (2019). Routes to STEM: Nurturing science, technology, engineering and mathematics in early years education. *International Journal of Early Years Education*, 27(3), 219–221. doi: 10.1080/09669760.2019.1653508.
100. Nacionalinė švietimo agentūra. (2023). *Švietimas Lietuvoje: 2023 m. apžvalga*. https://www.nsa.smm.lt/wp-content/uploads/2023/09/2023-Svietimas-Lietuvoje_WEBak.pdf.
101. National Research Council. (2011). *Mathematics and science achievement: What can we learn from PISA?* National Academies Press.
102. National Science Foundation. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. Retrieved from <https://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181>.
103. National Science Foundation. (2018). *STEM education data and trends*. NSF.
104. NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
105. Office of the Chief Scientist. (2014). *Science, technology, engineering and mathematics: Australia's future*. Australian Government, Office of the Chief Scientist.
106. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2018 results*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa>.
107. Ortiz-Revilla, J., Ruiz-Martin, A., & Greca, I. M. (2023). Conceptions and attitudes of pre-school and primary school teachers towards STEAM education in Spain. *MDPI*. <https://doi.org/10.3390/educsci13040377>.
108. Pasaulio ekonomikos forumas. (2016). *The future of jobs: Employment, skills, and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>.
109. Pedagogų rengimo modelio aprašas. (2017). Prieiga per internetą <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/01388c40998611e78d46b68e19efc509?jfwid=bkaxm6uq>.
110. Petronienė, R. ir Šatienė, S. (2022). Ikimokyklinio ugdymo pedagogų kolegialus dalijimasis gera patirtimi. *Verslas, Technologijos, Biomedicina: Inovacijų Ižvalgos 2022: Straipsnių Rinkinys*, (1), 314–323. Prieiga per internetą <https://vb.kvk.lt/object/elaba:135016882/>.
111. Popham, W. J. (2001). *The truth about testing: An educator's call to action*. ASCD.
112. Poviliūnas, A. (2019). Apie STEM pro STS prizmę. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 43, 85–99. doi:10.15388/ActPaed.43.6.
113. Pukėnas, K. (2009). *Kokybinių duomenų analizė SPSS programa*. Lietuvos kūno kultūros akademija.
114. Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12. doi: [10.1111/ssm.12201](https://doi.org/10.1111/ssm.12201).
115. Raudeliūnienė, J. (2016). *Žinių vadybos procesai ir jų vertinimas*. Vilnius: VGTU leidykla „Technika“.

116. Resnick, M. (2002). Rethinking learning in the digital age. In G. S. Kirkman, P. K. Cornelius, J. D. Sachs, & K. Schwab (Eds.), *The global information technology report: Readiness for the networked world* (pp. 32-37). Oxford University Press.
117. Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1-5.
118. Robinson, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative*. Capstone.
119. Sanders, M. (2009). *STEM, STEM education, STEMmania*. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
120. Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
121. Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
122. Siemens, G. (2013). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. *The International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 10(1), 3-10.
123. Siripipatthanakul, S., Muthmainnah, M., Asrifan, A., Siripipattanakul, S., Kaewpuand, P., Sriboonruang, P., Limna, P., Jaipong, P., & Sitthipon, T. (2023). Quantitative research in education. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4378512>.
124. Sliosorienė, S. ir Jakštienė V., (2023). Virtualių STEAM veiklų įgyvendinimo galimybės pamokų metu, Iš Rutkauskien, D. *Advanced Learning Technologies and Applications. Empowering learning through digital pedagogy” be open for new places of learning occupation – ALTA’23* (p. 154-161). Kaunas University of Technology.
125. Slušnienė, G., Čistienė, A. (2012). Bendradarbiavimas, bendravimas, santykiai ir sąveika ugdymo procese. *Role of Higher Education Institutions in Society: Challenges, Tendencies and Perspectives*, 1(1), 135-141.
126. Smilgienė, J., & Juodaitytė, A. J. (2017). Ikimokyklinio ugdymo pedagogų patirtinio mokymosi raiška organizacijoje: Įsitraukimas į procesą ir žinių tipai. *Pedagogika*, 128(4), 114–127.
127. Sochacka, N. W., Guyotte, K. W., & Walther, J. (2016). Learning Together: A Collaborative Autoethnographic Exploration of STEAM (STEM + the Arts) Education. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 15–42. <https://doi-org.skaitykla.mruni.eu/10.1002/jee.20112>.
128. South African Department of Education. (2016). Annual report. *South African Department of Education*.
129. Spiriajevienė, I., Tumosienė, G., & Lastauskienė, J. (2023). *Pradinių klasių mokytojų, taikančių STEAM ugdymo metodą, patirtys integruoto-holistinio kompetencijų lygmens požiūriu*. Klaipėdos valstybinė kolegija. <https://doi.org/10.59476/mtt.v1i19.584>.

130. Spyropoulou, N. D., & Kameas, A. D. (2020). Investigating the role of STE(A)M educators: A case study in Greece. In *Proceedings of the International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications* (pp. 1-6). IEEE Computer Society.
131. Spyropoulou, N., & Kameas, A. (2024). Augmenting the impact of STEAM education by developing a competence framework for STEAM educators for effective teaching and learning. *Education Sciences*, 14(1), 25. <https://doi.org/10.3390/educsci14010025>.
132. Stambaugh, T., & Trundle, K. C. (2010). Challenges of integrating science content and language arts instruction for English language learners. *Journal of Science Teacher Education*, 21(2), 293-314. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9178-z>.
133. Steele, A., & Ashworth, E. L. (2018). Emotionality and STEAM integrations in teacher education. *Journal of Teaching and Learning*, 11(2), 11–25. <https://doi.org/10.22329/jtl.v11i2.5058>.
134. Šlekienė, V. (2018). Gamtamokslinio ugdymo iššūkiai: Naujos kartos inovatorių ugdymas. *Gamtamokslinis ugdymas bendrojo lavinimo mokykloje*, 24, 94–104.
135. Šlekienė, V. (2018). Išstarkime STEAM taip: Kodėl būtina vystyti ir tobulinti gamtamokslinį ugdymą [Interaktyvus]. *Gamtamokslinis ugdymas*, 15(1), 4–6. <https://epublications.vu.lt/object/elaba:32629821>
136. Šlekienė, V., & Lamanauskas, V. (2020). Development and improving students' experimental skills through STEM activities. *Gamtamokslinis ugdymas*, 17, 61–73.
137. Šlekienė, V., & Ragulienė, L. (2014). Tarpdalykinių ryšių paieška tyrinėjant fotosintezės procesą. *Gamtamokslinis ugdymas / Natural Science Education*, 3(41), 53-60.
138. Švietimo valdymo informacinė sistema. (2024). *Pedagogai*. <https://www.svis.smm.lt/pedagogai>.
139. Švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2020). *Lietuvos švietimo būklės apžvalga*.
140. Tan, A. L., Teo, T. W., Choy, B. H., & et al. (2019). The S-T-E-M Quartet. *Innovative Education*, 1(3). <https://doi.org/10.1186/s42862-019-0005-x>.
141. Targamadžė, A. (2020). *Virtualusis mokymasis: Teorija ir praktika*. Vitae Litera.
142. Tekin, O. G., & San, I. (2023). Teachers' basic knowledge level of STEM education. *Net Journals*, 11(4), 580-587. <https://doi.org/10.30918/AERJ.114.23.092>.
143. Thomas, K., & Huffman, D. (2020). *Challenges and Opportunities for Transforming from STEM to STEAM Education. Advances in Educational Technologies and Instructional Design (AETID) Book Series*. <https://doi-org.skaitykla.mruni.eu/10.4018/978-1-7998-2517-3>.
144. Tsybulsky, D., & Muchnik-Rozanov, Y. (2019). The development of student-teachers' professional identity while team-teaching science classes using a project-based learning approach:

- A multi-level analysis. *Teaching and Teacher Education*, 79, 48–59. doi: 10.1016/j.tate.2018.12.006.
145. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. (2009). *ICT competency standards for teachers: Policy framework*. UNESCO.
 146. Universalaus dizaino mokymuisi gairės. (2023).
 147. Vaitekaitis, V. (2023). *STEM ugdymas Lietuvoje: posthumanizmo perspektyva* [Vilniaus universitetas. Prieiga per eLABa – nacionalinė Lietuvos akademinė elektroninė biblioteka]. <https://doi.org/10.15388/vu.thesis.475>.
 148. Vaitiekaitis, J. (2019). STEM ugdymas: nuo Sputniko iki mergaičių skaučių. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 43, 100–118. doi: 10.15388/ActPaed.43.7.
 149. Vaivadienė, E. (2020). *Nuo STEM link STEAM. Metodinė medžiaga* [interaktyvus]. Nacionalinė švietimo agentūra. <https://sodas.ugdome.lt/metodiniai/dokumentai/perziura/12400>.
 150. Veldman, M. A., Doolaard, S., Bosker, R. J., & Snijders, T. A. B. (2024, February 15). Changes in patterns of peer relationships in primary education classroom networks through cooperative learning. *School Psychology*. Advance online publication. doi:10.1037/spq0000617.
 151. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
 152. Wang, J., & Odell, M. R. (2002). Mentoring and beginning teachers' professional growth. *Review of Educational Research*, 72(3), 481-546. <https://doi.org/10.3102/00346543072003481>.
 153. Wyse, D., & Dowson, P. (2013). *Knyga apie mokinių kūrybiškumą*. Prieiga per internetą: https://kurybingumas.ugdome.lt/wp-content/uploads/2017/10/Knyga_apie_mokiniu_kurybiskuma_2013_Eugrimas.pdf.
 154. Wong, J. T., Bui, N. N., Fields, D. T., & Hughes, B. S. (2023). A Learning Experience Design Approach to Online Professional Development for Teaching Science through the Arts: Evaluation of Teacher Content Knowledge, Self-Efficacy and STEAM Perceptions. *Journal of Science Teacher Education*, 34(6), 593–623. doi: 10.1080/1046560X.2022.2112552.
 155. Xanthoudaki, M. (2017). From STEM to STEAM (education): A necessary change or ‘the theory of whatever’? ResearchGate. 46 https://www.researchgate.net/publication/315893720_From_STEM_to_STEAM_education_A_necessary_change_or_%27the_theory_of_whatever%27.
 156. Zeichner, K., ir Liston, D. P. (2014). *Reflective teaching: An introduction* (2nd ed.). Routledge
 157. Želvys, R., Dukynaitė, R., Vaitekaitis, J., & Jakaitienė, A. (2020). Švietimo tikslų transformacija į rezultatų rodiklius Lietuvos ir tarptautinėje švietimo politikoje. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 44, Acta Paedagogica Vilnensia. <https://doi.org/10.15388/ActPaed.44.2>.

158. Žukauskienė, R. (2008). Kokybiniai ir kiekybiniai metodai. Prieiga per internetą:
<http://rzukausk.home.mruni.eu/wp-content/uploads/kokybiniai-ir-kiekybiniai-tyrimai1.ppt>.

Kazlauskienė, R. mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybės ir iššūkiai diegiant STEAM į ugdymo procesą. Vadyba mokykloje magistro baigiamasis darbas. Vadovas doc. dr. Jolita Dudaitė – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, Edukologijos ir socialinio darbo institutas, 2025.

SANTRAUKA

Baigiamojo darbo tema: Mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybės ir iššūkiai diegiant STEAM į ugdymo procesą.

Darbo tikslas – Išanalizuoti mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybes ir iššūkius diegiant STEAM į ugdymo procesą.

Metodologija: tyrime taikytas kiekybinis tyrimas, parengta anketa, kurioje dalyvavo 337 bendrojo ugdymo mokyklų mokytojai. Siekta patvirtinti arba paneigti tyrime iškeltą hipotezę: mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, lyginant su tais, kurie tokiuose mokymuose dalyvavo mažiau arba nedalyvavo visai. Tyrimo duomenys buvo analizuojami taikant statistinės analizės metodus, tokius kaip koreliacinė analizė ir regresinė analizė, vertinant mokytojų dalyvavimo kvalifikacijos tobulinimo veiklose dažnumą, STEAM metodų taikymo dažnį ir jų tarpusavio ryšį.

Darbo struktūrą sudaro trys pagrindinės dalys: įvadas, kuriame išdėstoma tyrimo problema, tikslas, uždaviniai ir hipotezė; teorinė dalis, kurioje aptariama STEAM ugdymo samprata, mokytojų kompetencijų tobulinimo svarba bei pagrindiniai iššūkiai; empirinė dalis, kurioje pateikiami tyrimo rezultatai, duomenų analizė ir jų interpretacija; bei išvadų ir rekomendacijų dalis, kurioje apibendrinami tyrimo rezultatai ir pateikiamos siūlomos priemonės STEAM metodų diegimo efektyvumui gerinti.

Tyrimo rezultatai patvirtino hipotezę, kad mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, lyginant su tais, kurie tokiuose mokymuose nedalyvavo arba dalyvavo mažiau. Rezultatai rodo, kad intensyvesnis dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo veiklose tiesiogiai veikia mokytojų gebėjimą taikyti šiuolaikines ugdymo metodikas. Norint užtikrinti efektyvesnę STEAM metodų diegimą, būtina orientuotis į praktinius mokymus, kurie ne tik suteiktų teorinių žinių, bet ir skatintų mokytojus kurti, eksperimentuoti ir integruoti technologijas į ugdymo procesą. Tarpdalykinis bendradarbiavimas, organizuojant bendrus metodinius susitikimus ir seminarus, yra būtinas, kad mokytojai galėtų keistis patirtimi ir prisitaikyti prie įvairių disciplinų poreikių. Mokytojų pasitikėjimas savo gebėjimais, įgytas dalyvaujant tobulinimo kursuose, užtikrina, kad STEAM metodų taikymas taps efektyvesnis ir prisidės prie šiuolaikinių ugdymo tikslų įgyvendinimo, ypač ugdant mokinių kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir gebėjimą spręsti kompleksines problemas.

Reikšminiai žodžiai: STEAM ugdymas, mokytojų kompetencijos, profesinis tobulėjimas, tarpdalykinis bendradarbiavimas, švietimo inovacijos.

Kazlauskienė, R. (2025). Opportunities and Challenges of Developing Teachers' Competencies in Implementing STEAM in the Educational Process. Master's Thesis in School Management. Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Jolita Dudaitė. Vilnius: Mykolas Romeris University, Institute of Education and Social Work.

SUMMARY

Title of the thesis: Opportunities and Challenges of Developing Teachers' Competencies in Implementing STEAM in the Educational Process.

The aim of this thesis is to analyze the opportunities and challenges of developing teachers' competencies in implementing STEAM in the educational process.

Methodology: The study applied a quantitative research method using a questionnaire completed by 337 general education school teachers. The objective was to confirm or reject the hypothesis that teachers who participated in at least 9 hours of STEAM competency development courses per year apply STEAM methodologies in the educational process more frequently compared to those who participated less or not at all. The research data were analyzed using statistical analysis methods, including correlation analysis and regression analysis, to assess the frequency of teachers' participation in professional development activities, the frequency of applying STEAM methods, and the relationship between these factors.

The structure of the thesis consists of three main parts: the introduction, which outlines the research problem, aim, objectives, and hypothesis; the theoretical part, which discusses the concept of STEAM education, the importance of developing teachers' competencies, and the main challenges; the empirical part, which presents the research results, data analysis, and their interpretation; and the conclusions and recommendations section, which summarizes the research findings and provides proposed measures to enhance the effectiveness of STEAM implementation.

The research results confirmed the hypothesis that teachers who participated in at least 9 hours of STEAM competency development courses per year apply STEAM methodologies more frequently in the educational process compared to those who participated less or not at all. The results indicate that more intensive participation in professional development activities directly influences teachers' ability to apply modern educational methodologies. To ensure more effective implementation of STEAM methods, it is essential to focus on practical training that not only provides theoretical knowledge but also encourages teachers to create, experiment, and integrate technologies into the educational process. Interdisciplinary collaboration, through joint methodological meetings and seminars, is necessary for teachers to exchange experiences and adapt to the needs of different disciplines. Teachers' confidence in their abilities, gained through participation in development courses, ensures that the application of STEAM methods becomes more effective and contributes to

achieving modern educational goals, particularly in fostering students' creativity, critical thinking, and problem-solving skills.

Keywords: STEAM education, teachers' competencies, professional development, interdisciplinary collaboration, educational innovations.

PRIEDAI

1 priedas

Mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtis diegiant STEAM į ugdymo procesą

Gerbiami Mokytojai,

Esu Mykolo Romerio universiteto Žmogaus ir visuomenės studijų fakulteto edukologijos ir socialinio darbo magistrantūros studentė. Kviečiu Jus dalyvauti tyrime, skirtame išsiaiškinti mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtis diegiant STEAM į ugdymo procesą. Jūsų atsakymai prisidės prie efektyvesnių mokytojų kvalifikacijos tobulinimo strategijų kūrimo, siekiant sėkmingos STEAM integracijos.

Anketa yra **anoniminė**, o surinkti duomenys bus apdorojami statistiškai ir naudojami tik tyrimo tikslais. Užpildyti anketą truks apie 12 minučių.

Dėkoju už Jūsų laiką ir vertingą indėlį į šį tyrimą.

Jūsų atsakymų lauksiu iki 2025 m. sausio 30 d.

Mokytojų kompetencijų tobulinimo patirtis ir iššūkiai

5. Kiek valandų per metus dalyvaujate mokymuose ar kursuose, skirtuose STEAM kompetencijų tobulinimui? *(prašome įrašyti skaičių):*

6. Ar sutinkate su šiais teiginiais apie naujai įgytų STEAM kompetencijų taikymą pamokose?

(Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje):

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Taikau naujai įgytas STEAM kompetencijas savo pamokose					
Dažnai taikau STEAM metodus, kuriuos išmokau per STEAM kursus					
Man lengva integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą					
STEAM kompetencijų tobulinimas skatina kūrybiškesnį pamokų planavimą					
Taikydamas (a) įgytas STEAM kompetencijas, skatinau mokinių kūrybiškumą ir inovatyvų mąstymą					
Tobulinu STEAM kompetencijas, siekdamas(-a) pagerinti ugdymo procesą					

7. Kaip vertinate bendradarbiavimo su kitais pedagogais svarbą tobulinant savo pedagogines kompetencijas? *Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:*

Bendradarbiavimo su pedagogais svarba	Visiškai nesvarbu	Iš dalies nesvarbu	Nei svarbu, nei nesvarbu	Iš dalies svarbu	Svarbu
Su savo dalyko mokytojais					
Su ne savo dalyko mokytojais					
Su kolegomis, dirbančiais panašiose srityse					
Su administracija					
Su specialistais (pvz., psichologais, socialiniais pedagogais, ...)					

8. Jūsų nuomone, jūs...

Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Dažnai dalyvaujate mokymuose ir seminaruose, siekdami atnaujinti žinias apie švietimo tendencijas ir mokymo strategijas					
Ieškote tik sau tinkamų kvalifikacijos tobulinimo kursų/mokymų/seminarų					
Domitės naujais ugdymo metodais, priemonėmis ir pritaikote praktikoje					
Ugdyme naudojate patikrintus, išbandytus metodus, o naujovės jums nėra prioritetas, nes manote, kad tradiciniai metodai yra veiksmingesni.					

9. Su kokiais iššūkiais dažniausiai susiduriate siekdami kelti savo kompetencijas dalyvaujant organizuojamuose kursuose ar mokymuose? **(Prašome įvertinti skalėje nuo 1 iki 5) (1 - nesusiduriu, 5 – nuolat susiduriu)**

Iššūkiai	1	2	3	4	5
Laiko trūkumas					
Finansinių išteklių trūkumas					
Mokyklos administracijos paramos trūkumas					
Motyvacijos stoka					
Mokymai būna nenaudingi					
Trūksta informacijos apie tinkamus kursus					
Kursai nesuderinami su darbo grafiku					

Trūksta kolegų palaikymo dalyvaujant mokymuose					
Kiti asmeniniai įsipareigojimai					
Kita					

10. Kurias kompetencijų sritis, Jūsų nuomone, Jums reikia tobulinti? (**Prašome įvertinti skalėje nuo 1 iki 5**) (1 - nereikia tobulinti, 5 - reikia daug tobulinti)

Kompetencijų sritys	1	2	3	4	5
Skaitmeninės kompetencijos					
Dalykinės žinios					
Mokymo metodikos					
Vertinimo strategijos					
Emocinė ir socialinė pedagogika					
Psichologinės žinios					
Įtrauktis (inkliuzija)					
Komunikacijos ir bendravimo kompetencijos					
Kita					

11. Ar sutinkate su teiginiu? *Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:*

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Noriu tobulinti savo kompetencijas dėl besikeičiančių ugdymo metodų ar programų					
Kompetencijų tobulinimas yra formalus reikalavimas, kuris neduoda realios naudos kasdienėje veikloje					
Dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo kursuose ar seminaruose lemia pokyčius mano ugdymo praktikoje					
Siekiu nuolat tobulėti ir kelti savo pedagogines kompetencijas					
Tobulinant pedagogines kompetencijas, per mažai dėmesio skiriama praktiniam pritaikymui ugdymo procese					
Kompetencijų tobulinimas nėra būtinas mano mokymo efektyvumui					

12. Ar sutinkate su teiginiais apie mokyklos administracijos palaikymą ir paskatinimą keliant kompetencijas? *Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:*

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
-----------	--------------------	---------------------	----------------------------	-------------------	------------------

			nei nesutinku		
Mokyklos administracija suteikia pakankamai galimybių tobulinti savo pedagogines kompetencijas					
Tenkina mokyklos administracijos teikiama parama (laiko, finansų, išteklių atžvilgiu) siekiant kelti kompetencijas					
Mokyklos administracija aktyviai domisi ir remia mano asmeninį profesinį tobulėjimą					
Mokyklos administracija informuoja ir organizuoja kompetencijų tobulinimo veiklas					

Mokytojų patirtis ir iššūkiai diegiant STEAM metodus

13. Kaip vertinate savo pasirengimą taikyti STEAM ugdymo metodus savo pamokose?

- Labai gerai pasiruošęs (-usi)
- Gerai pasiruošęs (-usi)
- Vidutiniškai pasiruošęs (-usi)
- Silpnai pasiruošęs (-usi)
- Nepasiruošęs (-usi)

14. Kaip dažnai integruojate STEAM ugdymo metodus į savo pamokas?

- Per kiekvieną pamoką
- Daugiau nei pusėje pamokų
- Mažiau nei pusėje pamokų
- Retai (kartais)
- Niekada

15. Kiek svarbios yra šios STEAM kompetencijos Jūsų mokymo praktikoje? *Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:*

Kompetencijos	Visiškai nesvarbios	Iš dalies nesvarbios	Nei svarbios, nei nesvarbios	Iš dalies sutinku	Labai svarbios
Probleminis mąstymas					
Kūrybiškumas					
Bendradarbiavimas					
Kritinis mąstymas					
Technologijų naudojimas					
Inovatyvumas					

Mokslinis tyrinėjimas					
Gebėjimas prisitaikyti prie besikeičiančių sąlygų ar situacijų					
Tarpdisciplininis mąstymas					
Projektinis darbas					
Komunikacija					

16. Su kokiais iššūkiais dažniausiai susiduriate, diegdami STEAM metodus pamokų metu?

Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:

Iššūkiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Mokinių pasipriešinimas naujoms metodikoms					
Trūksta tinkamų išteklių ar medžiagų					
Mokytojų kvalifikacijos trūkumas					
Laiko trūkumas planuojant ir vykdant STEAM veiklas					
Netinkama infrastruktūra (laboratorijos, technologijos)					
Nepakankamas mokyklos vadovybės palaikymas					
Ribotos finansinės galimybės STEAM veikloms					
Trūksta bendradarbiavimo su kitais mokytojais STEAM veiklų planavime					
Mokinių motyvacijos trūkumas STEAM veikloms					

17. Kaip vertinate mokyklos administracijos paramą diegiant STEAM ugdymo metodus?

Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Mokyklos administracija skatina STEAM ugdymo metodų taikymą					
Administracija teikia reikiamus išteklius ir paramą STEAM iniciatyvoms					
Mokyklos administracija organizuoja mokymus, skirtus STEAM ugdymo metodų taikymui					

18. Kaip vertinate bendradarbiavimą su kolegomis diegiant STEAM ugdymo metodus?

Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
Bendradarbiaujate su kolegomis, kad geriau integruotumėte STEAM metodus į pamokas					
Dalinatės idėjomis ir ištekliais su kolegomis, siekdami geresnių STEAM rezultatų					
Jaučiu, kad esu pasirengęs įveikti iššūkius, susijusius su STEAM ugdymo metodų taikymu					

19. Kaip vertinate STEAM centrų veiklą? *Prašome pažymėti atitinkamą atsakymą kiekvienoje eilutėje:*

Teiginiai	Visiškai nesutinku	Iš dalies nesutinku	Nei sutinku, nei nesutinku	Iš dalies sutinku	Visiškai sutinku
STEAM centrai padeda mokytojams tobulinti savo pedagogines kompetencijas					
STEAM centrai suteikia mokiniams galimybes praktikuoti ir taikyti įgytas žinias					
Bendradarbiavimas su STEAM centrais skatina inovatyvių metodų naudojimą ugdymo procese					
STEAM centrai organizuoja naudingus seminarus ir mokymus mokytojams, kurie padeda tobulinti jų gebėjimus					
STEAM centrai skatina mokinių domėjimąsi mokslu ir technologijomis, suteikdami galimybę dalyvauti įvairiose praktinėse veiklose					

Demografiniai klausimai

20. Jūsų amžius (*prašome įrašyti skaičių*):

21. Mokymo patirtis metais (*prašome įrašyti skaičių*):

22. Mokykla, kurioje dirbate:

- Valstybinė
- Privati

23. Kurioje apskrityje yra ugdymo institucija, kurioje dirbate?

- Alytaus apskrityje
- Kauno apskrityje
- Klaipėdos apskrityje
- Marijampolės apskrityje
- Panevėžio apskrityje
- Šiaulių apskrityje
- Tauragės apskrityje
- Telšių apskrityje
- Utenos apskrityje
- Vilniaus apskrityje

20. Širdingai dėkoju už atsakymus ir Jūsų skirtą laiką!