

STEAM DIEGIMO UGDYMO PROCESSE IŠŠŪKIAI IR MOKYTOJŲ KOMPETENCIJŲ TOBULINIMO GALIMYBĖS

Rima Kazlauskienė

Mykolas Romeris universitetas

Žmogaus ir visuomenės studijų fakultetas

Edukologijos ir socialinio darbo institutas

Telefonas +370 6 2085122

Elektroninis paštas rikazlauskiene@stud.mruni.eu

Dr. Jolita Dudaitė

Mykolas Romeris universitetas

Žmogaus ir visuomenės studijų fakultetas

Edukologijos ir socialinio darbo institutas

Telefonas +370 5 2714625

Elektroninis paštas jolitad@mrui.eu

DOI: 10.13165/SD-25-23-2-01

Anotacija

Šiame straipsnyje analizuojamos mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybės ir iššūkiai, kylantys diegiant STEAM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos) metodikas ugdymo procese Lietuvos bendrojo ugdymo mokyklose. Tyrimo aktualumą lemia šiuolaikiniai švietimo sistemos pokyčiai, reikalaujantys mokytojų gebėjimo integruoti tarpdisciplininius ugdymo metodus. Egzistuoja prieštaravimas tarp sparčiai augančio STEAM ugdymo aktualumo ir mokytojų galimybių efektyviai integruoti STEAM metodikas dėl nepakankamų kompetencijų ir ribotų profesinio tobulėjimo galimybių. Tai reikalauja tyrimo, siekiant išsiaiškinti, kaip galima pagerinti mokytojų kompetencijų tobulinimą ir įveikti praktinius STEAM ugdymo diegimo iššūkius. Ši problema kelia klausimus, kaip mokytojai galėtų efektyviau tobulinti savo kompetencijas, kokios kliūtys trukdo integruoti STEAM į ugdymą ir kokios strategijos galėtų padėti jas įveikti. Tyrimo hipotezė – mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandų STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, palyginti su tais, kurie tokiose programose dalyvavo

mažiau arba nedalyvavo visai.

Straipsnyje pristatomi kiekybinio tyrimo, kuriame dalyvavo 337 pedagogai, rezultatai. Remiantis statistine duomenų analize, nustatyta, kad mokytojai, kurie per metus dalyvavo 9 ar daugiau valandų trukmės STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, žymiai dažniau taiko STEAM ugdymo metodikas nei tie, kurie tokiuose kursuose nedalyvavo arba dalyvavo trumpiau. Tyrimas atskleidžia pagrindinius kompetencijų trūkumus ir ugdymo proceso iššūkius, susijusius su administracine parama, laiko resursais ir metodinės pagalbos stoka. Gauti rezultatai leidžia teigti, kad sistemingas ir tikslingas mokytojų kvalifikacijos tobulinimas yra būtina sėkmingo STEAM ugdymo įgyvendinimo prielaida. Tyrimas ne tik empiriškai patvirtina ryšį tarp kvalifikacijos tobulinimo ir STEAM metodų taikymo dažnio, bet ir papildo supratimą apie institucinės paramos ir tarpdisciplininio bendradarbiavimo svarbą. Tyrimas aktualus švietimo politikos formuotojams, mokyklų vadovams ir pedagogų rengimo institucijoms.

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

Įvadas

Pastaraisiais dešimtmečiais STEAM ugdymas sulaukia vis didesnio dėmesio visame pasaulyje, ypač švietimo srityje (Li ir kt., 2020; Murray, 2019). Tai strateginis ugdymo modelis, orientuotas į tarpdisciplininį požiūrį ir praktinį realaus pasaulio problemų sprendimą, padedantį ugdyti įgūdžius, reikalingus ateities specialistams (Machado ir kt., 2022). Atsižvelgiant į šiuolaikines tendencijas ir besikeičiančius darbo rinkos poreikius, STEAM tampa vis aktualesniu ugdymo turinio komponentu.

Vis dėlto diegiant STEAM ugdymą mokyklose kyla nemažai iššūkių – visų pirma mokytojams dažnai stinga reikiamų žinių, įgūdžių ir patirties (Li ir kt., 2020). Tyrimai atskleidžia, kad sunkumų kelia tiek skaitmeninių technologijų taikymas (Machado ir kt., 2022), tiek gebėjimas integruoti skirtingas mokslo sritis (Geraedts ir kt., 2006; Margot ir Kettler, 2019). Tarpdisciplininis ugdymas išlieka iššūkiu, nes būtina derinti skirtingų disciplinų turinį neprarandant jų akademinės kokybės (Poviliūnas, 2019). Be to, mokytojai dažnai susiduria su ribotomis galimybėmis dalyvauti kvalifikacijos kėlimo programose ar patiria administracinės paramos trūkumą.

Mokyklos, kaip besimokančios organizacijos, turi grįsti savo veiklą nuolatiniu mokytojų profesiniu augimu. Šis augimas tampa ypač reikšmingas diegiant inovatyvius ugdymo metodus, tokius kaip STEAM. Siekiant efektyvios STEAM integracijos, būtinas ne tik naujų žinių ir metodų taikymas, bet ir dalijimasis gerąja praktika, skatinantis kūrybingą ir modernų mokymosi procesą. Mokytojų gebėjimas prisitaikyti prie šiuolaikinio ugdymo poreikių tampa esminiu veiksniu ugdant kompetentingus, savarankiškus ir kūrybingus mokinius.

Tyrimai, atlikti Lietuvoje ir užsienyje, rodo, kad STEAM diegimas susiduria su įvairiapusiais sunkumais. Pradinių klasių mokytojai dažnai teigia stokojantys laiko, išteklių ir tarpdisciplininių žinių (Wong ir kt., 2023; Margot ir Kettler, 2019). Chen (2022), Hilppö ir Stevens (2024) darbuose akcentuojami papildomi iššūkiai – ugdymo erdvių nepakankamumas, mokinių emocinė savijauta ir vertinimo praktikos. Lietuvoje mokytojų vaidmuo STEAM procese ypač svarbus, kaip pabrėžta Kaunaitės ir Valauskaitės (2015), Novelskaitės ir Purvaneckienės (2011) tyrimuose. Neužtikrintas mokytojų pasitikėjimas savo kompetencijomis trukdo sėkmingai taikyti STEAM metodikas (Cibulskaitė ir Augustinovič, 2020, Cibulskaitė, 2024).

Nors STEAM iniciatyvos Lietuvoje vis dar yra pradinėje raidos stadijoje, pirmieji tyrimai rodo teigiamus pokyčius (Jankus ir Šarpienė, 2020). Visgi praktinio mokymo organizavimas išlieka probleminiu aspektu dėl kompetencijų trūkumo (Šlekienė ir Lamanauškas, 2020). Taip pat svarbios tampa skaitmeninės kompetencijos, ypač įgyvendinant virtualias veiklas (Sliosorienė ir Jakštienė, 2023; Targamadžė, 2020). Vaitekaičio (2019) analizėje akcentuojamas sisteminio požiūrio trūkumas integruojant STEAM.

Panašių iššūkių kyla ir kitose šalyse, pavyzdžiui, Suomijoje ir JAV. JAV tyrimai atskleidžia, kad mokytojai dažnai susiduria su laiko planavimui trūkumu, didesne darbo apkrova, ribotomis mokyklos administracinėmis ir materialinėmis priemonėmis (Boice ir kt., 2021). Nors Suomija dažnai laikoma vienos pažangiausių švietimo sistemų šalimi, moksliniai tyrimai STEAM srityje taip pat fiksuoja tam tikrus iššūkius, ypač susijusius su tarpdisciplinine mokymo tradicija, laiko stoka ir mokytojų pasirengimu (Valkeäpää, 2025). Tyrimai viena-reikšmiškai rodo, kad sėkmingai STEAM integracijai būtinas tikslingas mokytojų kompetencijų tobulinimas. Investicijos į mokytojų kvalifikaciją ne tik prisideda prie aukštesnių mokinių pasiekimų, bet ir stiprina praktinių įgūdžių ugdymą.

Šiame straipsnyje nagrinėjamos pagrindinės STEAM diegimo į ugdymo procesą problemos ir mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybės šiame kontekste.

Tyrimo objektas – mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybės ir iššūkiai integruojant STEAM į ugdymo procesą.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti mokytojų kompetencijų tobulinimo galimybes ir iššūkius, su kuriais jie susiduria diegiant STEAM metodikas.

Tyrimo hipotezė – mokytojai, kurie per metus dalyvavo ne mažiau kaip 9 valandų STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, dažniau taiko STEAM metodikas ugdymo procese, palyginti su tais, kurie tokiose programose dalyvavo mažiau arba nedalyvavo visai.

1. Teorinis pagrindimas

STEAM (angl. *science, technology, engineering, arts, mathematics* – gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos) ugdymas vis dažniau traktuojamas kaip pažangus ir būtinas švietimo modelis, skatinantis kūrybiškumą, kritinį mąstymą ir realaus pasaulio problemų sprendimą. Įtraukdami į tradicinį STEM modelį menų (*arts*)

komponentą, tyrėjai siekia išplėsti ugdymo poveikį – ne tik gilinti mokslo žinias, bet ir lavinti estetinį suvokimą, kultūrinį jautrumą ir gebėjimą dirbti tarpdisciplininėje terpėje (Quigley ir Herro, 2016). Toks požiūris padeda mokiniams jungti skirtingų disciplinų žinias ir taikyti jas kompleksiskai. Visgi dalis tyrėjų išpėja, kad tarpdiscipliniškumo taikymas neturėtų būti paviršutiniškas ar mažinantis atskirų disciplinų turinio gylį (Henriksen ir kt., 2017; Cook ir Bush, 2018).

Vienas esminių STEAM integracijos mokykloje veiksmų yra mokytojų pasirengimas dirbti naujomis sąlygomis. Norint efektyviai taikyti STEAM principus, mokytojams būtinos kompleksinės kompetencijos. Vienas dažniausiai tyrimuose minimų mokytojų žinių modelių – TPACK (technologinių, pedagoginių ir turinio žinių integracija) – išryškina, kad nepakanka mokėti atskirai naudotis technologijomis, išmanyti mokymo turinį ar taikyti pedagoginius metodus. Esminis gebėjimas yra būtent šių žinių sintezė ir jų pritaikymas konkrečiame ugdymo kontekste (Mishra ir Koehler, 2006). Šiam požiūriui artimas ir praktinių žinių (angl. *practical knowledge*) modelis, kuriame pedagoginė kompetencija suvokiama kaip individualiai susiformavusi patirtinė žinių sistema, leidžianti mokytojui lanksčiai reaguoti į įvairias mokymo situacijas (van Driel ir kt., 2001).

Siekiant stiprinti mokytojų kompetencijas, ypač svarbios tampa profesinio tobulėjimo formos. Tyrimai pabrėžia, kad pavienės vienadienės kvalifikacijos kėlimo sesijos retai užtikrina tvarius pokyčius mokytojų praktikoje. Daug efektyvesnės yra ilgalaikės, struktūrizuotos, į praktiką orientuotos mokymosi formos, kai mokytojai turi galimybę reflektuoti, bendradarbiauti, dalytis patirtimi ir taikyti naujus metodus realioje klasėje (Desimone, 2009; Van Veen ir kt., 2012). Šiuo aspektu itin svarbios tampa profesinės mokymosi bendruomenės (angl. *Professional Learning Communities*, PLC), nes jos sukuria mokymuisi palankią aplinką mokyklos viduje (DuFour, 2004, Fullan, 2016). Kitas perspektyvus modelis – praktikomis grįstas profesinis mokymasis (angl. *Practice-Based Professional Learning*, PBPL), kurio esmė yra nuolatinis mokymasis darbo vietoje per refleksiją ir tiesioginį veiklos tobulinimą (Billett ir kt., 2025).

Mokytojų kvalifikacijos tobulinimas STEAM srityje taip pat susijęs su projektinio mokymosi, modeliuojamojo mąstymo ir simuliacinių užduočių diegimu į mokymo praktiką. Empiriniai tyrimai rodo, kad šie metodai skatina mokytojus išbandyti naujus sprendimus, ugdo jų pasitikėjimą ir leidžia įgyti realios STEAM metodų taikymo patirties (Henriksen ir kt., 2017; Herro ir Quigley, 2016; Doppelt, 2009). Efektyvios tobulinimosi programos grindžiamos bendradarbiavimu, refleksija ir aktyvia mokytojų įtrauktimi į mokymosi procesą. Šiuo aspektu svarbi tampa ir Donaldo Schöno refleksijos teorija, pabrėžianti, kad tik reflektuodami savo praktiką mokytojai gali ją tobulinti ir mokytis iš savo veiksmų (Schön, 1983).

Vis dėlto STEAM diegimas mokyklose susiduria su daugybe iššūkių. Tyrimai akcentuoja tokias kliūtis kaip laiko stoka, riboti ištekliai, programų sudėtingumas ir aiškių vertinimo kriterijų nebuvimas (Thomason ir Hsu, 2024). Ne mažiau svarbios yra mokyklų vidinės struktūros ir kultūra, neretai stabdančios inovatyvių metodų diegimą – tiek dėl administracinės inercijos, tiek dėl mokytojų nepasitikėjimo ar kompetencijų stokos (Mila-ra ir Cortés, 2024).

Apibendrinant galima teigti, kad mokytojų kompetencijų tobulinimas STEAM kontekste reikalauja kompleksiško požiūrio: tai apima teorinių ir praktinių žinių integraciją, ilgalaikį ir refleksijomis grįstą profesinį mokymąsi, bendradarbiavimo kultūros stiprinimą ir inovatyvių metodų palaikymą. Tik nuosekliai kuriant ir palaikant šias sąlygas galima tikėtis sėkmingo STEAM įgyvendinimo Lietuvos ugdymo procese.

2. Tyrimo metodologija

Siekiant nustatyti mokytojų kompetencijų tobulinimo poveikį STEAM metodikų diegimui ugdymo procese, buvo pasirinktas kiekybinis tyrimas. Šis metodas leidžia objektyviai įvertinti mokytojų kvalifikacijos tobulinimo veiklų ir STEAM metodikų taikymo tarpusavio ryšius, nustatyti bendras tendencijas ir 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, kad mokytojai, dalyvavę ne mažiau kaip 9 valandų STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose, sėkmingiau taiko STEAM metodikas ugdymo procese.

Tiriamųjų imtis buvo apskaičiuota pagal Paniotto formulę (Kardelis, 2005), siekiant užtikrinti rezultatų tikslumą 95 % tikimybe. Remiantis 2023–2024 m. m. Lietuvos švietimo valdymo informacinės sistemos (ŠVIS, 2024) duomenimis, Lietuvoje 2023 m. dirbo 14 949 mokytojai. Nustatyta, kad, norint gauti reprezentatyvius rezultatus su 95 % patikimumu, reikia apklausti 389 respondentus.

Tyrimo taikyta tikslinė atranka, siekiant apklausti mokytojus, turinčius STEAM veiklų patirties 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. Į anketos klausimus atsakė 337 respondentai iš 10 didžiausių Lietuvos savivaldybių.

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).

Tyrimo duomenų statistinei analizei buvo naudojama „IBM SPSS Statistics 26.0“ (angl. SPSS – *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). Atliekant analizę taikyti aprašomosios statistikos metodai, taip pat neparametriniai testai, tinkami duomenims, kurie neatitinka normaliojo pasiskirstymo. Statistiniai testai buvo parinkti atsižvelgiant į duomenų pobūdį ir tyrimo tikslą – įvertinti sąsajas tarp nepriklausomų (dalyvavimas mokymuose) ir priklausomų (STEAM metodų taikymas) kintamųjų.

Tyrimo buvo laikomasi pagrindinių etikos principų, siekiant užtikrinti respondentų teises ir gerovę per visą tyrimo procesą. 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 pradėdant apklausą, jiems buvo pateiktas lydraštis, kuriame išdėstyta tyrimo paskirtis, tikslai, duomenų naudojimo tvarka ir kontaktai papildomai informacijai gauti. Tai leidžia respondentams priimti informuotą sprendimą dalyvauti apklausoje (Gaižauskaitė ir Mikėnė, 2014). Respondentų atsakymai nebuvo siejami su asmens 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. Apklausos dalyviai neturėjo patirti jokių neigiamų pasekmių dėl savo dalyvavimo ar pateiktų atsakymų.

3. Tyrimo rezultatai

Tyrimu siekta įvertinti, ar mokytojų dalyvavimas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose siejasi su šių metodų taikymo dažnumu ugdymo procese. Apibendrinus respondentų atsakymus nustatyta, kad didžioji dauguma mokytojų (94,7 %, $n = 319$) dalyvauja STEAM mokymuose bent kartą per metus. Vis dėlto jų skiriamas laikas kvalifikacijai tobulinti skiriasi: 46,3 % tam skiria iki 10 valandų, 43,7 % – nuo 10 iki 20 valandų, tik 4,7 % – daugiau nei 21 valandą per metus.

Siekiant nustatyti, ar mokymuose praleistas valandų skaičius yra susijęs su STEAM metodų taikymo dažnumu, taikyta Spearmano ranginės koreliacijos analizė (žr. 1 lentelę). Rezultatai parodė statistiškai reikšmingą teigiamą koreliaciją tarp šių kintamųjų ($r_s = 0,496$, $p < 0,01$). Tai leidžia teigti, kad kuo daugiau laiko mokytojai skiria dalyvavimui STEAM mokymuose, tuo dažniau jie taiko šiuos metodus ugdymo procese.

Vidutinė respondentų dalyvavimo mokymuose trukmė per metus buvo 9,05 valandos. Ketvirtadalis respondentų dalyvavo trumpiau nei 3,82 valandos, o 75 % – iki 11,47 valandos. Nors dauguma pedagogų dalyvauja trumpalaikiuose mokymuose, tyrimo rezultatai rodo, kad net ir toks dalyvavimo lygis yra reikšmingai susijęs su STEAM metodų taikymo pamokose dažniu.

1 lentelė. Mokytojų STEAM kompetencijų tobulinimo veiksnių statistiniai ryšiai
Table 1. Statistical Relationships Between Factors Influencing Teachers' STEAM Competence Development

Kintamieji	1.	2.	3.	4.
Dalyvavimo STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose valandų skaičius	1			
STEAM metodų taikymo ugdymo procese dažnumas	$r_s = 0,496$ ($p < 0,001$)	1		
Mokytojų pasirengimas taikyti STEAM ugdymo metodus	$r_s = 0,437$ ($p < 0,001$)	$r_s = 0,437$ ($p < 0,001$)	1	
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 – Spearmano koreliacijos koeficientas, p – statistinis reikšmingumas

Šie duomenys patvirtina ankstesnių tyrimų rezultatus (pvz., Margot ir Kettler, 2019), kuriuose pabrėžiama, kad mokytojų profesinis tobulėjimas yra esminė sėkmingos inovatyvių ugdymo metodų integracijos sąlyga. Tai leidžia daryti prielaidą, jog tikslingas ir nuoseklus dalyvavimas kvalifikacijos tobulinimo veiklose gali reikšmingai prisidėti prie STEAM metodų taikymo plėtos.

Tyrimu taip pat siekta nustatyti, ar mokytojų pasirengimui taikyti STEAM metodikas ir šių metodų taikymo dažnumui turi įtakos mokyklos tipas (valstybinė ar privati). Duomenų analizė atlikta taikant Manno ir Whitney'aus U testą.

Rezultatai parodė, kad mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus vertinimas skyrėsi nedaug: valstybinėse mokyklose dirbantys mokytojai vidutiniškai pasirengimą įvertino 168,22 rango vidurkiu, o privačiose – 205,93. Visgi šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas (Manno ir Whitney'aus U rodiklis = 896,500; $p > 0,05$), todėl galima teigti, kad mokytojų pasirengimo lygis nepriklauso nuo mokyklos tipo – tiek valstybinėse, tiek privačiose mokyklose mokytojai jaučiasi panašiai pasirengę taikyti STEAM metodikas.

Kita vertus, tarp skirtingų tipų mokyklų STEAM metodų taikymo dažnumas reikšmingai skyrėsi. Valstybinėse mokyklose mokytojų rangų vidurkis siekė 166,91, o privačiose – net 267,57. Šis skirtumas buvo statistiškai reikšmingas (Manno ir Whitney'aus U rodiklis = 465,000; $p < 0,01$), o tai rodo, kad privačiose mokyklose STEAM metodai taikomi dažniau nei valstybinėse.

Šie rezultatai gali būti paaiškinami instituciniais veiksniais. Privačios mokyklos dažniau taiko inovatyvius ugdymo metodus kaip strateginę vertę kuriančius sprendimus ir dažniau turi daugiau finansinių ir žmogiškųjų išteklių STEAM iniciatyvoms įgyvendinti. O valstybinėse mokyklose mokytojai dažniau susiduria su struktūriniais iššūkiais, tokiais kaip didesnis darbo krūvis, nepakankamas finansavimas ar mažesnė administracijos parama.

Svarbu pažymėti, kad respondentų iš privačių mokyklų skaičius buvo žymiai mažesnis nei respondentų iš valstybinių mokyklų, todėl šiuos rezultatus reikėtų vertinti atsargiai – galimas inties disporcijos poveikis gali riboti gautų duomenų apibendrinimą.

Per tyrimą mokytojų buvo paprašyta įvertinti devynis STEAM diegimo iššūkius pagal Likerto skalę balais nuo 1 („visiškai nesusiduriu“) iki 5 („nuolat susiduriu“). Dažniausiai įvardytas iššūkis – laiko trūkumas planuojant ir vykdant veiklas ($M = 4,12$). Taip pat išryškėjo ribotos finansinės galimybės ($M = 3,31$) ir vidutinis mokyklos vadovybės palaikymas bei infrastruktūros užtikrinimas ($M = 3,18$). Mažiausiai iššūkių kelia mokinių pasipriešinimas ($M = 2,08$) ir motyvacijos trūkumas ($M = 2,37$).



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

Fig. 1. Challenges Faced by Teachers in Implementing STEAM Teaching Methods

Mokytojų bendradarbiavimas yra reikšmingas veiksnys, skatinantis inovatyvių ugdymo metodų taikymą. Šiame tyrime analizuota, kaip mokytojų tarpusavio pagalba, dalijimasis idėjomis bei ištekliais ir pasirengimas įveikti STEAM diegimo iššūkius susiję su STEAM metodų taikymo dažnumu. Siekiant nustatyti šių kintamųjų sąsajas, atlikta Pearsono chi kvadrato (χ^2) analizė ir Spearmano koreliacijos (r_s) testas.

Rezultatai parodė, kad mokytojai, dažniau bendradarbiaujantys su kolegomis diegiant STEAM metodikas, taip pat dažniau jas taiko pamokose ($\chi^2 = 94,794$; $r_s = 0,209$; $p < 0,001$). Nors koreliacija nėra labai stipri, ji statistiškai reikšminga, o tai rodo, kad bendradarbiavimas prisideda prie STEAM integracijos, tačiau nėra vienintelis šį procesą lemiantis veiksnys. Dalijimasis idėjomis ir ištekliais su kolegomis ($\chi^2 = 134,210$; $r_s = 0,261$; $p < 0,001$) buvo susijęs su didesniu STEAM metodų taikymo dažnumu, o tai leidžia manyti, jog prieiga

prie dalijimosi platformų ir aktyvus mokytojų bendradarbiavimas gali paskatinti STEAM ugdymo plėtrą. Stipriausia koreliacija nustatyta tarp mokytojų pasirengimo įveikti STEAM taikymo iššūkius ir šių metodų taikymo dažnumo ($\chi^2 = 199,381$; $rs = 0,447$; $p < 0,001$). Šie duomenys patvirtina, kad profesinis tobulėjimas, patirties kaupimas ir pasitikėjimas savo gebėjimais yra esminiai sėkmingos STEAM integracijos veiksniai (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Bendradarbiavimo su kolegomis ir STEAM ugdymo metodų taikymo sąsajos
Table 2. The Relationship Between Collaboration With Colleagues and the Application of STEAM Teaching Methods

Kintamasis	Pearsono či kvadratas (χ^2)	Spearmano 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

Tyrimu siekta įvertinti mokytojų požiūrį į STEAM centrų veiklą ir išsiaiškinti, su kokiais iššūkiais jie susiduria diegdami STEAM metodikas ugdymo procese. Analizuojant duomenis taikyta Spearmano koreliacijos ir Kruskalio ir Walliso kriterijaus analizė, leidusi nustatyti ryšius tarp mokytojų pasirengimo, iššūkių ir STEAM centrų veiklos vertinimo.

Gauti 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 rodo, kad mokytojai, jaučiantys didesnį pasitikėjimą savo kompetencijomis, linkę palankiau vertinti STEAM centrų organizuojamus seminarus, mokymus ir teikiamą metodinę pagalbą. Taip pat nustatyta, kad kuo dažniau mokytojai dalyvauja STEAM mokymuose, tuo labiau jie vertina šių centrų veiklą ($rs = 0,265$; $p < 0,01$), o tai patvirtina STEAM centrų svarbą mokytojų profesiniam tobulėjimui.

Tyrimas taip pat atskleidė keletą reikšmingų neigiamų korelacijų. Neigiamas ryšys tarp mokinių pasipriešinimo naujoms metodikoms ir STEAM centrų vertinimo ($rs = -0,282$; $p < 0,01$) leidžia manyti, kad mokytojai, susiduriantys su mokinių nepritarimu ar pasyviu, rečiau vertina STEAM centrus kaip veiksmingą pagalbos šaltinį. Panaši tendencija pastebėta ir mokymo išteklių trūkumo atveju ($rs = -0,295$; $p < 0,01$): mokytojai, susiduriantys su priemonių stygiumi, skeptiškiau vertina centrų teikiamas galimybes.

Kruskalio ir Walliso kriterijaus analizė papildomai atskleidė statistiškai reikšmingų skirtumų tarp skirtingų mokytojų grupių STEAM centrų veiklos vertinimo požiūriu (žr. 3 lentelę). Stipriausias ryšys nustatytas vertinant centrų įtaką inovatyvių metodų taikymui ($H = 37,881$; $p < 0,001$) ir organizuojamų mokymų aktualumui ($H = 34,634$; $p < 0,001$). Tai leidžia daryti prielaidą, kad mokytojai, aktyviau dalyvaujantys STEAM veiklose ir jaučiantys didesnį pasirengimą, labiau vertina centrų indėlį į ugdymo proceso modernizavimą.

3 lentelė. Kruskalio ir Walliso testas**Table 3.** Kruskal-Wallis test

Kintamasis	H reikšmė	p 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

Apibendrinant galima teigti, kad STEAM centrų veikla palankiau vertinama tuomet, kai mokytojai jaučia stipresnį pasirengimą ir gauna pakankamą palaikymą tiek iš švietimo institucijų, tiek iš pačių centrų. O neigiamas požiūris dažniau pastebimas tarp tų pedagogų, kurie susiduria su praktiniais sunkumais – motyvacijos stoka, išteklių trūkumu ar mokinių pasipriešinimu.

Tyrimu taip pat buvo siekiama išsiaiškinti, kaip mokytojų dalyvavimas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose siejasi su dažniausiai patiriamais iššūkiais. Šiam tikslui pasiekti taikyta Spearmano koreliacijos ir Kruskalio ir Walliso kriterijaus analizė.

Spearmano koreliacijos analizė atskleidė keletą statistiškai reikšmingų neigiamų ryšių tarp mokymų valandų skaičiaus ir kai kurių iššūkių. Nustatyta, kad dažniau STEAM mokymuose dalyvaujantys mokytojai rečiau kaip kliūtis nurodo administracijos paramos trūkumą ($r_s = -0,230$, $p < 0,01$), motyvacijos stoką ($r_s = -0,157$, $p < 0,01$), mokymų nenaudingumą ($r_s = -0,122$, $p < 0,05$) ir informacijos apie tinkamus kursus trūkumą ($r_s = -0,154$, $p < 0,01$). Šie rezultatai leidžia manyti, kad aktyviau į kvalifikacijos tobulinimą įsitraukę mokytojai rečiau susiduria su šiais sunkumais. O tokie veiksniai kaip finansinių išteklių trūkumas, kursų nesuderinamumas su darbo grafiku ir kolegų palaikymo stoka neturėjo statistiškai reikšmingo ryšio su mokymų valandų skaičiumi.

Papildomai atlikta Kruskalio ir Walliso kriterijaus analizė parodė, kad tam tikri iššūkiai reikšmingai skiriasi tarp mokytojų grupių pagal jų dalyvavimo mokymuose intensyvumą. Mažiau valandų mokymuose praleidžiantys mokytojai dažniau nurodė finansinių išteklių trūkumą ($H = 52,742$, $p < 0,01$), mokyklos administracijos paramos stoką ($H = 50,448$, $p < 0,01$), motyvacijos stoką ($H = 39,124$, $p < 0,05$), mokymų nenaudingumą ($H = 37,544$, $p < 0,05$), informacijos apie kursus trūkumą ($H = 41,460$, $p < 0,05$) ir asmeninius įsipareigojimus ($H = 75,893$, $p < 0,001$).

Ši analizės dalis atskleidė, kad tam tikri iššūkiai yra dažnesni tarp tų mokytojų, kurie mažiau dalyvauja STEAM kompetencijų tobulinimo veiklose. Tai leidžia daryti prielaidą, kad didesnis įsitraukimas į mokymus gali būti susijęs su mažesne kliūčių raiška.

Analizuojant mokyklos administracijos paramos ir mokytojų bendradarbiavimo sąsajas diegiant STEAM ugdymo metodus, taikyta Spearmano koreliacijos analizė ir či kvadrato (χ^2) testas. Spearmano koreliacijos analizės rezultatai parodė reikšmingus teigiamus ryšius tarp administracijos palaikymo ir mokytojų bendradarbiavimo ($p < 0,01$). Stipriausias ryšys

nustatytas tarp administracijos organizuojamų STEAM mokymų ir mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus ($rs = 0,418, p < 0,01$). Taip pat nustatyta, kad administracijos skatinimas diegti STEAM koreliuoja su pedagogų tarpusavio bendradarbiavimu ($rs = 0,353, p < 0,01$), o teikiami ištekliai – su dalijimusi idėjomis ir priemonėmis ($rs = 0,275, p < 0,01$).

Či kvadrato testas patvirtino šiuos ryšius: administracijos skatinimas reikšmingai siejosi su mokytojų bendradarbiavimo dažniu ($\chi^2 = 100,819, df = 16, p < 0,001$), teikiami ištekliai – su aktyvesniu dalijimusi ($\chi^2 = 71,184, df = 16, p < 0,001$), o STEAM mokymų organizavimas – su mokytojų pasirengimu diegti STEAM metodikas ($\chi^2 = 99,458, df = 16, p < 0,001$). Šie duomenys patvirtina, kad mokyklos administracijos parama – svarbus veiksnys skatinant bendradarbiavimą ir pedagogų pasitikėjimą savo gebėjimais įgyvendinant STEAM ugdymą (žr. 4 lentelę).

4 lentelė. Mokyklos administracijos paramos ir mokytojų bendradarbiavimo STEAM ugdymo srityje ryšiai

Table 4. Relationships Between School Administration Support and Teacher Collaboration in STEAM Education

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 dalijimusi idėjomis	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	Či kvadrato testas (χ^2)	100,819	$p < 0,001$
Administracijos teikiamų išteklių prieinamumas ir bendradarbiavimas	Či kvadrato testas (χ^2)	71,184	$p < 0,001$
STEAM mokymų organizavimas ir pasirengimas taikyti STEAM metodus	Či kvadrato testas (χ^2)	99,458	$p < 0,001$

Atliekant tyrimą analizuotas ryšys tarp mokytojų amžiaus ir jų pasirengimo taikyti STEAM ugdymo metodus. Spearmano koreliacijos analizė parodė statistiškai reikšmingą neigiamą ryšį tarp šių kintamųjų ($r_s = -0,246, p < 0,01$), t. y. didėjant mokytojų amžiui, jų pasirengimo taikyti STEAM metodikas vertinimas mažėja. Šie rezultatai sutampa su ankstesniais tyrimais (pvz., Margot ir Kettler, 2019), kuriuose teigiama, kad jaunesni mokytojai dažniau jaučiasi geriau pasirengę diegti ugdymo naujoves dėl didesnio technologinio raštingumo ir lankstesnio požiūrio į inovacijas.

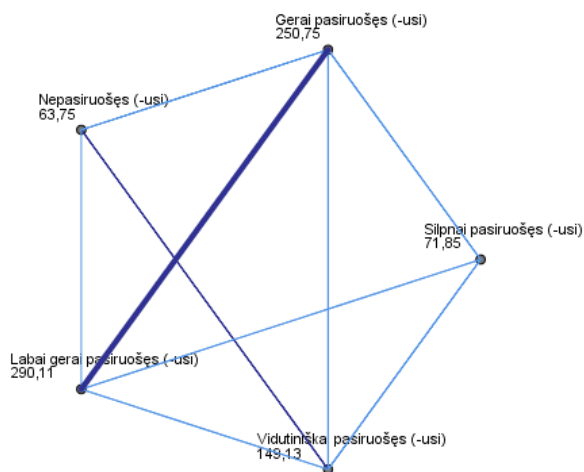
Papildomai atlikta Kruskalio ir Walliso kriterijaus analizė atskleidė reikšmingus

pasirengimo skirtumus tarp skirtingų amžiaus grupių ($H = 21,196$, $p < 0,001$). Rezultatai rodo, kad jaunesni pedagogai dažniau jaučiasi pasirengę taikyti STEAM metodus, o vyresni nurodo vidutinį ar žemesnį pasirengimo lygį. Tokie skirtumai gali būti siejami su skirtinga profesine patirtimi, technologijų naudojimo įgūdžiais ir ugdymo inovacijų pažinimo lygiu.

Remiantis gautais duomenimis, galima teigti, kad mokytojų amžius yra reikšmingas veiksnys, lemiantis jų pasirengimą integruoti STEAM metodus į ugdymo procesą. Vyresniems pedagogams gali būti reikalingesnė tikslinė metodinė pagalba ir kvalifikacijos tobulinimas, orientuotas į specifinių kompetencijų stiprinimą.

Per tyrimą siekta įvertinti ryšį tarp mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus ir šių metodų taikymo dažnumo pamokose. Spearmano koreliacijos analizė parodė stiprų teigiamą statistiškai reikšmingą ryšį ($r_s = 0,762$, $p < 0,01$), t. y. kuo aukštesniu lygiu mokytojai vertina savo pasirengimą, tuo dažniau jie taiko STEAM metodus ugdymo procese.

Kruskalo ir Walliso testas atskleidė reikšmingų skirtumų tarp skirtingų pasirengimo grupių ($H = 195,963$, $p < 0,001$): dažniausiai STEAM metodus taiko mokytojai, kurie nurodė esantys „labai gerai“ arba „gerai“ pasiruošę. O „silpnai pasiruošę“ ir „nepasiruošę“ mokytojai šiuos metodus taiko retai arba visai netaiko. Porinio palyginimo analizė patvirtino, kad reikšmingiausi skirtumai pastebimi tarp gerai ir silpnai pasirengusių pedagogų grupių (žr. 2 pav.).



Kiekvienas mazgas rodo imties vidutinį rangą

2 pav. Mokytojų pasirengimo taikyti STEAM metodus skirtumai pagal jų praktinį taikymą pamokose

Fig. 2. Differences in Teachers' Readiness to Apply STEAM Methods Based on Their Practical Application in Lessons

Či kvadrato testas taip pat parodė reikšmingą ryšį tarp pasirengimo lygio ir metodų taikymo dažnumo ($\chi^2 = 366,888$, $df = 16$, $p < 0,001$), patvirtindamas, kad aukštesnis pasirengimo vertinimas siejasi su dažnesniu praktiniu STEAM taikymu.

Gauti rezultatai patvirtina hipotezę, jog mokytojų pasirengimas reikšmingai susijęs su STEAM metodų taikymo intensyvumu, o tai pagrindžia kvalifikacijos tobulinimo svarbą efektyvesniam šių metodų diegimui ugdymo procese.

Tyrimo rezultatai parodė, kad mokytojų dalyvavimas STEAM kompetencijų tobulinimo kursuose tiesiogiai koreliuoja su jų gebėjimu sėkmingai taikyti STEAM metodikas ugdymo procese. Respondentų, dalyvavusių daugiau nei 10 valandų trukmės mokymuose, pedagoginės kompetencijos ir pasitikėjimas savo gebėjimais buvo reikšmingai aukštesni. Taip pat nustatyta, kad mokytojų motyvacija ir administracijos palaikymas stiprina kompetencijų ugdymo efektyvumą. Visgi išryškėjo ir iššūkių, tokių kaip laiko stoka, nepakankama materialinė bazė ir nuolatinio profesinio tobulinimosi galimybių trūkumas. Šie veiksniai gali riboti STEAM metodikų diegimą, todėl rekomenduojama sudaryti palankesnes sąlygas mokytojų kvalifikacijos kėlimui ir stiprinti administracinį palaikymą.

4. Diskusija

Tyrimas patvirtino, kad mokytojų kompetencijų tobulinimas yra esminis STEAM ugdymo metodų diegimo veiksnys (Andreotti ir Frans, 2019; Breda ir kt., 2023). Dalyvavimas kvalifikacijos kursuose koreliuoja su dažnesniu ir efektyvesniu metodų taikymu, o administracijos palaikymas ir tarpdisciplininis bendradarbiavimas skatina STEAM integraciją (Tsybulsky ir Muchnik-Rozanov, 2019; Kim, 2022). Tai atitinka ankstesnius tyrimus, kuriuose profesinis tobulėjimas priskiriamas pagrindinei inovacijų sąlygai (Margot ir Kettler, 2019).

Net iki 9 valandų mokymų per metus dalyvaujantys mokytojai dažniau taiko STEAM metodus, o tam skyrę daugiau nei 9 valandas tai dar tvirtiau – šis rezultatas patvirtina hipotezę apie mokymų trukmės ir pasirengimo sąsają. STEAM taikymą lemia mokytojų patirtis ir mokyklos politika, o ne geografinė padėtis. Privačiose mokyklose STEAM metodai taikomi dažniau, tačiau imtis nepakankama reprezentatyvumui.

Vyresni mokytojai susiduria su didesniais iššūkiais, o jaunesni aktyviau taiko STEAM ugdymo metodus, todėl vyresniems mokytojams reikia papildomos paramos (Ortiz-Revilla ir kt., 2023). Skaitmeninės kompetencijos yra svarbios pasirengimui taikyti STEAM ugdymo metodus (Machado ir kt., 2022), o kitų kompetencijų poveikis nenustatytas. Aktyvus dalyvavimas mokymuose mažina administracinės paramos trūkumą (Šlekienė, 2018).

Tradiciškai dirbantys mokytojai rečiau naudoja STEAM ugdymo metodus, tačiau mokymuose dalyvavę tradicinių metodų šalininkai dažniau keičia praktiką (Monkevičienė ir kt., 2020).

Apibendrinant galima teigti, kad mokytojų pasirengimas ir institucinis palaikymas yra pagrindiniai STEAM ugdymo metodų diegimo veiksniai. Kompetencijų tobulinimas

suprantamas kaip ugdymo kokybės gerinimo priemonė, o kolektyvinis darbas ir administracijos parama – kaip svarbūs aspektai (Bybee, 2010; Kelley ir Knowles, 2016).

Būsimuose tyrimuose reiktų plėsti imtį, analizuoti ilgalaikį mokymų poveikį, administracijos vaidmenį ir didinti skaitmeninių įgūdžių įtaką. Rekomenduojama papildyti kiekybinius duomenis kokybinėmis išvalgomis, siekiant išsamiau suprasti STEAM diegimo iššūkius.

Išvados

1. Mokytojų profesinis tobulėjimas yra kertinis efektyvaus STEAM ugdymo veiksnys. Tam reikalingos struktūros ir procesai, skatinantys refleksiją, bendradarbiavimą ir mentorystę. Nepaisant iššūkių, tokių kaip laiko trūkumas ar pasipriešinimas naujovėms, būtina kurti strategijas, kaip įveikti šiuos barjerus.
2. Tyrimas patvirtino hipotezę, kad ne mažiau kaip 9 valandos per metus, skiriamos STEAM kompetencijų tobulinimui, reikšmingai didina mokytojų gebėjimą taikyti šiuolaikinius ugdymo metodus. Praktiniai mokymai ir tarpdisciplininis bendradarbiavimas stiprina mokytojų pasitikėjimą, skatina kūrybiškumą ir efektyvesnį STEAM metodų integravimą ir taip gerina mokinių gebėjimą spręsti kompleksines problemas.

Rekomendacijos

Švietimo, mokslo ir sporto ministerijai rekomenduojama sukurti nuoseklų ir ilgalaikį STEAM kvalifikacijos tobulinimo modelį, apimančį tiek teorinius, tiek praktinius mokymus, ir įdiegti stebėsenos sistemą, kad būtų galima vertinti mokytojų pasirengimą ir metodų taikymo efektyvumą.

Mokyklų administracijai svarbu stiprinti administracinį palaikymą, užtikrinti mokymų finansavimą ir suteikti metodines priemones, taip pat organizuoti struktūrizuotą tarpdisciplininį bendradarbiavimą per reguliarius susitikimus ir darbo grupes.

Mokytojams rekomenduojama daugiau dėmesio skirti praktiniams mokymams, skaitmeninių įgūdžių ugdymui ir tarpdalykiniam bendradarbiavimui, leidžiant išbandyti STEAM metodikas ir dalytis patirtimi.

Igyvendinus šias priemones, būtų galima pagerinti mokytojų pasirengimą ir administracinę paramą, o tai skatintų efektyvesnę STEAM integraciją ugdymo procese.

Literatūra

- Andreotti, E. ir Frans, R. (2019). The connection between physics, engineering and music as an example of STEAM education. *Physics Education*, 54(4). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab246a>.
- Billett, S., Harteis, C. ir Gruber, H. (2025). *Professional and Practice-based Learning*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-18669-6>.
- Bitinas, B. (2013). *Rinktiniai edukologiniai raštai. T. 1. Ugdymo filosofija. Ugdymo idėjos ir problemos*. Vilnius: Edukologija.
- Boice, K. L., Jackson, J., Alemdar, M., Rao, A. E., Grossman, S., ir Usselman, M. (2021). Supporting teachers on their STEAM journey: A collaborative STEAM teacher training program. *Education Sciences*, 11(3), 105. <https://doi.org/10.3390/educsci11030105>.
- Breda, A., Garcia, V. ir Santos, N. (2023). Teachers' perceptions of STEAM education. *International Journal of Technology in Education*, 6(4), 700–719. <https://doi.org/10.46328/ijte.563>.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Chen, S., Geesa, R. L., Izci, B. ir 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.
- 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>.
- Cibulskaitė, N. ir Augustinovič, A. (2020). STEM education in Lithuania: Theoretical insights and practical implementation. Iš EDULEARN20 Proceedings, 5769–5779. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2020.1505>.
- Cook, M. ir Bush, S. B. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118(3–4), 93–103. <https://doi.org/10.1111/ssm.12268>.
- 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>.
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19, 55–65. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9008-y>.
- DuFour, R. (2004). What is a “professional learning community”? *Educational Leadership*, 61(8), 6–11.
- Fullan, M. (2016). *The new meaning of educational change* (5th ed.). Teachers College Press.
- Gaižauskaitė, I. ir Mikėnė, S. (2014). Socialinių tyrimų metodai: apklausa. Vadovėlis. Vilnius, Lietuva: Mykolo Romerio universitetas.
- Geraedts, C., Boersma, K. T. ir 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>.
- Henriksen, D., Richardson, C. ir Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.10.001>
- Herro, D. ir Quigley, C. (2016). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: Implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416–438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>.
- Hilppö, J. ir 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.
- Jankus, T. ir Šarpienė, J. (2020). *STEAM regioninio bendradarbiavimo stiprinimas: teminio tyrimo ataskaita*. VšĮ Investuok Lietuvoje.
- 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>.
- Kardelis, K. (2005). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Kaunas: Judex leidykla.
- Kardelis, K. (2005). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Šiauliai.
- Kardelis, K. (2016). *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai*. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.
- 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.kurkl.lt/wp-content/uploads/2023/04/STEM-ugdymo-populiarinimas_Une-Kaunaite-ir-Laura-Valauskaite.pdf.
- Kelley, T. R. ir 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>.
- 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.
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y. ir 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.
- Machado, L. R., Bilessimo, S. M. S., Maciel, M. B., da Silva, J. B. ir 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.
- Margot, K. C. ir 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.
- Milara, S., I. ir Cortés O., M. (2024). *Possibilities and challenges of STEAM pedagogies*,

- arXiv:2408.15282. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.15282>.
- Mishra, P. ir 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>.
- Monkeviciene, O., Autukeviciene, B., Kaminskiene, L. ir Monkevicius, J. (2020). Impact of innovative STEAM education practices on teacher professional development and 3–6-year-old children's competence development. *Journal of Social Studies Education Research*, 11(4), 1–27.
- 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.
- Ortiz-Revilla, J., Ruiz-Martin, A. ir Greca, I. M. (2023). Conceptions and attitudes of pre-school and primary school teachers towards STEAM education in Spain. *Education Sciences*, 13(4), 377. <https://doi.org/10.3390/educsci13040377>.
- Poviliūnas, A. (2019). Apie STEM pro STS prizmę. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 43, 85–99. doi:10.15388/ActPaed.43.6.
- Quigley, C. F. ir Herro, D. (2016). “Finding the joy in the unknown”: Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410–426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Siripipatthanakul, S., Muthmainnah, M., Asrifan, A., Siripipattanakul, S., Kaewpuand, P., Sriboonruang, P., Limna, P., Jaipong, P. ir Sitthipon, T. (2023). Quantitative research in education. Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4378512>.
- Šlekienė, V. ir Lamanauskas, V. (2020). Development and improving students' experimental skills through STEM activities. *Gamtamokslinis ugdymas*, 17, 61–73.
- Slisiorienė, S. ir Jakštienė V., (2023). Virtualių STEAM veiklų įgyvendinimo galimybės pamokų metu. Iš Rutkauskienė, 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.
- Targamadžė, A. (2020). Virtualusis mokymasis: teorija ir praktika. *Vitae Litera*.
- Thomason, D. ir Hsu, P.-L. (2024). The effect of a STEM integrated curriculum on design thinking dispositions in middle school students. *International Journal of Technology and Design Education*, 35(1), 83–121. <https://doi.org/10.1007/s10798-024-09894-6>.
- Tsybulsky, D. ir 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.
- Vaitiekaitis, J. (2019). STEM ugdymas: nuo Sputniko iki mergaičių skaučių. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 43, 100–118. doi: 10.15388/ActPaed.43.7.

- Valkeäpää, N. (2025). *Luovaa oppimista ja yhteisiä ratkaisuja STEAM-pedagogiikalla*. Helsinki University Blog. <https://blogs.helsinki.fi/digisteam/2025/06/06/luovaa-oppimista-ja-yhteisia-ratkaisuja-steam-pedagogiikalla/>.
- Van Driel, J. H., Beijaard, D. ir Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137–158. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<137::AID-TEA1001>3.0.CO;2-U).
- Van Veen, K., Zwart, R. C. ir Meirink, J. (2012). What makes teacher professional development effective? A literature review. Iš M. Kooy ir K. van Veen (Eds.), *Teacher learning that matters: International perspectives* (p. 3–21). (Routledge research in education; Vol. 62). Routledge.
- Wong, J. T., Bui, N. N., Fields, D. T. ir 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.
- Žukauskienė, R. (2008). Kokybiniai ir kiekybiniai metodai [PowerPoint pristatymas]. Prieiga per internetą: <http://rzukausk.home.mruni.eu/wp-content/uploads/kokybiniai-ir-kiekybiniai-tyrimai1.ppt>.

CHALLENGES OF INTEGRATING STEAM INTO THE EDUCATIONAL PROCESS AND OPPORTUNITIES FOR TEACHER COMPETENCE DEVELOPMENT

Rima Kazlauskienė

Mykolas Romeris University, Lithuania

Dr. Jolita Dudaitė

Mykolas Romeris University, Lithuania

Summary

This article investigates the opportunities for teacher competence development and the challenges that arise when implementing STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) education methodologies in general education schools in Lithuania. The relevance of this study is grounded in contemporary transformations within the education system, which increasingly demand teachers' ability to apply interdisciplinary teaching approaches. As STEAM education gains momentum globally and nationally, a tension emerges between the growing urgency of its integration and teachers' readiness to apply such methods effectively due to limited competencies and insufficient access to continuous professional development. This study aims to explore how teacher training can be improved and what obstacles hinder the effective integration of STEAM in everyday teaching practice.

The central research question addressed in the article is how teachers can enhance their competencies to meet the demands of STEAM education and what structural and pedagogical barriers obstruct this process. Additionally, the study explores which strategies could facilitate overcoming these barriers. The research is based on the hypothesis that teachers who participate in at least 9 hours of STEAM-focused professional development per year are more likely to apply STEAM methodologies in their teaching than those who engage in less or no such training.

The empirical part of the article presents the results of a quantitative study involving 337 teachers from ten major municipalities in Lithuania. The sample was determined using the Paniotto formula, ensuring statistical validity with a 95% confidence level. According to data from the Lithuanian Education Management Information System (ŠVIS, 2024), there were 14,949 general education teachers in the country in 2023. A sample of 389 respondents was identified as representative; however, the final number of valid responses analyzed was 337. The target group included teachers who had experience with STEAM activities or had participated in related training. Data were collected via a structured questionnaire distributed through school administrations, educational networks, teacher communities,

social media, and professional forums.

The findings of the study support the hypothesis: teachers who had attended at least 9 hours of STEAM competence development courses in the past year reported significantly more frequent use of STEAM teaching methods. This correlation highlights the importance of continuous and targeted professional development as a critical factor in successfully implementing STEAM education. Moreover, the study revealed that institutional support, particularly administrative encouragement and opportunities for interdisciplinary collaboration, play a vital role in enabling teachers to apply STEAM principles in the classroom.

In line with earlier studies (e.g., Andreotti & Frans, 2019; Breda et al., 2023), the results confirm that professional training enhances teachers' capacity to adopt innovative teaching methods. Administrative backing and school-wide collaboration further support this process, as seen in similar international research (Tsybulsky & Muchnik-Rozanov, 2019; Kim, 2022). Teachers who participated in more than 9 hours of training were particularly confident in applying STEAM methods, suggesting that not only the quality but also the quantity of professional development is essential.

Interestingly, the research found no significant differences in STEAM implementation based on geographical region; instead, factors such as school culture, leadership, and individual motivation appeared to influence outcomes more strongly. Private schools reported slightly higher STEAM implementation rates, although the sample size was too small to generalize. Younger teachers were found to be more open to adopting STEAM methods, while older teachers encountered more challenges – indicating the need for additional support structures and mentoring programs tailored to more experienced educators (Ortiz-Revilla et al., 2023). Digital competence emerged as a relevant facilitator (Machado et al., 2022), while the impact of other pedagogical competencies was less clear.

The study also noted that traditionalist teachers, typically less inclined toward innovation, were more likely to shift their practice when engaged in meaningful professional learning. This finding reinforces the idea that thoughtfully designed professional development programs can encourage change even among initially reluctant educators (Monkevičienė et al., 2020). Furthermore, participation in training appeared to mitigate the perceived lack of administrative support (Šlekienė, 2018), pointing to a broader systemic benefit of teacher upskilling.

In conclusion, the research highlights several key insights. First, teacher preparedness and institutional support are fundamental for the successful integration of STEAM education. Second, professional development should not be treated as a one-off intervention but as an ongoing process involving reflection, collaboration, and mentorship. Finally, school leadership must be actively involved in creating enabling environments for STEAM integration.

The study makes two core conclusions:

1. Teacher professional development is a cornerstone of effective STEAM teaching. This necessitates structures that foster reflection, cooperation, and mentoring.

Despite challenges such as time constraints or resistance to change, schools and policymakers must devise strategies to address and overcome these barriers.

2. The study confirms the hypothesis that at least 9 hours of annual training in STEAM significantly improves teachers' ability to implement modern educational methodologies. Practical workshops and interdisciplinary collaboration build teacher confidence, encourage creativity, and support the efficient integration of STEAM, ultimately enhancing students' problem-solving abilities.

This research is particularly relevant for education policymakers, school administrators, and teacher training institutions. It offers empirical evidence supporting the value of sustained, high-quality professional development as a driver for educational innovation. Moreover, it underscores the role of school culture and leadership in enabling or hindering change. Future research should expand the sample size, explore the long-term effects of training, examine the role of administration in more depth, and assess the impact of digital competence on STEAM implementation. Complementing quantitative data with qualitative insights is also recommended to develop a more comprehensive understanding of the challenges and enablers of STEAM education in diverse educational contexts.

Keywords: *STEAM, teacher competencies, professional development, interdisciplinary collaboration, educational innovations.*