

ILGALAIKĖS, TĘSTINĖS STEAM KOMPETENCIJŲ UGDYMOSI PROGRAMOS SAVIVALDYBĖS PEDAGOGAMS

„SINERGIJA STEAM UGDYME:
NUO TEORIJOS IKI PRAKTIKOS“
(programos kodas 213005116)

ATASKAITA

Parengė Jolanta Savukynienė
Druskininkų švietimo centro direktoriaus pavaduotoja švietimo pagalbai,
2025

TURINYS

TURINYS.....	1
ĮVADAS.....	2
STEAM PATIRTYS: DVIEJŲ DIENŲ STAŽUOTĖ	3
Stažutės pirmosios grupės refleksijos rezultatai.....	3
Stažutės antrosios grupės refleksijos rezultatai	7
Stažuotės refleksijos apibendrinimas	10
MOKYMAI „STEAM UGDYMO PLĖTOJIMAS IR PRAKTINIS TAIKYMAS“	11
PRAKTINIAI UŽSIĖMIMAI „STEAM EKSPERIMENTAI IR TYRINĖJIMAI LABORATORIJOSE“	13
PROGRAMOS REFLEKSIJA: KĄ IŠMOKOME IR KAIP TAI PRITAIKYSIME?	16
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	18

Šiuolaikinės visuomenės pažanga, kurią lemia spartus technologijų vystymasis, globalizacija ir skaitmenizacija, reikalauja, kad švietimas orientuotųsi ne tik į žinių perteikimą, bet ir į mokinių gebėjimų taikymą realiose situacijose, kūrybiškumą bei kritinį mąstymą (OECD, 2020). STEAM (mokslas, technologijos, inžinerija, menai ir matematika) ugdymas atsako į šiuos poreikius, nes skatina patirtinį, projektinį ir tarpdisciplininį mokymąsi, leidžiantį mokiniams integruoti žinias bei spręsti realaus pasaulio problemas

Tyrimai rodo, kad STEAM metodais grindžiamas mokymas padeda formuoti patirtiniu mokymusi pagrįstus gebėjimus: mokiniai įgyja gilesnį supratimą apie mokomąją medžiagą, išmoka generuoti idėjas, jas realizuoti ir vertinti jų praktinį pritaikomumą. Integruotas mokymas, jungiantis įvairias disciplinas, leidžia mokiniams suvokti žinių tarpusavio ryšius ir ugdo lankstų, kompleksinį mąstymą.

Pedagogų profesinis tobulėjimas yra viena iš esminių sėkmingo STEAM ugdymo diegimo sąlygų. Tad Druskininkų švietimo centro parengta ilgalaikė kvalifikacijos tobulinimo programa „Sinergija STEAM ugdyme: nuo teorijos iki praktikos“ atliepia šiuolaikinio švietimo poreikius, stiprindama pedagogų gebėjimą taikyti STEAM metodus ugdymo procese, integruoti įvairias disciplinas ir organizuoti patirtinį, tyrinėjimu grįstą mokymąsi. Ji orientuota į aktualių teorinių žinių ir praktinių įrankių, padedančių kurti įtraukiančias, integruotas pamokas/projektus, suteikimą bei dviejų dienų STEAM stažuotę, suteikusią galimybę stebėti ir praktiškai išbandyti STEAM ugdymą realioje mokyimo aplinkoje.

Programos tikslas: ugdyti pedagogų kompetencijas, reikalingas efektyviam STEAM metodų taikymui, dalykų integracijai ir patirtinio mokymo principų įgyvendinimui ugdymo procese.

Uždaviniai:

1. Supažindinti pedagogus su STEAM ugdymo principais, jų taikymo galimybėmis ir reikšme kuriant patirtimi grįstą, praktinį mokymąsi.
2. Išmokyti taikyti STEAM metodus, inovatyvias ugdymo priemones ir šiuolaikines technologijas atliekant praktines veiklas laboratorijose.
3. Organizuoti dviejų dienų STEAM stažuotę, kurios metu pedagogai stebės, analizuos ir praktiškai išbandys STEAM metodų taikymą realiose ugdymo aplinkose.
4. Parengti ir įvertinti bent vienos STEAM metodais grįstos integruotos pamokos ar projekto planą, pritaikant inovatyvius mokymo metodus, technologijas ir dalykų integraciją.

Dalyviai: 80 Druskininkų savivaldybės švietimo darbuotojų: švietimo įstaigų vadovai ir pavaduotojai, pradinio ugdymo mokytojai, mokytojai dalykininkai.

Įgyvendinimo trukmė: 2025 m. kovo – gegužės mėn.

Įgyvendinimo etapai:

I modulis. „STEAM patirtys: dviejų dienų stažuotė“:

- 2025 m. kovo 20-21 d. (1 grupė);
- 2025 m. balandžio 1-2 d. (2 grupė).

II modulis. Mokymai „STEAM ugdymo plėtojimas ir praktinis taikymas“:

- 2025 m. kovo 27 d.

III modulis. „STEAM eksperimentai ir tyrinėjimai laboratorijose“:

- 2025 m. balandžio 7 d.

Programos refleksija: ką išmokome ir kaip tai pritaikysime? (nuotolinis renginys):

- 2025 m. balandžio 22 d.

STEAM PATIRTYS: DVIEJŲ DIENŲ STAŽUOTĖ

Stažuotė – tai praktinio mokymosi forma, kurios metu dalyviai tam tikrą laiką stebi, analizuoja ir aktyviai įsitraukia į realias veiklas konkrečioje organizacijoje ar institucijoje. Tai vienas efektyviausių būdų stiprinti pedagogų kompetencijas ir skatinti inovatyvių metodų taikymą. Stažuotės tikslas – įgyti naujų profesinių žinių, praktinių įgūdžių ir patirties, kurią galima pritaikyti savo darbinėje veikloje.

Švietimo srityje stažuotės dažnai organizuojamos tam, kad pedagogai galėtų susipažinti su naujais ugdymo metodais, inovatyviomis praktikomis ir tiesiogiai pamatyti, kaip šiuolaikinės teorijos taikomos realioje klasės aplinkoje. Stažuotės taip pat stiprina profesinį bendradarbiavimą, skatina idėjų mainus ir padeda diegti pažangius pokyčius ugdymo procese.

Dviejų dienų STEAM stažuotė suteikia pedagogams unikalią galimybę stebėti, analizuoti ir išbandyti mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos integruotą taikymą realiose ugdymo aplinkose. Tokia patirtis leidžia tiesiogiai susipažinti su sėkmingomis praktikomis, pasisemti idėjų, kaip aktyviau įtraukti mokinius į tyrinėjimo, kūrybos ir problemų sprendimo procesus, bei ugdyti gebėjimą taikyti STEAM metodus savo pamokose ar projektuose.

Stažuotės metu perteiktos **STEAM ugdymo patirtys Vilniaus ir Kauno švietimo įstaigose**. Pedagogai susipažino su priimančių švietimo įstaigų patirtimi, diegiant inovatyvias STEAM ugdymo praktikas. Stebėjo, kaip organizuojamas ugdymo procesas, mokinių patyriminės veiklos, integruojami skirtingi mokomieji dalykai, kaip įveiklinamos mokyklų erdvės, mokėsi vieni iš kitų, dalyvavo praktinės veiklos refleksijose.

STEAM laboratorija: kur inžinerija susitinka su menu, pedagogai išbandė **Vilniaus Gedimino technikos universiteto Kūrybiškumo ir inovacijų centro „LinkMenų fabrike“** – kūrėjų ir inžinierių bendruomenės erdvėje, kurioje dalyviai susipažino su inovatyviomis dirbtuvėmis, praktiškai išbandė 3D modeliavimo užsiėmimą su internetine edukacine programa „Tinkercad“ bei galimu jos taikymu pamokose.

Mokslo ir inovacijų populiarinimo centre „Mokslo sala“ (Kaunas) stažuotės dalyviai buvo kviečiami atrasti meilę mokslui iš naujo: susipažino su ilgalaike ekspozicija, moderniu planetariumu besikuriančiomis STEAM laboratorijos ir praktiškai galėjo įsitraukti į veiklas.

Stažuotės pirmosios grupės refleksijos rezultatai

Pirmosios grupės stažuotė vyko 2025 m. kovo 20-21 d.

Pirmoji stažuotės diena. Kelionė Druskininkai – Vilnius – Kaunas.

Pirmoji dalis – stažuotė vienoje iš priimančių mokyklų: Vilniaus Jono Basanavičiaus progimnazijoje, Vilniaus Simono Stanevičiaus progimnazijoje.

Antroji dalis – Vilniaus Gedimino technikos universiteto kūrybiškumo ir inovacijų centro „Linkmenų fabrikas“.

Antroji stažuotės diena. Kelionė Kaunas – Druskininkai.

Pirmoji dalis – stažuotė vienoje iš priimančių mokyklų: Kauno Stepono Dariaus ir Stasio Girėno gimnazijoje, Kauno Herojaus progimnazijoje, Kauno Herojaus gimnazijoje, Kauno Gedimino sporto ir sveikatinimo gimnazijoje.

Antroji dalis – Mokslo ir inovacijų populiarinimo centre Lietuvoje „Mokslo sala“.

Refleksija „Stažuotės patirčių analizė ir pritaikymo galimybės“. Siekiant įvertinti stažuotės naudingumą dalyviams buvo pateikta apklausa.

Pirmuoju klausimu buvo vertinamas stažuotės turinys pagal penkis teiginius. Atsakymai pateikti trimis kategorijomis: *Sutinku*, *Iš dalies sutinku* ir *Nesutinku* (žr. 1 pav.).

1. Kaip vertinate stažuotės turinį? (0 point)

● Sutinku ● Iš dalies sutinku ● Nesutinku

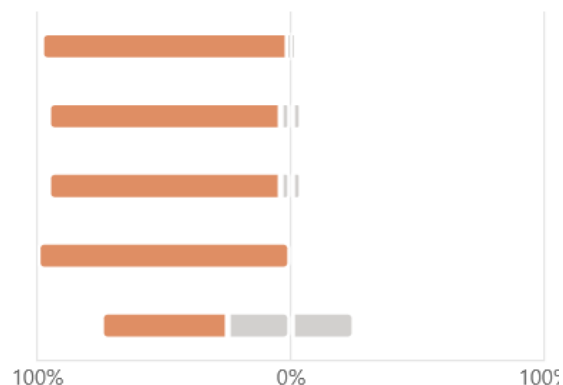
Mano dalyvavimas stažuotėje buvo pakankamai aktyvus (klausiau, diskutavau)

Lankytose įstaigose buvo atsakyta į visus mano ar mano kolegų klausimus

STEAM ugdymo aplinkos mokyklose, Vilnius Tech „Linkmenų fabrikas“ ir „Mokslo sala“ man padarė įspūdį

Atviras pamokas (veiklas) vedantys mokytojai geranoriškai dalijosi patirtimi

Pamokose (veiklose) stebėti ir išbandyti STEAM metodai naudingi mano pedagoginėje praktikoje



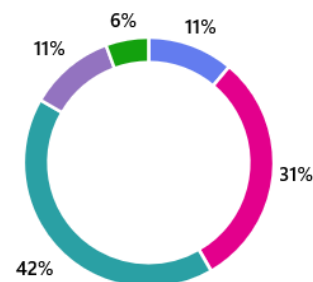
1 pav. Stažuotės turinio naudingumo vertinimas, proc.

Remiantis dalyvių pateiktais atsakymais, galima daryti išvadą, kad stažuotės turinys buvo įvertintas itin teigiamai. Dauguma respondentų pritarė pateiktiems teiginiams ir teigė, kad jų dalyvavimas buvo aktyvus, jie turėjo galimybę kelti klausimus, į kuriuos išsamiai atsakyta. Taip pat ypač palankiai įvertintos aplankytos STEAM ugdymo aplinkos, kurios paliko teigiamą įspūdį. Atvirose pamokose (veiklose) dalyvavę mokytojai buvo vertinami kaip geranoriški ir dalijosi savo patirtimi, kas sustiprino kolegialaus mokymosi aspektą. Nors dauguma dalyvių teigė, kad STEAM metodų stebėjimas ir išbandymas buvo naudingas jų pedagoginėje praktikoje, šioje srityje pastebėtas šiek tiek didesnis dalinai pritariančių atsakymų skaičius. Tai gali rodyti poreikį papildomam metodiniam palaikymui ar ilgesniam laikui praktikoje išbandyti šiuos metodus.

Antruoju klausimu buvo vertinama dalyvių asmeninio požiūrio į STEAM veiklą organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę) kaita, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai pasikeitė*, *Pasikeitė*, *Šiek tiek pasikeitė*, *Nei pasikeitė, nei nepasikeitė*, *Nepasikeitė* (žr. 2 pav.).

2. Kaip pasikeitė Jūsų požiūris į STEAM veiklą organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę)? (0 point)

● Labai pasikeitė
● Pasikeitė
● Šiek tiek pasikeitė
● Nei pasikeitė, nei nepasikeitė
● Nepasikeitė



2 pav. Dalyvių asmeninio požiūrio į STEAM veiklą organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę) kaita, proc.

Po stažuotės didžioji dauguma pedagogų (84 %) nurodė, kad jų požiūris į STEAM veiklų organizavimą pasikeitė. Tuo tarpu tik 17 % dalyvių pažymėjo, jog jų požiūris nepasikeitė arba nei pasikeitė, nei nepasikeitė. Tad galima teigti, jog stažuotė turėjo reikšmingą poveikį daugumos pedagogų asmeninio požiūrio kaitai – tikėtina, jog jie į STEAM veiklų organizavimą pradėjo žvelgti atviriau, kūrybiškiau ir labiau pasitikėdami savo gebėjimais.

Trečiuoju klausimu buvo vertinamas stažuotės naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai naudinga*, *Naudinga*, *Šiek tiek naudinga*, *Nei naudinga, nei nenaudinga*, *Nenaudinga* (žr. 3 pav.).

3. Kiek stažuotė buvo naudinga Jūsų profesiniam augimui STEAM srityje? (0 point)



3 pav. Stažuotės naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, proc.

Šie rezultatai rodo, kad stažuotė buvo naudinga visiems dalyviams augti profesinėje srityje ir gilinti STEAM kompetencijas. Dauguma dalyvių (84 %) įvertino stažuotę kaip naudingą ar labai naudingą, o neigiamų vertinimų visiškai nebuvo.

Ketvirtuoju klausimu buvo vertinamas dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai sustiprėjo*, *Sustiprėjo*, *Šiek tiek sustiprėjo*, *Nei sustiprėjo, nei nesustiprėjo*, *Nesustiprėjo* (žr. 4 pav.).

4. Kaip sustiprėjo Jūsų asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje? (0 point)



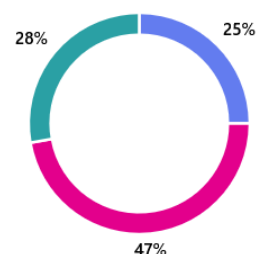
4 pav. Dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, proc.

Akivaizdu, kad stažuotė turėjo teigiamą poveikį dalyvių pasitikėjimui ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje. Net 91% respondentų pažymėjo pasitikėjimo augimą. Tai rodo, jog įgytos žinios ir praktinės veiklos buvo naudingos ir skatino pedagogus jaustis tvirčiau organizuojant STEAM ugdymą.

Penktuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti, ar pedagogai planuoja su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose. Atsakymus galėjo pasirinkti iš keturių kategorijų: *Taip, dažnai, Taip, kartais, Norėčiau pabandyti, Neplanuoju* (žr. 5 pav.).

5. Ar planuojate su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose? (0 point)

- Taip, dažnai
- Taip, kartais
- Norėčiau pabandyti
- Neplanuoju



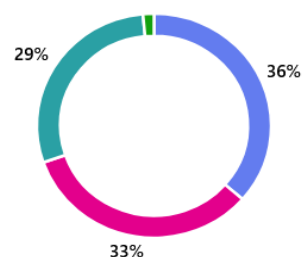
5 pav. Dalyvių pasirengimas su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose, proc.

Dauguma pedagogų (72%), planuoja organizuoti veiklas STEAM laboratorijose, o likusieji norėtų pabandyti tai padaryti. Tai dar kartą patvirtina dalyvių asmeninio pasitikėjimo savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje sustiprėjimą. Svarbu pažymėti, jog nebuvo nė vieno dalyvio, kuris neplanuotų STEAM veiklų, tai pabrėžia, kad pedagogai mato šios srities svarbą ir naudą mokiniams.

Šeštuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti įgytos patirties stažuotės metu praktinį pritaikomumą. Dalyviai turėjo galimybę pasirinkti kelis atsakymus iš pasiūlytų penkių variantų: *Pritaikysiu pamokose, Pritaikysiu kitose veiklose, Pasidalinsiu su kolegomis, Neturėsiu pritaikymo galimybės, Kita* (žr. 6 pav.).

6. Kaip planuojate pritaikyti patirtį įgytą stažuotės metu? (0 point)

- Pritaikysiu pamokose
- Pritaikysiu kitose veiklose
- Pasidalinsiu su kolegomis
- Neturėsiu pritaikymo galimybės
- Kita



6 pav. Dalyvių įgytos patirties stažuotės metu praktinis pritaikomumas, proc.

Rezultatai rodo, kad visi dalyviai mato praktinio taikymo galimybes. Tolygiai pasiskirstę pedagogų atsakymai, teigiantys, jog įgytą patirtį stažuotės metu pritaikys pamokose ar kitose veiklose, o 29% dalyvių pabrėžė, kad pasidalins įgyta patirtimi su kolegomis, kas, tikėtina, paskatins platesnį STEAM ugdymo metodų taikymą ir žinių sklaidą.

Stažuotės antrosios grupės refleksijos rezultatai

Antrosios grupės stažuotė vyko 2025 m. balandžio 1-2 d.

Pirmoji stažuotės diena. Kelionė Druskininkai – Vilnius – Kaunas.

Pirmoji dalis – stažuotė vienoje iš priimančių mokyklų: Vilniaus Jėzuitų gimnazijoje, Vilniaus Simono Stanevičiaus progimnazijoje.

Antroji dalis – Vilniaus Gedimino technikos universiteto kūrybiškumo ir inovacijų centro „Linkmenų fabrikas“.

Antroji stažuotės diena. Kelionė Kaunas – Druskininkai.

Pirmoji dalis – stažuotė vienoje iš priimančių mokyklų: Kauno technologijos universiteto Vaižganto progimnazijoje, Kauno Stepono Dariaus ir Stasio Girėno gimnazijoje, Kauno Herojaus progimnazijoje, Kauno Herojaus gimnazijoje.

Antroji dalis – Mokslo ir inovacijų populiarinimo centre Lietuvoje „Mokslo sala“.

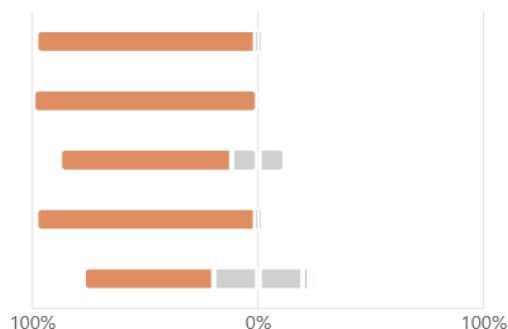
Refleksija „Stažuotės patirčių analizė ir pritaikymo galimybės“. Siekiant įvertinti stažuotės naudingumą dalyviams buvo pateikta apklausa.

Pirmuoju klausimu buvo vertinamas stažuotės turinys pagal penkis teiginius. Atsakymai pateikti trimis kategorijomis: *Sutinku*, *Iš dalies sutinku* ir *Nesutinku* (žr. 7 pav.).

1. Kaip vertinate stažuotės turinį? (0 point)

● Sutinku ● Iš dalies sutinku ● Nesutinku

Mano dalyvavimas stažuotėje buvo pakankamai aktyvus (klausiau, diskutavau)
Lankytose įstaigose buvo atsakyta į visus mano ar mano kolegų klausimus
STEAM ugdymo aplinkos mokyklose, Vilnius Tech „Linkmenų fabrikas“ ir „Mokslo sala“ man padarė įspūdį
Atviras pamokas (veiklas) vedantys mokytojai geranoriškai dalijosi patirtimi
Pamokose (veiklose) stebėti ir išbandyti STEAM metodai naudingi mano pedagoginėje praktikoje



7 pav. Stažuotės turinio naudingumo vertinimas, proc.

Dauguma respondentų pritarė pateiktiems teiginiams ir teigė, kad jų dalyvavimas buvo aktyvus, jie turėjo galimybę kelti klausimus, į kuriuos išsamiai atsakyta. Daugumos pedagogų palankiai įvertintos aplankytos STEAM ugdymo aplinkos. Atvirose pamokose (veiklose) dalyvavę mokytojai buvo vertinami kaip geranoriški ir dalijosi savo patirtimi, kas sustiprino kolegialaus mokymosi aspektą. Dauguma dalyvių sutiko arba iš dalies sutiko, kad STEAM metodų stebėjimas ir išbandymas buvo naudingas jų pedagoginėje praktikoje, ir tik 2,6 % pedagogų teigė nesutinkantys su šiuo teiginiu. Šie rezultatai patvirtina, kad stažuotės turinys buvo aktualus, prisidėjo prie dalyvių profesinio tobulėjimo ir paskatino STEAM metodų taikymą ugdymo procese.

Antruoju klausimu buvo vertinama dalyvių asmeninio požiūrio į STEAM veiklą organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę) kaita, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai pasikeitė*, *Pasikeitė*, *Šiek tiek pasikeitė*, *Nei pasikeitė nei nepasikeitė*, *Nepasikeitė* (žr. 8 pav.).

2. Kaip pasikeitė Jūsų požiūris į STEAM veiklų organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę)? (0 point)



8 pav. Dalyvių asmeninio požiūrio į STEAM veiklų organizavimą (palyginus su požiūriu prieš stažuotę) kaita, proc.

Rezultatai rodo, jog stažuotės poveikis reikšmingas kiekvieno pedagogo asmeninio požiūrio į STEAM veiklų organizavimą kaitai. Visi pedagogai nurodė, kad jų požiūris į STEAM veiklų organizavimą pasikeitė. Tuo tarpu tik 8 % dalyvių pažymėjo, jog jų požiūris išliko toks pats.

Trečiuoju klausimu buvo vertinamas stažuotės naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai naudinga, Naudinga, Šiek tiek naudinga, Nei naudinga nei nenaudinga, Nenaudinga* (žr. 9 pav.).

3. Kiek stažuotė buvo naudinga Jūsų profesiniam augimui STEAM srityje? (0 point)



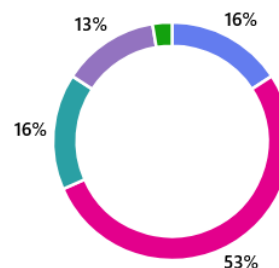
9 pav. Stažuotės naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, proc.

Šie rezultatai rodo, kad stažuotė buvo naudinga beveik visiems dalyviams augti profesinėje srityje ir gilinti STEAM kompetencijas. Ir tik 5% dalyvių pažymėjo, jog stažuotė buvo nei naudinga, nei nenaudinga jų profesiniam augimui STEAM srityje.

Ketvirtuoju klausimu buvo vertinamas dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai sustiprėjo, Sustiprėjo, Šiek tiek sustiprėjo, Nei sustiprėjo nei sustiprėjo, sustiprėjo* (žr. 10 pav.).

4. **Kaip sustiprėjo Jūsų asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje?** (0 point)

- Labai sustiprėjo
- Sustiprėjo
- Šiek tiek sustiprėjo
- Nei sustiprėjo, nei nesustiprėjo
- Nesustiprėjo



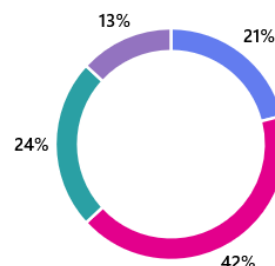
10 pav. Dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, proc.

Rezultatai rodo, jog dauguma (85%) dalyvių pažymėjo, kad stažuotė turėjo teigiamą poveikį jų asmeniniam pasitikėjimui ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje. Tai rodo, jog sustiprėjo pedagogų asmeninė kompetencija, t. y. asmeninis pasitikėjimas savo gebėjimais ugdyti STEAM kompetencijas.

Penktuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti, ar pedagogai planuoja su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose. Atsakymus galėjo pasirinkti iš keturių kategorijų: *Taip, dažnai, Taip, kartais, Norėčiau pabandyti, Neplanuoju* (žr. 11 pav.).

5. **Ar planuojate su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose?** (0 point)

- Taip, dažnai
- Taip, kartais
- Norėčiau pabandyti
- Neplanuoju



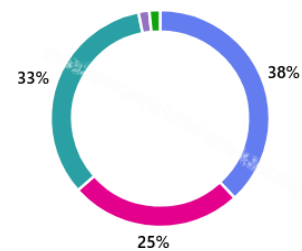
11 pav. Dalyvių pasirengimas su mokiniais veiklas organizuoti STEAM laboratorijose, proc.

Daugiau nei pusė atsakiusiųjų pedagogų (63%) planuoja su mokiniais organizuoti veiklas STEAM laboratorijose, 24% norėtų pabandyti tai padaryti, o 13% to neplanuoja. Tačiau bendras tendencijų pasiskirstymas patvirtina, kad STEAM ugdymo metodai yra vertinami kaip naudingi ir turi potencialą būti plačiai integruojami į mokymo procesą STEAM laboratorijose.

Šeštuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti įgytos patirties stažuotės metu praktinį pritaikomumą. Dalyviai turėjo galimybę pasirinkti kelis atsakymus iš pasiūlytų penkių variantų: *Pritaikysiu pamokose, Pritaikysiu kitose veiklose, Pasidalinsiu su kolegomis, Neturėsiu pritaikymo galimybės, Kita* (žr. 12 pav.).

6. Kaip planuojate pritaikyti patirtį įgytą stažuotės metu? (0 point)

- Pritaikysiu pamokose
- Pritaikysiu kitose veiklose
- Pasidalinsiu su kolegomis
- Neturėsiu pritaikymo galimybių
- Kita



12 pav. Dalyvių įgytos patirties stažuotės metu praktinis pritaikomumas, proc.

Rezultatai rodo, kad beveik visi dalyviai įžvelgia praktinio taikymo galimybes. Tolygiai pasiskirstė pedagogų atsakymai, teigiantys, jog įgytą patirtį stažuotės metu pritaikys pamokose ar pasidalins įgyta patirtimi su kolegomis, o ketvirtadalis pritaikys kitose veiklose. Šie duomenys patvirtina, kad stažuotė buvo prasminga ir skatino aktyvų mokytojų įsitraukimą bei STEAM metodų integraciją į ugdymo procesą.

Stażuočių refleksijos apibendrinimas

Stażuotė pasiteisino kaip vertinga profesinio augimo priemonė, skatinanti pedagogų kūrybiškumą, inovatyvumą bei kolegialų mokymąsi. Tą pagrindžia ir dalyvių išskirti pagrindiniai labiausiai patikę aspektai: bendradarbiavimas su kolegomis ir dalijimasis patirtimi STEAM srityje; tikslingai parinktos švietimo įstaigos, kiti objektai (LinkMenų fabrikas ir Mokslo sala) ir jų ugdymo aplinkos; STEAM ugdymo pagrindimas visose įstaigose; švietimo naujovių taikymas ugdymo procese, įtraukiant technologijas, skaitmeninius įrankius, programavimo pagrindus bei kitas inovatyvias priemones bei galimybė įsivertinti savo žinias ir taikomus metodus.

Apibendrinant galima teigti, kad stažuotė ne tik suteikė naujų žinių ir praktinių įžvalgų, bet ir paskatino dalyvius aktyviau taikyti STEAM metodus ugdymo procese bei ir toliau tobulinti savo pedagoginę praktiką. Pedagogai sustiprino **pažinimo kompetenciją**, gilindami supratimą apie STEAM ugdymo metodiką, integruoto mokymo principus bei jų praktinį taikymą. Taip pat buvo tobulinta ir **skaitmeninė kompetencija**, kurios metu pedagogai stiprino gebėjimą naudoti technologijas ugdymo procese bei praktiškai išbandė skaitmeninius įrankius. Tačiau labiausiai išreikšta **bendradarbiavimo ir komunikacijos kompetencija**, kurios metu sustiprėjo tarpusavio bendradarbiavimas, dalijimasis gerąja patirtimi su kolegomis ir savo asmeninės patirties įsivertinimas.

MOKYMAI „STEAM UGDYMO PLĖTOJIMAS IR PRAKTINIS TAIKYMAS“

Mokymai – tai organizuotas mokymosi procesas, kurio tikslas yra tobulinti dalyvių žinias, gebėjimus ir profesines kompetencijas tam tikroje srityje.

Siekdami pagilinti didaktines žinias STEAM srityje, pedagogai turi plėtoti naujus ugdymo metodus, įgyti papildomų kompetencijų ir pasitelkti inovatyvias mokymo galimybes. STEAM ugdymas reikalauja ne tik žinių perteikimo, bet ir kūrybiškumo bei kritinio mąstymo ugdymo, todėl tampa itin svarbu įgyti ar sustiprinti tikslines teorines žinias, reikalingas praktiniam STEAM įgyvendinimui.

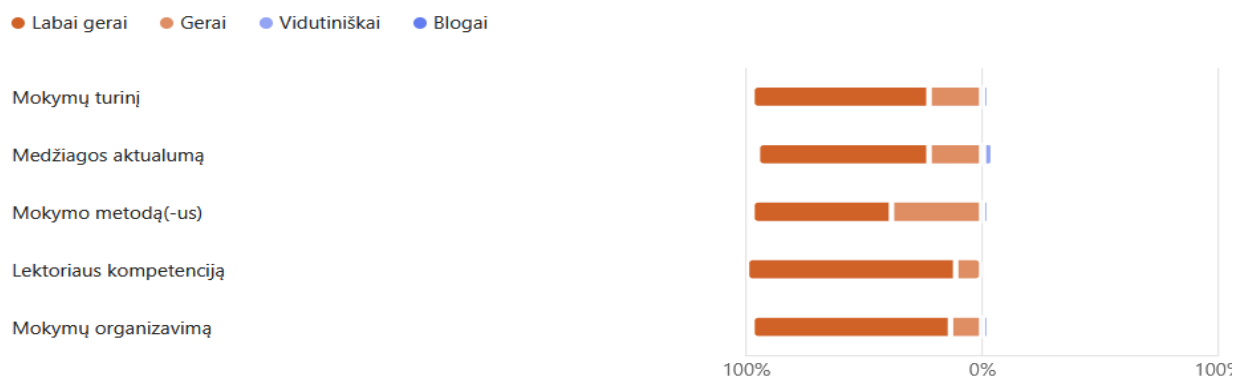
Teorinės dalies mokymų metu pateikta mokomoji medžiaga apėmė šias temas:

- STEAM ugdymo reikšmė, iššūkiai ir tolesnės taikymo galimybės.
- Pažangūs STEAM metodai ir patirtinis mokymas.
- Efektyvūs skaitmeniniai įrankiai STEAM ugdyme inovatyvūs sprendimai ir jų pritaikymas.
- STEAM ugdymo įgyvendinimo sėkmės istorijos ir dažniausiai pasitaikančios problemos.

Siekiant įvertinti mokymų aktualumą dalyviams buvo pateikta apklausa.

Pirmuoju klausimu buvo vertinama mokymų kokybė penkiais aspektais. Atsakymai pateikti keturiomis kategorijomis: *Labai gerai*, *Gerai*, *Vidutiniškai* ir *Blogai* (žr. 13 pav.).

1. Kaip vertinate mokymų kokybę?



13 pav. Mokymų kokybės vertinimas, proc.

Rezultatai aiškiai rodo, kad mokymai buvo sėkmingi, atitiko pedagogų lūkesčius ir suteikė kokybišką profesinio tobulėjimo patirtį. Visi aspektai – mokymų turinys, medžiagos aktualumas, mokymo metodai, lektoriaus kompetencija, mokymų organizavimas – įvertinti labai gerai arba gerai. Mokymo turinys ir pateikta medžiaga buvo aktuali ir naudinga, mokymo metodai efektyviai perteikė mokymų turinį, kuriuos vedė kvalifikuotas ir patyręs lektorius. Mokymų organizavimas – taip pat sulaukė aukštų įvertinimų, o tai rodo, kad visas procesas buvo gerai suplanuotas ir vyko sklandžiai.

Antruoju klausimu buvo vertinamas mokymų naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai naudinga*, *Naudinga*, *Šiek tiek naudinga*, *Nei naudinga nei nenaudinga*, *Nenaudinga* (žr. 14 pav.).

2. Kiek mokymai buvo naudingi Jūsų profesiniam augimui STEAM srityje?



14 pav. Mokymų naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, proc.

Šie rezultatai rodo, kad mokymai buvo naudingi beveik visiems dalyviams augti profesinėje srityje ir gilinti STEAM kompetencijas. Ir tik 5% dalyvių pažymėjo, jog mokymai buvo nei naudingi, nei nenaudingi jų profesiniam augimui STEAM srityje.

Trečiuoju klausimu buvo vertinamas dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai sustiprėjo, Sustiprėjo, Šiek tiek sustiprėjo, Nei sustiprėjo nei sustiprėjo, sustiprėjo* (žr. 15 pav.).

3. Kaip sustiprėjo Jūsų asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje?



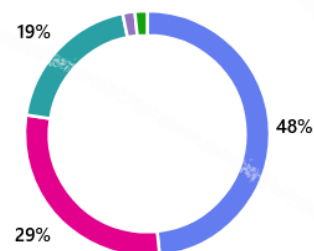
15 pav. Dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, proc.

Akivaizdu, jog kad mokymai, kaip ir stažuotė, turėjo teigiamą poveikį pedagogų asmeniniam pasitikėjimui ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje. Tai rodo, stiprėjančią pedagogų asmeninę kompetenciją ir stiprėjančią pasitikėjimą savo gebėjimais ugdyti STEAM kompetencijas.

Ketvirtuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti įgytos patirties mokymų metu praktinį pritaikomumą. Dalyviai turėjo galimybę pasirinkti kelis atsakymus iš pasiūlytų penkių variantų: *Pritaikysiu pamokose, Pritaikysiu kitose veiklose, Pasidalinsiu su kolegomis, Neturėsiu pritaikymo galimybės, Kita* (žr. 16 pav.).

4. Kaip planuojate pritaikyti patirtį įgytą mokymų metu?

- Pritaikysiu pamokose
- Pritaikysiu kitose veiklose
- Pasidalinsiu su kolegomis
- Neturėsiu pritaikymo galimybių
- Kita



16 pav. Dalyvių įgytos patirties mokymų metu praktinis pritaikomumas, proc.

Rezultatai rodo, kad beveik visi dalyviai įžvelgia praktinio taikymo galimybes. Daugiausia yra teigiančių, jog įgytas žinias pritaikys pamokose. Tolygiai pasiskirstė pedagogų atsakymai, teigiantys, jog įgytą patirtį mokymų metu pritaikys kitose veiklose ar pasidalins įgyta patirtimi su kolegomis. Šie duomenys patvirtina, kad ir teoriniuose mokymuose įgytos žinios prisideda prie praktinio pritaikomumo.

Apibendrinant mokymų „STEAM ugdymo plėtojimas ir praktinis taikymas“ rezultatus, galima teigti, kad jie buvo itin kokybiški ir naudingi pedagogų profesiniam augimui, praktiškai ir įgyvendinami ugdymo procese. Pedagogų įvardinti naudingiausi aspektai susiję su STEAM apibrėžties išaiškinimu, STEAM ir STEM skirtumais ir panašumais, pritaikomumu mokykloje ir praktiniais pavyzdžiais bei dirbtinio intelekto panaudojimo galimybėmis.

PRAKTINIAI UŽSIĖMIMAI „STEAM EKSPERIMENTAI IR TYRINĖJIMAI LABORATORIJOSE“

Praktiniai užsiėmimai – tai mokymo proceso dalis, kurios metu dalyviai aktyviai taiko teorines žinias realiose ar modeliuotose situacijose, siekdami įgyti praktinių įgūdžių, patirties ir gebėjimų. Šie užsiėmimai orientuoti į veiklą, eksperimentavimą, problemų sprendimą, kūrybiškumą ir refleksiją, todėl jie ypač svarbūs tobulinant profesines kompetencijas bei įgalinant dalyvius savarankiškai pritaikyti įgytas žinias savo darbinėje aplinkoje.

STEAM praktinis įgyvendinimas yra itin svarbus, nes leidžia taikyti tiek stažuotėje, tiek mokymuose įgytas žinias realiose situacijose, ugdyti kritinį mąstymą ir kūrybiškumą. STEAM laboratorijų praktiniai užsiėmimai vyko trejose laboratorijose.

Druskininkų „Atgimimo“ mokykloje praktiniai STEAM darbai vyko **robotikos/informatikos laboratorijoje**: matematika kasdienybėje, automatizavimo sprendimai. Veiklos metu buvo nagrinėjamos dvi temos: 1) kaip robotikos priemonės gali būti pritaikomos siekiant stiprinti matematikos supratimą per praktines užduotis; 2) automatizavimo sprendimai bei esamos įrangos galimybės integruoti į ugdymo procesą kitus mokomuosius dalykus, lavinant mokinių loginį mąstymą ir kūrybiškumą.

Druskininkų „Saulės“ pagrindinėje mokykloje praktiniai STEAM darbai vyko **medijų (grafinės planšetės) laboratorijoje**. Veiklos metu mokytojai susipažino su grafinių planšečių teikiamomis galimybėmis, išbandė įvairias kūrybines užduotis, integruojančias skirtingus mokomuosius

dalykus. Skaitmeninis piešimas buvo pristatytas kaip šiuolaikinė priemonė, padedanti ugdyti mokinių kūrybiškumą, vizualinį mąstymą ir saviraišką.

Druskininkų „Ryto“ gimnazijos praktiniai STEAM darbai **biologijos/chemijos/fizikos/inžinerijos/ technologijų laboratorijose**. Veiklos susiję su biologijos, chemijos bei fizikos įrangos pritaikymo galimybėmis STEAM pamokų metu. Pedagogai aktyviai eksperimentavo atliepdami šias temas: „Kristalai gamtoje, laboratorijoje ir mūsų gyvenime“ bei „Kaip druska, cukrus ir vanduo gali apjungti chemiją, fiziką ir biologiją?“

Siekiant įvertinti praktinių užsiėmimų aktualumą dalyviams buvo pateikta analogiška apklausa, kaip ir po mokymų dalies.

Pirmuoju klausimu buvo vertinama praktinių užsiėmimų kokybė penkiais aspektais. Atsakymai pateikti keturiomis kategorijomis: *Labai gerai, Gerai, Vidutiniškai ir Blogai* (žr. 17 pav.).



17 pav. Praktinių užsiėmimų kokybės vertinimas, proc.

Rezultatai rodo, kad dauguma pedagogų praktinius užsiėmimus visais aspektais – mokymų turinys, medžiagos aktualumas, mokymo metodai, lektoriaus kompetencija, mokymų organizavimas – įvertino labai gerai arba gerai. Šiek tiek žemesnio įvertinimo sulaukė medžiagos aktualumas, tačiau metodų parinkimas ir mokymų turinys parinkti tikslingai.

Antruoju klausimu buvo vertinamas praktinių užsiėmimų naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai naudinga, Naudinga, Šiek tiek naudinga, Nei naudinga nei nenaudinga, Nenaudinga* (žr. 18 pav.).

2. Kiek praktiniai užsiėmimai buvo naudingi Jūsų profesiniam augimui STEAM srityje?



18 pav. Praktinių užsiėmimų naudingumas dalyvių profesiniam augimui STEAM srityje, proc.

Šie rezultatai rodo, kad praktiniai užsiėmimai buvo naudingi beveik visiems dalyviams augti profesinėje srityje ir gilinti STEAM kompetencijas, atsižvelgiant į tai, jog tik 3% dalyvių pažymėjo, jog praktiniai užsiėmimai nenaudingi jų profesiniam augimui STEAM srityje.

Trečiuoju klausimu buvo vertinamas dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, kurią pedagogai galėjo įvertinti pasirenkant vieną iš penkių kategorijų: *Labai sustiprėjo, Sustiprėjo, Šiek tiek sustiprėjo, Nei sustiprėjo nei sustiprėjo, sustiprėjo* (žr. 19 pav.).

3. Kaip sustiprėjo Jūsų asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje?



19 pav. Dalyvių asmeninis pasitikėjimas savimi ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje, proc.

Akivaizdu, jog ir praktiniai užsiėmimai turėjo teigiamą poveikį pedagogų asmeniniam pasitikėjimui ruošiantis vaikus ugdyti STEAM srityje. Tik 3% dalyvių pažymėjo, jog praktiniai užsiėmimai nesustiprino šio pasitikėjimo, o didžioji dalis (71%) buvo tuo užtikrinti.

Ketvirtuoju klausimu buvo siekiama išsiaiškinti įgytos patirties praktinių užsiėmimų metu pritaikomumą. Dalyviai turėjo galimybę pasirinkti kelis atsakymus iš pasiūlytų penkių variantų: *Pritaikysiu pamokose, Pritaikysiu kitose veiklose, Pasidalinsiu su kolegomis, Neturėsiu pritaikymo galimybės, Kita* (žr. 20 pav.).

4. Kaip planuojate pritaikyti patirtį



20 pav. Dalyvių įgytos patirties praktinių užsiėmimų metu pritaikomumas, proc.

Rezultatai rodo, kad dauguma dalyvių įžvelgia praktinio taikymo galimybes. Tolygiai pasiskirstė pedagogų atsakymai, teigiantys, jog įgytą patirtį praktinių užsiėmimų metu pritaikys pamokose ar kitose veiklose, taip pat nemaža dalis teigia, jog pasidalins su kolegomis.

Apibendrinant praktinių užsiėmimų „STEAM eksperimentai ir tyrinėjimai laboratorijose“ rezultatus, galima teigti, jog jie apėmė pagrindines laboratorijų sritis, kuriose pedagogai aktyviai eksperimentavo, lavino praktinius įgūdžius ir ugdė problemų sprendimo gebėjimus. Pedagogų įvardinti

naudingiausi praktinių užsiėmimų aspektai susiję su kūrybiškumo taikymu ir technologijų panaudojimu pamokose/veiklose, animacijos kūrimo ir robotų konstravimo išbandymu, susipažinimu su priemonėmis laboratorijose ir metodinės medžiagos pateikimu bei idėjomis būsimiems STEAM darbams.

PROGRAMOS REFLEKSIJA: KĄ IŠMOKOME IR KAIP TAI PRITAIKYSIME?

Ilgalaikė kvalifikacijos tobulinimo programa „Sinergija STEAM ugdyme: nuo teorijos iki praktikos“ viena iš profesinio augimo galimybių, subūrusių Druskininkų savivaldybės pedagogus bendram mokymuisi, dalijimuisi ir tobulėjimui. Derindama teorines žinias, praktinius užsiėmimus ir stažuočių patirtis, programa sudarė sąlygas gilintis į STEAM ugdymo principus, tyrinėti tarpdisciplininio mokymo galimybes bei taikyti inovatyvius metodus realiame ugdymo procese.

Programos refleksijos renginio tikslas – reflektuoti pedagogų dalyvavimą ilgalaikėje STEAM kompetencijų ugdymo programoje, įsivertinti įgytas žinias, patirtis ir numatyti jų taikymo galimybes ugdymo praktikoje. Kiekvienos dalyvavusios mokyklos – Druskininkų „Atgimimo“ mokyklos, Druskininkų „Ryto“ gimnazijos, Druskininkų „Saulės“ pagrindinės mokyklos, Druskininkų savivaldybės Leipalingio progimnazijos, Druskininkų savivaldybės Viečiūnų progimnazijos – pedagogų komandos parengė pristatymus, kuriuose apibendrino visą dalyvavimo programoje „Sinergija STEAM ugdyme: nuo teorijos iki praktikos“ patirtį ir integruotos pamokos/projekto planą (pristatymai ir planai pateikiami prieduose).

Druskininkų „Atgimimo“ mokyklos pedagogai savo pristatyme perteikė įgytą patirtį ir pasidalijo, *kaip ją pritaikys pamokose, remdamiesi kiekvienoje aplankytoje įstaigoje sukauptomis įžvalgomis*. Pateiktas **integruotas matematikos, gamtos mokslų, fizinio ugdymo bei technologijų pamokos planas „Šuolio iššūkis: kaip toli gali nušokti robotas?“**, kurios tikslas: mokiniai integruos matematikos, gamtos mokslų, fizinio ugdymo ir technologijų žinias, kurdami ir tobulindami šoklį robotą, gebės planuoti, rinkti, programuoti ir testuoti jo šuolius, matuodami atstumus ir analizuodami rezultatus. Šios pamokos planavimui pasitelkta platforma EditAi.

Druskininkų „Ryto“ gimnazijos pedagogai reflektuodami savo patirtis, akcentavo *aplankytų įstaigų erdves ir jų įveiklinimą, mokinių savivaldaus mokymosi aspektus*, taip pat išryškino gilesnį *požiūrį į integruotą projektinę veiklą* – vietoj pavienių, trumpalaikių užduočių siūloma vystyti vieną nuoseklų projektą, kuris būtų vykdomas per skirtingas pamokas ir dalykus. Pateiktas **integruotas STEAM pamokos planas, apjungiantis matematikos, biologijos ir chemijos mokomuosius dalykus, „Vegetatyvinis augalų dauginimas įvairiuose substratuose“**.

Druskininkų „Saulės“ pagrindinės mokyklos pedagogus nustebino netikėta ir įkvepianti patirtis pamatyti, kaip kai kurios *mokyklos, veikdamos savomis jėgomis, sugeba sukurti modernią ir mokiniams patrauklią mokymosi aplinką*. Taip pat perteikė, *kokią patirtį kiekvienos įstaigos norėtų pritaikyti bei labiausiai dominančius STEAM metodus, įrankius ir sprendimus*. Pateiktas **integruotas pamokos planas, apjungiantis gamtos mokslų, matematikos, technologijų, dailės mokomuosius dalykus „Energija kasdieniniame gyvenime: kur ji slepiasi?“**.

Druskininkų savivaldybės Leipalingio progimnazijos komanda savo pristatyme akcentavo *naudingas praktikas: pamokų integravimą (STEAM), kai kelios disciplinos susijungia į vieną temą; aplinkos svarbą – atviros, jaukios ir šiuolaikiškos erdvės skatina kūrybiškumą; bei bendradarbiavimą tarp mokytojų, kuris stiprina pamokų kokybę ir mokinių motyvaciją*. Taip pat *pasidalijo iššūkiais: laiko trūkumu bendradarbiavimui tarp mokytojų, pamokų derinimu tvarkaraštyje bei metodine pagalba, siekiant tikslingo integravimo STEAM į humanitarinius dalykus*. Pateiktas

integruoto STEAM projekto „Tvarus Leipalingis: ateities miestelis mūsų rankose“ planas, apjungiantis fizikos, matematikos, informacinių technologijų, dailės/dizaino ir geografijos mokomuosius dalykus.

Druskininkų savivaldybės Viečiūnų progimnazijos pedagogai išskyrė tris *programos naudingumo aspektus: profesinį tobulėjimą, inovatyvių metodų pritaikymo galimybes bei bendradarbiavimo ir tinklaveikos svarbą*. Pateiktas integruoto STEAM projekto „Muzikiniai skaičių labirintai“ planas, apjungiantis matematikos, muzikos ir informacinių technologijų mokomuosius dalykus.

Ilgalaikė kvalifikacijos tobulinimo programa „Sinergija STEAM ugdyme: nuo teorijos iki praktikos“ tapo reikšminga profesinio augimo galimybe Druskininkų savivaldybės pedagogams, skatindama bendrą mokymąsi, dalijimąsi patirtimi ir inovatyvių ugdymo praktikų taikymą. Jos metu pedagogai patobulino šias kompetencijas:

1. **Bendradarbiavimo ir komunikacijos kompetenciją**, kuri sustiprino tarpusavio pasitikėjimą ir atvirą dialogą, sudarė sąlygas mokytis vieniems iš kitų ir tobulinti savo profesinę veiklą.
2. **Pažinimo kompetenciją**, kuri išplėtojo supratimą apie STEAM ugdymo metodiką, integruoto mokymo principus ir jų praktinį taikymą, įtraukiant inovatyvius problemų sprendimo būdus.
3. **Didaktinę kompetenciją**, sustiprinusią gebėjimą kryptingai planuoti, organizuoti ir įgyvendinti mokymosi procesą, taikant efektyvius ugdymo metodus ir strategijas bei orientuotą į šiuolaikinę mokymo(si) paradigmą.
4. **Skaitmeninę kompetenciją**, apimančią gebėjimą naudoti technologijas ugdymo procese, kurios metu buvo išbandyti nauji skaitmeniniai įrankiai, programavimo pagrindai ir kitos inovatyvios priemonės, padedančios kurti interaktyvias ir įtraukiančias pamokas.

„Tai nebuvo tik geroji praktika – tai buvo įkvėpimas keistis“ (Druskininkų „Saulės“ pagrindinės mokyklos pedagogų įžvalga).

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Girdzijauskienė, R., & Šmitienė, G. (2023). Menų samprata STEAM koncepcijoje: pusiau sisteminė literatūros apžvalga. *Pedagogika*, 140(4), 155–171. <https://doi.org/10.15823/p.2020.140.9>
2. Kurk Lietuvai. (2023). *Bendradarbiavimas STEAM ugdyme: esamos situacijos Lietuvoje apžvalga*. https://data.kurkl.lt/wp-content/uploads/2023/07/Esamos_situacijos_Lietuvoje_apzvalga_2023_08.pdf
3. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). *The Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
4. Spiriajevienė, I., Tumosienė, G., & Lastauskienė, J. (2023). Pradinių klasių mokytojų, taikančių STEAM ugdymo metodą, patirtys integruoto-holistinio kompetencijų lygmens požiūriu. *Mokslo Taikomieji Tyrimai / Applied Research*, 1(19), 175-187. <https://doi.org/10.59476/mtt.v1i19.584>
5. Tan, S. C., Koh, T. S., & Hung, D. (2023). Building Professional Learning Communities for STEM Education: A Design-Based Research Approach. *Educational Technology Research and Development*, 71(2), 387–407. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10120-2>