



# sySTEAM

**SISTEMINIS POŽIŪRIS Į STEAM UGDYMO  
TAIKYMĄ MOKYKLOSE**



## TURINYS

STEAM ĮGYVENDINIMO GAIRĖS	4
ŠIUOLAIKINIŲ STEM TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ IR JŲ GALIMAS PRITAIKYMAS KLASĖJE	12
STEAM PARENGTIES LYGIŲ SISTEMA	34
STEAM PARENGTIES SAVIANALIZĖS ĮRANKIS	40
TECHNOLOGIJŲ TAIKYMO MOKYKLOJE GAIRĖS	44
SKIRTINGŲ DALYKŲ INTEGRAVIMO GAIRĖS	60
MOKYKLŲ-VERSLO-ŪVO BENDRADARBIAVIMO GAIRĖS	68
ĮGYVENDINIMO REFLEKSIJA	74

Bendrai finansuojama pagal  
Europos Sąjungos programą  
„Erasmus+“



Šio leidinio turinys neatspindi oficialios Švietimo mainų paramos fondo, Europos Sąjungos ar jos institucijų nuomonės. Atsakomybė už šiame leidinyje pateiktą informaciją bei išreiškiamą požiūrį tenka leidinio autoriams.

# STEAM ĮGYVENDINIMO GAIRĖS

Autoriai: Andrius Uždanavičius, Arminas  
Varanauskas, Gintarė Zinkevičiūtė



STEAM ugdymas neturėtų būti vertinamas kaip savaiminis tikslas arba kaip Šventasis Gralis, kuris išspręš visas švietimo problemas Jūsų organizacijoje. Prieš diegiant STEAM ugdymą mokykloje, svarbu nustatyti pagrindines problemas, kurios reikalauja neatidėliotino sprendimo, ir apgalvoti, ar STEAM ugdymas gali padėti jas išspręsti. Šiam tikslui pasiekti siūlome remtis šiose gairėse aprašytais aštuoniais žingsniais .

Problemų sprendimo metodas, skirtas suplanuoti ir įgyvendinti strategiją apima šiuos aštuonis veiksmus:

0. Prieš pradėdant
  1. STEAM parengties savianalizė
  2. Išsiginčinkime ir išanalizuokime problemą
  3. Parenkime veiksmų teoriją
  4. Išsikelkime tikslą
  5. Paruoškime įgyvendinimo planą
  6. Stebėkime įgyvendinimą
  7. Įvertinkime pažangą
  8. Pritaikykime ir modifikuokime tolesniam tobulinimui

Čia galite rasti [plano šabloną](#), kurį Jums reikės pildyti viso proceso metu. Rekomenduojame atsispausdinti šabloną ant A3 popieriaus formato ir užpildžius pakabinti matomoje vietoje mokykloje, tam, kad jis galėtų būti naudojamas įgyvendinant planą.

Prie dalies žingsnių rasite užuominą, jog atitinkamas žingsnio rezultatas turėtų būti perkeltas į plano šabloną. Jei tokios užuominos nėra, tuomet yra paliekama spręsti Jums, ar norėsite ką nors pasižymėti, papildomai. Rekomenduojame visada pasižymėti svarbiausias pastabas, kurios paprastai naudingos įgyvendinimo bei įsivertinimo metu. Taip pat, šiame dokumente yra įterptos nuorodos į naudingus išteklius, kurie papildo plano šabloną.

Šios gairės yra nuoseklus planavimo proceso aprašymas žingsnis po žingsnio, skirtas paskirtam projekto vadovui. Ar visai komandai būtų svarbu susipažinti su šiomis gairėmis – priklauso nuo Jūsų.

Dokumente vartojami sutrumpinimai:

PV – projekto vadovas;  
PŠ – plano šablonas.

---

<sup>1</sup> Šie žingsniai yra aprašyti remiantis Stacey Childress ir Geoff Marietta straipsniu „Problemų sprendimo metodas, skirtas atlikties gerinimo strategijai kurti ir įgyvendinti“ (angl. “A Problem-Solving Approach to Designing and Implementing a Strategy to Improve Performance”) ir papildyti remiantis projekto „sySTEAM - sisteminis požiūris į STEAM švietimo mokyklose įgyvendinimą“ rezultatais.

## 0. PRIEŠ PRADEDANT

Prieš planuojant įgyvendinti STEAM ugdymą mokykloje svarbu atsakyti į kelis klausimus, kurie padės užtikrinti šio proceso sklandumą:

**0.1.** Kas bus atsakingas už viso proceso (nuo planavimo iki STEAM taikymo) įgyvendinimą mokykloje? Paskirkite projekto vadovą (PV), kuris vadovaus planavimo procesui ir stebės projekto įgyvendinimą. Užrašykite PV vardą plano šablone (PŠ), OA dalyje.

**0.2.** Kas mokykloje prisidės prie STEAM įgyvendinimo? Surinkite projekto komandą, kuri parengs ir įgyvendins STEAM projektą. Užrašykite komandos narių vardus PŠ, OB dalyje.

**0.3.** Prieš pradėdant galite perskaityti [STEM technologijų analizė ir jų galimas pritaikymas klasėje](#), galbūt tai Jus įkvėps!

## 1. STEAM PARENGTIES SAVIANALIZĖ

Pirmas žingsnis pradėdant STEAM įgyvendinimą yra išanalizuoti dabartinę mokyklos situaciją ir poreikius, susijusius su STEAM įgyvendinimu.

**1.1.** Perskaitykite dokumentą [STEAM parengties lygių sistema](#), kuris suteikia pagrindą tokiai analizei. Tai nėra priemonė reitingavimui, o greičiau naudingas būdas suprasti esamą situaciją ir tuo remiantis priimti labiausiai Jums tinkamus sprendimus.

**1.2.** Naudokite [STEAM parengties savianalizės įrankį](#), kuris padės geriau suprasti dabartinę situaciją, susijusią su STEAM įgyvendinimu.

**1.3.** Pažymėkite taškus pagal gautus rezultatus ir sujunkite juos PŠ, 1 dalyje.

## 2. IŠSIGRYNINKITE IR IŠANA-LIZUOKITE PROBLEMĄ

Norėdami identifikuoti problemą, kartu su projekto komanda atsakykite į žemiau pateiktus klausimus:

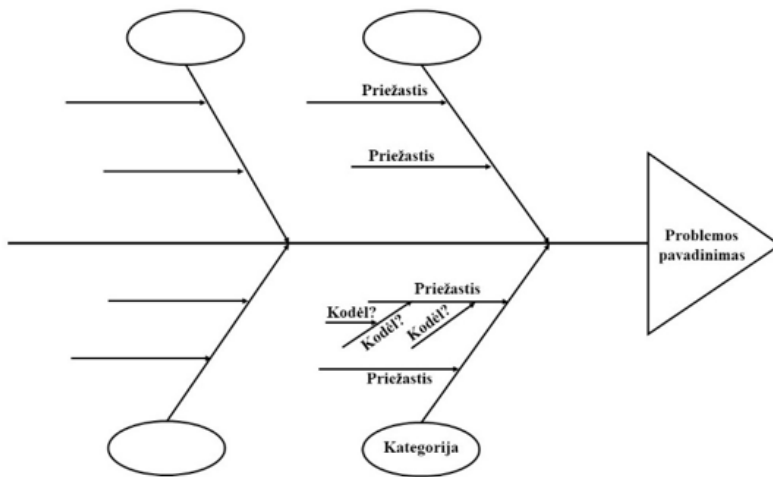
**2.1.** Kokią problemą bandote išspręsti? Apibūdinkite ją paprastais terminais ne-naudodami žargono (ne daugiau kaip sakinyš ar du). Įsitikinkite, kad ji yra susijusi su mokiniiais, mokytojais ar ugdymo turiniu. Užsirašykite problemą PŠ, 2 dalyje.

**2.2.** Kokius konkrečius įrodymus turite problemai, kurią aprašėte prieš tai buvusiame punkte, pagrįsti? Ar šie įrodymai padės perteikti problemos pobūdį ir svarbą mokytojams bei kitoms suinteresuotosioms šalims? Kaip su jų pagalba patikrinsite savo prielaidas ir kaip atsižvelgsite į jų suteiktą grįžtamąjį ryšį?

**2.3.** Kokie yra trys pastebimi problemos požymiai (simptomai)? Kokios yra pagrindinės kiekvieno požymio priežastys? Pagrindinių priežasčių analizei naudokite [Žuvies kaulo \(Ishikawa\) diagramą](#) (dar vadinamą – 5 Kodėl).

**2.4.** Ar galite nustatyti pagrindines problemos priežastis? Dažnai neįmanoma padaryti visko vienu kartu, tad Jūsų komanda turėtų bendrai sutarti, nuo ko reikėtų pradėti. Vienas iš būdų, kaip su komanda atsirinkti prioritetus, yra užduoti klausimą: „Jei turėtume laiko bei pinigų, kad išspręstume vieną ar dvi pagrindines priežastis, kurios, mūsų manymu, turėtų didžiausią poveikį?“

**2.5.** Kokios pasekmės gali kilti neišsprendus problemos? Būkite konkretūs. Jeigu nebus imamasi jokių veiksmų, kaip tai paveiks mokinius ilgalaikėje



**1 paveikslėlis.** Žuvies kaulo (Ishikawa) diagramos pavyzdys.

### 3. IŠGRYNIKITE VEIKSMŲ TEORIJĄ

Klausimai, kurie padės Jums sukurti veiksmų teoriją:

**3.1.** Kaip manote, kokie konkretūs veiksmai sumažins arba išvis pašalins vieno ar kelių pagrindinių problemos priežasčių, kurias nustatėte ankstesniame etape, poveikį? Atsakykite į šį klausimą įvardindami tiek pagrindinių priežasčių, kiek galite.

**3.2.** Kaip manote, kodėl šie veiksmai leis pasiekti norimus rezultatus? Kitaip tariant, kokias prielaidas darote apie tai, kaip mokosi mokiniai? Kaip mokosi suaugusieji? Kaip veikia komanda? Apie Jūsų kontekstą ar aplinką? Apie Jūsų mokinius ir jų šeimas? Kitas būdas pagalvoti apie šį žingsnį yra užduoti sau klausimą: „Kuo turime tikėti, kad mūsų teorija būtų naudinga?“

**3.3.** Remdamiesi anksčiau pateikta analize, suformuokite teiginių „jei... tuomet...“ seriją, kurie gali padėti perteikti veiksmų teoriją (pvz., jei integruosime skirtingus

dalykus, ne tik mokiniai supras sudėtingas sąvokas, bet ir mokytojai gebės geriau bendradarbiauti tarpusavyje) ir įrašykite juos į PŠ, 3 dalyje.

### 4. IŠSIKELKITE TIKSLĄ

Išsikelti tikslui Jums gali padėti šie klausimai:

**4.1.** Ką norite pasiekti? Kaip žinosite, kada tai pasiekėte? Suformuluokite tikslą, kuris būtų konkretus (aiškiai apibrėžtas ir visiems vienodai suprantamas), realus (atsižvelgiant į išteklius ir žinias) ir apibrėžtas laike (su konkrečiu galutiniu terminu). Keliantis tikslą rekomenduojame naudotis SMART principais. Įrašykite tikslą PŠ, 4 dalyje.

**4.2.** Kokie rodikliai padės nustatyti ar pavyko pasiekti tikslą? Įrašykite rodiklius PŠ, 4 dalyje.

## 5. PARUOŠKITE ĮGYVENDINIMO PLANĄ

Šiame žingsnyje projekto komanda turėtų nusimatyti konkrečius veiksmus, kurių reikia imtis norint pasiekti tikslą ir identifikuoti išteklius, reikalingus sėkmingam projekto įgyvendinimui. Ištekliai gali būti finansiniai, žmogiškieji ir (ar) įvairios priemonės / technologijos.

**5.1.** Kokių žingsnių turite imtis norėdami įgyvendinti projektą? Kas, ką ir kada darys? Užpildykite lentelę PŠ 5 dalyje.

**5.2.** Jei Jūsų plane yra numatytas naujų technologijų įtraukimas į mokymo(si) procesą, rekomenduojame perskaityti [Technologijų taikymo mokykloje gaires](#). Ar atradote idėjų, kurios būtų Jums naudingos? Įrašykite jas PŠ, 5A dalyje. Jei ši dalis nėra aktuali – palikite lauką tuščią.

**5.3.** Jei Jūsų plane yra numatytas skirtingų dalykų integravimas, rekomenduojame perskaityti [Skirtingų dalykų integravimo gaires](#). Ar atradote idėjų, kurios būtų Jums naudingos? Įrašykite jas PŠ, 5B dalyje. Jei ši dalis nėra aktuali – palikite lauką tuščią.

**5.4.** Apsvarstykite, koks bendradarbiavimas su kitomis organizacijomis galėtų suteikti pridėtinės vertės Jūsų projektui. Perskaitykite [Mokyklų-verslo-NVO bendradarbiavimo gaires](#). Ar atradote idėjų, kurios būtų Jums naudingos? Įrašykite jas PŠ, 5C dalyje. Jei ši dalis nėra aktuali – palikite lauką tuščią.

**5.5.** Nenuvertinkite investicijų į mokytojų, kurie dalyvaus įgyvendinant projektą, kompetencijas svarbos. Ar kyla poreikis mokymams, kurie padėtų užtikrinti, jog mokytojai, įgyvendinantys veiksmus, turėtų reikiamų įgūdžių atlikti savo darbą? Užrašykite atsakymą ir galimus veiksmus PŠ, 5D dalyje.

Papildomi klausimai, padedantys užtikrinti sėkmingą plano įgyvendinimą:

**5.6.** Kokie materialiniai ištekliai yra reikalingi projekto įgyvendinimui? (mokymo priemonės, technologijos, fizinė erdvė ir kt.)

**5.7.** Kiek kainuos plano įgyvendinimas? Kaip už tai mokėsite? Ar bus sutaupoma kitose srityse, susijusiose su projekto įgyvendinimu?

**5.8.** Kokios yra pasekmės mokiniams, mokytojams, tėvams ir vadovybei, jei yra pasiekiamas pokytis? Šis klausimas padeda atskleisti grupes, kurios gali jausti grėsmę dėl siūlomų pakeitimų.

**5.9.** Kaip užtikrinsite paramą projektui, ypač tarp suinteresuotųjų šalių, kurios mano, kad dėl įvyksiančių pokyčių jos gali nukentėti?

**5.10.** Su kokiomis kliūtimis (tiek vidaus, tiek išorės) galite susidurti? Ką galite padaryti, kad užkirstumėte kelią jų atsiradimui arba, kaip galėtumėte jas greitai įveikti? Kas bus atsakingas už reagavimo į kliūtis valdymą?

**5.11.** Kokius proceso rodiklius stebėsite, kad žinotumėte, jog įgyvendinimas vyksta pagal planą?

**5.12.** Ar turite sistemą, reikalingą surinkti duomenims, kurie padėtų įvertinti nusimatytus rodiklius? Jei ne, kaip šie duomenys bus renkami? Kas bus atsakingas už surinktų duomenų analizę?



## 6. STEBĖKITE ĮGYVENDINIMĄ

Šio etapo metu neabejotinai atsiras kliūčių, taigi atsakingas (-i) už įgyvendinimo etapą turi būti pasiruošęs nedelsdamas (-i) juos spręsti. Dažnai šios kliūtys gali būti lengvai įveikiamos. Kartais susidūrimas su kliūtimi yra galimybė gauti svarbios informacijos, kuri padės tobulinti veiksmų planą. Grįžtamasis ryšys, leidžiantis organizacijai mokytis ir nuolat tobulėti, yra labai svarbus sėkmingam proceso įgyvendinimui.

**6.1.** Nuspręskite, kaip dažnai projekto komanda peržiūrės planą? Komanda turėtų susitarti dėl plano peržiūros dažnumo (rekomenduojama vienetas – savaitės) ir įrašyti skaičių PŠ, 6 dalyje.

Pagrindiniai klausimai, susiję su plano įgyvendinimo stebėjimu ir reguliaria plano peržiūra (tai nėra baigtinis klausimų sąrašas ir nėra būtinybės atsakyti į visus klausimus per vieną susitikimą. Šis sąrašas tai įkvėpimas PV, kuris turėtų jį naudoti jam tinkamiausiu būdu):

- Ar mokytojai supranta, kaip jų kasdieniai veiksmai yra susiję su tikslo pasiekimu? Ar tikslas jiems yra prasmingas?
- Ar suteikiate paramą mokytojams, reikalingą sėkmingai atlikti plano įgyvendinimo metu numatytus darbus?
- Ar mokytojai įgyvendina veiksmus taip, kaip jie buvo numatyti? Jei ne, kodėl? Kokios pasekmės kils, jei veiksmai nebus įgyvendinti?
- Kaip yra užtikrinama, kad visi projekto dalyviai teiktų reguliarius grįžtamąjį ryšį, leidžiantį nuolat tobulinti įgyvendinimo procesą?
- Ar duomenys, kuriuos renkate, yra tinkami pažangai įvertinti? Ar prašote atitinkamų suinteresuotųjų šalių pateikti informaciją apie plano įgyvendinimą?

- Ar pasiekiate visus tarpinius rezultatus, kuriuos nustatėte įgyvendinimo planavimo etape? Ar laikotės nusimatytų terminų? Biudžeto? Darbuotojų paskirstymo?

- Jei praleidžiate kuriuos nors etapus (angl. milestone), kodėl taip atsitinka? Ar pradinis veiklų planas laiko prasme buvo per daug ambicingas? Ar nepakankamai įvertinote, kiek laiko užims tam tikros veiklos vykdymas? Ar prognozuojant nebuvo atsižvelgta į svarbius veiksnius? Ar atsirado netikėtų kliūčių? Ar turėtumėte pakoreguoti lūkesčius ar padidinti pastangas, kad galėtumėte pasiekti pradžioje nusimatytą tikslą?

- Ar asmenys ir (arba) komandos aktyviai dalyvauja veiksmų plano įgyvendinimo veiklose? Jei ne, kodėl? Ar tai yra įgūdžių problema, kuri paskatintų daugiau dėmesio skirti kompetencijų kėlimui? Ar tai yra nusiteikimo problema? Ar kai kurie mokytojai atsisako šių naujovių, manydami, kad „tai irgi greitai praeis“? Jei taip, kokių veiksmų imsitės padedant mokytojams pakeisti savo elgesį? Jei tai neveiksminga, ką darysite?

## 7. ĮVERTINKITE PAŽANGĄ

**7.1.** Ar pasiekėte tikslą? Įvertinkite rodiklius, ar pasiekta reikšmė yra tokia, kokią numatėte? Kas turėjo didžiausią įtaką rodiklių (ne)pasiekimui?

**7.2.** Ar pasiekę tikslą išsprendėte problemą? Ar diagnozavome tinkamas pagrindines problemos priežastis? Kas pasikeitė įgyvendinus projektą mokykloje, klasėje, tarp mokinių, mokytojų ir t.t.? Įrašykite PŠ, 7 dalyje.

**7.3.** Jei ne, kaip galite panaudoti surinktą grįžtamąjį ryšį, tikslo ir veiksmų plano peržiūrai, kad jis taptų veiksmingesnis? Ar yra alternatyvių veiksmų, kurie gali būti efektyvesni?

**7.4.** Ką sužinojote įgyvendindami savo veiksmų planą? Kaip galime patobulinti šį

procesą, padaryti jį efektyvesniu? Naudokite įgyvendinimo refleksijos (versija spausdinimui / kompiuterinė versija) šabloną, skirtą viso proceso refleksijai.

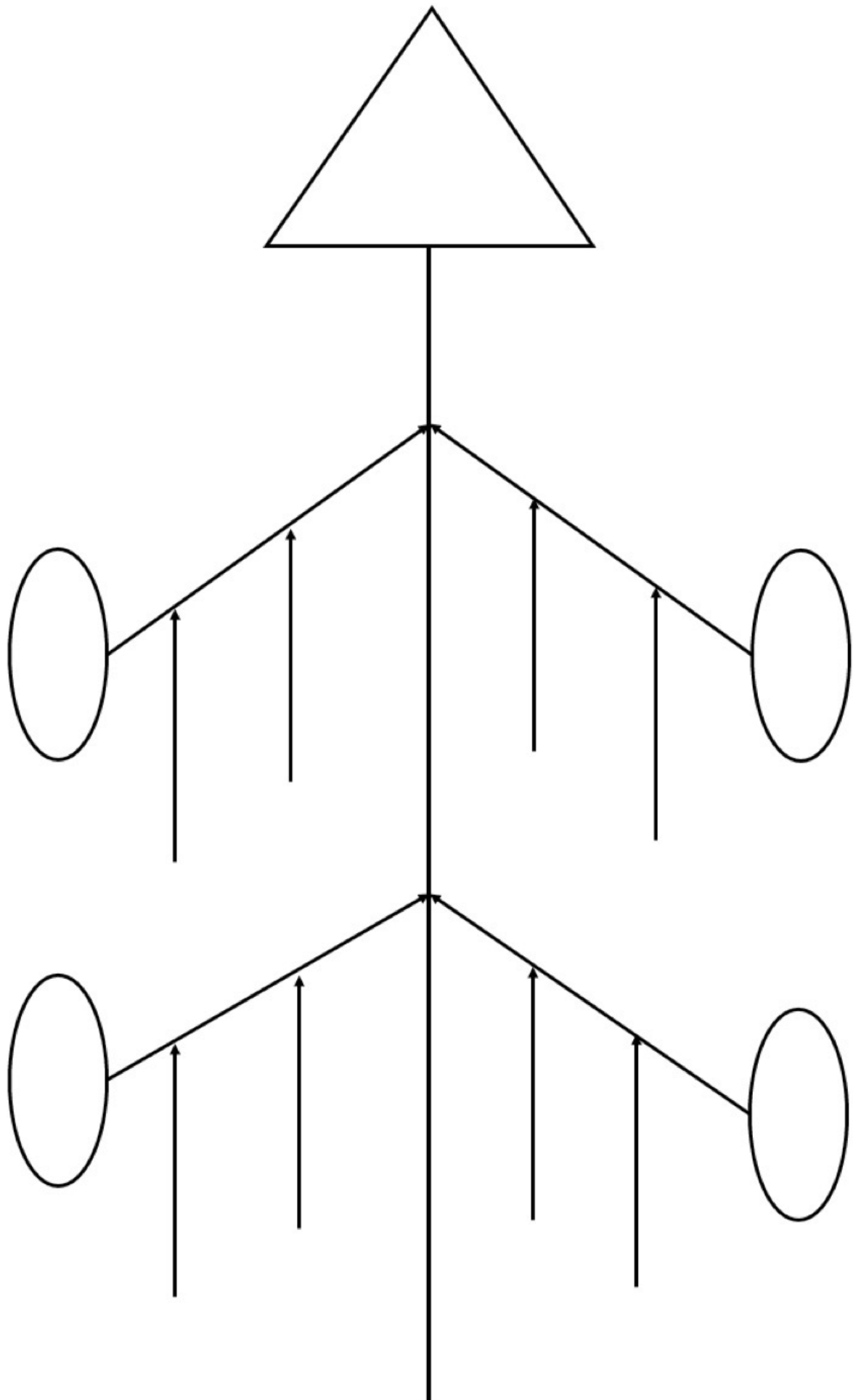
## 8. PRITAIKYKITE IR MODIFIKUOKITE TOLESNIAM TOBULINIMUI

**8.1.** Pasirinkite vieną iš variantų (detalesnė informacija žemiau) ir pažymėkite jį PŠ, 8 dalyje.

**A.** Jei darote pažangą spręsdami pradinę problemą, tačiau tikslas dar nepasiektas: **PERPLANUOTI**. Kokie pataisymai yra reikalingi plane, tam, kad sumažintumėte vienos ar daugiau pagrindinių priežasčių svarbą? Pradėkite iš naujo planuoti savo projektą nuo 0 žingsnio.

**B.** Jei tikslas buvo pasiektas: **TĘSTI**. Naudodamiesi įsivertinimu ir įgyvendinimo refleksijoje esančia informacija suplanuokite, kaip išlaikyti pasiektą pokytį ir įtvirtinti jį kasdienėje praktikoje.

**C.** Veiksmai neturėjo jokios įtakos problemai arba problema nebėra aktuali: **NUTRAUKTI**.



**1 Priedas.** Žuvies kaulo  
(Ishikawa) diagrama

# ŠIUOLAIKINIŲ STEM TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ IR JŲ GALIMAS PRITAIKYMAS KLASĖJE

Autoriai: Belén López, Rafael Marín, Laura Rubio, David Segarra  
(FCRi) with the kind assistance of Martí Badal



## ĮVADAS

Pagrindinis sySTEAM projekto tikslas yra padidinti STEAM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos, menų ir matematikos) naudojimą mokymo procese, užtikrinant kokybišką ir sklandų tarpdisciplininio mokymosi įgyvendinimą pagrįstą tyrimais, projektais ir problemomis. Šis pranešimas, apie esamų ir besiformuojančių technologijų, skirtų naudoti klasėje, dabartinę padėtį, yra pirmas žingsnis šiam tikslui pasiekti.

Šiame pranešime aptariamos technologijos apima platų galimybių spektrą tam, kad kiekviena mokykla galėtų pasirinkti geriausiai jų poreikius tenkančius taikymo būdus. Technologijos yra suklasifikuotos pagal jų baigtumą ir paplitimą pasaulyje ir skirstomos į egzistuojančias arba atsirandančias, tačiau visos buvo atrinktos remiantis galimybe pagal jas įgyvendinti tarpdisciplininius STEM (gamtos mokslų, technologijų, inžinerijos ir matematikos) projektus.

Pristatant technologiją yra apžvelgiami šie aspektai: veikimo principas, istorinė informacija, praktiniai taikymo būdai, sąsaja su ugdymu ir realaus pasaulio pavyzdžiai. Mūsų tikslas – mokytojams pateikti pagrindus kaip ruošti mokinius, kad ateityje jie būtų kūrybiškesni, kritiškai ir mokėtų spręsti problemas.

Šį dokumentą papildo kitas, kuriame pateikiamas gairių rinkinys tokių technologijų įgyvendinimui klasėje.

# EGZISTUOJANČIOS TECHNOLOGIJOS

## PROGRAMAVIMAS

Šį skyrių parengė: Jordi Losantos (informatikos inžinierius Katalonijos technikos universitete (UPC) ir MBA, ESADE verslo mokykloje, pagrindinės mokyklos mokytojas) ir Joanas Alemany (Katalonijos technikos universiteto matematikos absolventas, vienas iš eSeeCode kūrėjų, vidurinės mokyklos mokytojas).

## PROGRAMAVIMO ĮGŪDŽIAI DARO ĮTAKĄ KELIOMS SVARBIOMS PILIEČIO KOMPETENCIJOMS, TOKIOMS KAIP ETIKA IR KRITINIS MĄSTYMAS, ORIENTACIJA Į PROBLEMŲ SPRENDIMĄ. ŠIŲ ĮGŪDŽIŲ UGDYMAS MAŽINA SKAITMENINĘ ATSKIRTĮ IR GERINA ĮSIDARBINIMO GALIMYBES.

### VEIKIMO PRINCIPAS

Informatikoje programavimas yra anksčiau sukurtų instrukcijų (algoritmų) vertimo į kompiuterio kalbą veiksmas, siekiant apdoroti turimą duomenų rinkinį konkrečiam tikslui.

Bet kuri programavimo strategija reikalauja iš anksto suformuoti problemą tam, kad ji galėtų būti išspręsta remiantis taikomąja informatika. Tam reikia problemą nuodugnai išanalizuoti ir sukurti hierarchinį problemos projektavimo procesą, kuris automatizuotai atskiria galimus sprendimus.

Kompiuterinės programos programavimas yra pagrįstas logika, žiniomis apie nuoseklius procesus ir teisingu programavimo kalbos naudo-

jimu. Dėl šios priežasties programai parašyti nėra būtina detalai žinoti naudojamą programinę įrangą.

### ISTORINĖ INFORMACIJA

Programavimas buvo pradėtas naudoti dvidešimtajame amžiuje Europoje ir ypač Jungtinėje Amerikos Valstijose, programuojant dideles elektronines skaičiavimo mašinas Antrojo pasaulinio karo metu (pavyzdžiui, didelį kompiuterį ENIAC). Iki dvidešimtojo amžiaus pabaigos susikūrė mikroelektronika ir pirmosios aukšto lygio programavimo kalbos.

BASIC, Fortran ir Pascal pateikia suprantamą sąsają tarp pseudo-žmonių kalbos ir kompiuterio naudojamos kalbos. Šiandien labiausiai vartojamos programavimo kalbos – C++, JavaScript, Python ir PHP – apima daug funkcijų, kurios leidžia lengvai kurti visapusiškas kompiuterių programas su keliomis kodo eilutėmis.

Naujausioji tendencija programavimo kalbų projektavime yra neskaidomosios sintaksės sumažinimas kode. Tam siūlomi ganėtinai vizualūs sprendimai, kuriuose paprastai remiamasi interaktyviaisiais blokais, dėl ko daugiau dėmesio yra skiriama loginei programos struktūrai, o ne taisyklingai sintakse. Scratch, Swift Playgrounds ir GPBlocks programėlės yra geri tokio sprendimo pavyzdžiai. Nors jos yra plačiai naudojamos kaip ugdymo instrumentai, tai yra tikrai aukšto lygio kalbos, kurios gali būti naudojamos programuoti aukštos kokybės programas.

### PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME

Programavimo įgūdžiai yra daug daugiau nei žinios apie kai kurias kalbas. Ekspertai sutaria, kad patys svarbiausi programavimo tikslai yra informatinio mąstymo, žinios apie technologijas ir problemų sprendimo įgūdžiai.

Pasaulyje, kur žmonės vis dažniau (ir glaudžiau) bendrauja su visų tipų technologiniais elementais (nuo mašinų iki programinės įrangos), programavimo žinios suteikia įrankius, kurie padeda veiksmingai suprasti ir naudoti

mobiliuosius prietaisus, profesionalas skaičiavimo programas, socialinius tinklus ir net išmaniuosius prietaisus.

Šis paskutinis dalykas yra labai svarbus, kadangi dabar yra populiaru sujungti visų tipų prietaisus ir taip prisidėti prie reiškinio, vadinamo daiktų internetu (angl. IoT) formavimosi. Šis reiškinys sukels didelių iššūkių asmens duomenų privatumui ir tvarkymui. Tai atitinkamai sudarys sąlygas technologijų, paremtų didelių duomenų rinkinių analize, arba didžiųjų duomenų (angl. Big Data) plėtrai, kurios greičiausiai bus plėtojamose pasitelkiant dirbtinį intelektą.

Todėl Programavimo įgūdžiai daro įtaką kelioms svarbioms piliečio kompetencijoms, tokioms kaip etika ir kritinis mąstymas, orientacija į problemų sprendimą. Šių įgūdžių ugdymas mažina skaitmeninę atskirtį ir gerina įsidarbinimo galimybes.

## SAŠAJA SU UGDYMU

Švietimo srityje poreikis mokyti jaunas žmones kompiuterinio programavimo pagrindų, yra toks pats senas kaip ir pats programavimas. Viena iš pirmųjų sistemų, pradėtų naudoti mokyklose buvo Logo mokymo priemonė (sukurta 1967 m.), kuri net ir per įvairius atnaujinimus išlaikė savo žymųjį Vėžliuką. Tačiau kai kurie ekspertai pripažįsta, kad nepakankamos investicijos į mokyklų kompiuterius dėl dešimtajame dešimtmetyje Europoje įvykusio ekonominio nuosmukio sutrukdė įtraukti programavimo įgūdžių mokymą į pagrindinio ugdymo planą. Tai nepasikeitė iki dvidešimt pirmojo amžiaus pradžios, su kuriuo sutapo ir ekonomikos augimo Europoje laikotarpis 2004–2008 metais. Tais metais kompiuterinis programavimas užtikrintai grįžo į ankstyvąsias švietimo pakopas.

Ilgainiui mažesnės programinės įrangos kainos ir geras grafikos našumas išpopuliarino Scratch (sukurta 2015 ir iš dalies įkvėpta Logo) kaip standartinę vizualinio programavimo kalbą. Ši programavimo sistema, kuri pagrįsta interaktyviųjų blokų veikimu, o ne kodo eilučių rašymu, padeda išvengti programavimo sin-

take paremta kalba ir leidžia mokiniams bet kokiaje situacijoje stebėti savo programų rezultatus. Kitos programavimo kalbos (SWIFT, GPblocks, eSeeCode arba Tynker) atsirado siekiant pagerinti kai kurias funkcijas, kurios dar nebuvo visiškai ištobulintos Scratch kalboje.

Šiuo metu daugelyje ES valstybių narių programavimas yra įtraukiamas į akademinio ugdymo planą kaip kompiuterinių įgūdžių ir naujų technologijų dalis visose švietimo pakopose ir yra laikomas pagrindiniu įgūdžiu būsimų piliečių mokyme. Visų pirma, programavimas, naudojamas pradinėse ir pagrindinėse mokyklose, „įdarbina“ keletą tarpdisciplininių įgūdžių vaikų ir jaunuolių ugdyme, pavyzdžiui:

- kritinį ir loginį mąstymą;
- problemų sprendimą;
- strategijų įgyvendinimą;
- algoritmų analizę ir įvertinimą;
- abstraktų mąstymą;
- kūrybišką požiūrį į realybę; ir
- darbą grupėse (dideliuose projektuose).

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Ekspertai sutinka, kad nėra vieno būdo mokytis programavimo įgūdžių, ir mokiniai juos plėtoja taip, kaip reikalauja įrankiai ir užduotys. Dėl šios priežasties, kūryba grindžiami būdai yra svarbiausi. Vyraujanti idėja, kad mokiniai „programuoja tam, kad išmokyti“, o ne „mokosi tam, kad programuotų“.

## PAPRASTŲ ŽAIDIMŲ KŪRIMAS

Žaidimų programavimas, pradedant nuo visai paprastų, tokių kaip Domino arba Solitaire ar sudėtingesnių, pavyzdžiui, platformų žaidimų (žaidimai, kuriuose veikia šokinėja arba laipioja ant platformų), suteikia mokiniams nemažai iššūkių, kuriuos jie turi išspręsti taikydami programavimo strategijas, paremtas problemų analize. Šie maži žaidimai leidžia mokiniams tiek gilinti programavimo įgūdžius, tiek tobulinti meninius aspektus (grafinį dizai-

ną) ir literatūrinius įgūdžius (rašant žaidimo scenarijų ir instrukciją žaidėjui).

## INTERNETO SVETAINĖS PRIEŽIŪRA

Daugelis STEM sričių mokytojų skatina mokinius prižiūrėti bendrą klasės interneto svetainę, įtraukiant įvairią informaciją apie ugdomą dalyką. Tam galima naudoti įvairias programavimo kalbas, susijusias su internetu, pavyzdžiui, HTML, CSS, PHP arba JavaScript, integruoti jas į svetainę ir suteikti jai pritaikytą išvaizdą. Žinoma, tokios veiklos taip pat apima tokius aspektus, kaip dizainas, turinio rašymas ir komunikacija.

## NUORODOS

Alemany, J., Vilella, J. (2016). eSeeCode: Creating a Computer Language from Teaching Experiences. *Olimpiados, Informatics*, 10, p. 3–18.

Prieiga per internetą: [http://www.ioinformatics.org/oi/pdf/v10\\_2016\\_3\\_18.pdf](http://www.ioinformatics.org/oi/pdf/v10_2016_3_18.pdf)

European Schoolnet (2015). Computing our future. [Online] All you need is code. Prieiga per internetą: <http://www.allyouneediscod.eu/documents/12411/67232/Computing/71653b80-4aa1-4ca1-889d-23e9ad618f7d>

Ford, Melisa (2017). Coding across the curriculum. [Online] Edutopia. Prieiga per internetą: <https://www.edutopia.org/article/coding-across-curriculum>

## ROBOTIKA

Šį skyrių parengė: Jordi Losantos (informatikos inžinierius Katalonijos technikos universitete (UPC) ir MBA, ESADE verslo mokykloje, pagrindinės mokyklos mokytojas) ir Joanás Alemany (Katalonijos technikos universiteto matematikos absolventas, vienas iš eSeeCode kūrėjų, vidurinės mokyklos mokytojas).

**ROBOTIKOS TAIKYMAS  
KLASĖJE LEIDŽIA DIRBTI SU  
ASPEKTAIS, KURIE SUKIAI  
GALI BŪTI SPRENDŽIAMŲ  
REMIANTIS VIEN TIK  
TEORINĖMIS SCHEMOMIS.**

## VEIKIMO PRINCIPAS

Robotika – disciplina, kuri nagrinėja robotų mokslą, dizainą, konstravimą ir pritaikymą. Sąvokos robotas ir robotika yra tos pačios kilmės, nors jų pritaikymo istorija yra ypatinga. Būdamas daugiadalykiško pobūdžio, robotika remiasi daugeliu principų. Viena vertus, ji paremta programavimu, nes atliekamas roboto procesų ir veiksmų kodavimas. Visa per jutiklį aptinkama informacija apdorojama skaičiavimui. Kita vertus, kadangi robotas yra fizinis įtaisas, jo konstrukcija yra orientuota į pagrindinius inžinerijos, elektronikos ir mechanikos principus.

## ISTORINĖ INFORMACIJA

Šiuo metu vieningos apibrėžties, kas yra robotas, nėra. Tačiau ekspertai sutaria, kad robotas būtų bet koks inžinerinis įrenginys, kuris programuojamas kompiuteriu, geba savo aplinkoje rinkti informaciją per jutiklius ir į ją reaguoti, nes turi įtaisyta automatizuotų mechanizmų komplektą. Dėl šios priežasties būtina atskirti autentišką robotą nuo automatizuotos programinės įrangos (populiariai vadinamos „botu“), kuri, nors ir gali būti labai sudėtinga, nebūtų laikoma robotu.

Žvelgiant iš istorinės perspektyvos, galime atsigręžti į legendas iš Senovės Graikijos ar Senovės Kinijos apie animuotus įvairių gyvūnų mechaninius modelius, golemus iš žydų tradicijų ir net automatus – meno kūriniai, kurie buvo labai populiarūs devynioliktojo amžiaus Europoje. Tačiau šios konstrukcijos tinkamai nereaguoja į aplinką.

Terminas robotas, siejamas su dirbtinėmis būtybėmis, pirmą kartą pasirodė 1920-aisiais, pjesėje R.U.R. (santrumpa Rossumovi Univerzální Roboti, liet. „Rossum“ universalūs robotai). Jį pateikė čekų autorius Karelis Čapekas. Šioje pjesėje, roboti (žodis kilęs iš slavų žodžio robota – priverstinis darbas) yra dirbtiniai žmonių tarnai, kurie galų gale pradeda maištauti ir išnaikina žmoniją. Nors Čapeko pjesėje minimi tarnai nėra mechaninės būtybės (šiandien mes juos vadintume androidais ar klonais), šis momentas žymi laiką, kada robotas buvo galutinai priimtas kaip moderni klasikinių automatų versija.



Po dviejų dešimtmečių amerikiečių romanistas ir biochemijos profesorius Isaacas Asimovas sukūrė sąvoką robotika, pirmiausiai naujadarą paminėdamas trumpoje istorijoje Melagis (angl. Liar!) (istorija buvo paskelbta žurnale Astounding Science Fiction 1941-aisiais). Vėliau pats šį terminą naudojo visoje vėlesnėje kūryboje, skirtoje ištirti dirbtinio intelekto ribas ir jo poveikį ateities žmonių visuomenei.

## **PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME**

ES pranešime apie robotiką teigiama, kad robotikos plėtra turėtų teigiamos įtakos kelioms sritims:

- Sveikatos sričiai, tobulinant pagalbinius chirurginius prietaisus ir pagalbos prietaisus vyresnio amžiaus ir / arba judėjimo sutrikimų turintiems žmonėms.
- Žemės ūkio ir bioekonomikos sričiai, įgyvendinant automatizuotą sėjimą, derliaus nuėmimą ir augalų stebėjimą.
- Energijos taupymo sričiai, kuriant efektyvesnes ir mažiau teršiančias gamybos sistemas.
- Transporto ir mažmeninės prekybos valdymo sričiai, kuriant savarankiškai vairuojančias transporto priemones ir automatizuotus sandėlius.
- Saugumo sričiai, padedant ir apsaugant piliečius rizikingose situacijose, pavyzdžiui, gelbėjimas ar pagalba ekstremaliomis sąlygomis.

## **SĄSAJA SU UGDYMU**

Švietimo srityje robotai vėžliai, siejami su Logo programavimo kalba, pirmąkart sukurti dešimtajame dešimtmetyje. Artėjant dešimtojo dešimtmečio pabaigai, bendrovė Lego pristatė Cybermaster robotus, sukurtus naudoti mokyklose, kurie buvo atnaujinti į Mindstorm NXT 2006-aisiais ir į Mindstorm EV3 2013-aisiais. Elektroninių komponentų poreikiui sumažėjus, daug galimybių tapo prieinamos naudojant visų tipų jutiklius su Arduino ar Raspberry Pi mikrokompiuteriais.

Pedagoginiu požiūriu, robotikos taikymas klasiųje leidžia pedagogams dirbti su aspektais, kurie sunkiai gali būti sprendžiami remiantis vien tik teorinėmis schemomis. Roboto sąveika su realiu pasauliu priverčia programuojančiųjų susidoroti su netiksliais duomenimis, kintamaisiais dirgikliais ir netobulais elementais. Tai leidžia išmokti priimti sprendimus daugia-discipliniuose projektuose. Kiti teigiami robotikos naudojimo aspektai yra universalesni, pavyzdžiui, mokinių motyvacija. Kartais mokinių ir robotų sąveika gali būti panaudota socialinių aspektų ir įgūdžių stiprinimui.

## **PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI**

### **ROBOTŲ TEATRAS**

Robotai, kaip Aisoy (<https://www.aisoy.es/>), yra pasiruošę imituoti žmogaus išraiškas ir leidžia mokiniams kurti mažas pjeses su aktoriais robotais. Tokie žaidimai lavina kelis įgūdžius vienu metu, pavyzdžiui, roboto programavimą, skulptūrinę išraišką (aprangą ir rekvizitus), scenos meną, literatūros išmanymą ir žmonių santykius.

### **TIKSLUMO ŽAIDIMAI**

Tikslumo žaidimų tikslas – suprogramuoti robotą taip, kad jis įveiktų tam tikrą atstumą ir būtų kaip įmanoma arčiau žymės. Mokiniai duoda nurodymus variklio sistemoms ir optiniam arba artumo jutikliui nuspręsti, kada sustabdyti robotą. Ši užduotis mokiniams parodo, kad realybėje egzistuoja sudėtingesni iššūkiai nei tie, kuriuos gali išspręsti teorinis nagrinėjimas, pavyzdžiui, jutiklių neapibrėžtumo riba arba prietaiso rotorius traukos praradimas.

## **NUORODOS**

Europos Komisija (2017). 2017 m. vasario 16 d. Europos Parlamento rezoliucija su rekomendacijomis Komisijai dėl robotikai taikomų civilinės teisės nuostatų. Prieiga per internetą: <http://www.europarl.europa.eu/oeil/spdoc.do?i=28110&j=0&t=en>

# VIRTUALIOS IR NUOTOLINĖS LABORATORIJOS

Šį skyrių parengė: Sílvia Zurita (Barselonos universiteto chemijos mokslų daktarė, Katalonijos politechnikos universiteto pedagogė, pagrindinės mokyklos mokytoja).

## ŠIOSE DIRBTINĖSE ERDVĖSE MOKINIAI GALI SAUGIOMIS SĄLYGOMIS NAUDOTI SUDĖTINGUS IR / ARBA PAVOJINGUS ĮRANKIUS IR ĮVEIKTI LABORATORINIŲ EKSPERIMENTŲ IŠŠŪKIUS KONTROLIUOJAMOJE APLINKOJE.

### VEIKIMO PRINCIPAS

Gamtos mokslų ugdymas daugiausiai yra paremtas praktiniu pažinimu, todėl jį turi būti įtraukti eksperimentiniai elementai. Daugelį šių praktinių veiklų galima atlikti kasdienėje aplinkoje, pavyzdžiui, klasės demonstracijų ar išvykų metu, tačiau visos švietimo įstaigos turėtų turėti tinkamai įrengtą laboratoriją, skirtą tik eksperimentiniams mokslams.

Įrengti laboratoriją nėra lengva – moksliniai instrumentai dažnai yra brangūs ir trapūs ir, jei naudojami netinkamai, jie gali būti nuodingi arba pavojingi. Taigi, mokyklų laboratorijų įrengimui ir veikimui reikia gerai apmokytų mokytojų, patogaus klasės išdėstymo, kad būtų galima dirbti su mažomis grupėmis, ir atitinkamo finansavimo. Net ir esant šioms sąlygoms, daugelis reiškinų, tokie kaip branduolinių reakcijų tyrimai, sprogstamieji degimai arba molekulinės genetikos tyrimai, negali būti išbandyti dėl akivaizdžių apribojimų. Tačiau, siekiant stiprinti tyrimus ir inovacijas ES, laboratoriniai įgūdžiai tampa vis svarbesni.

Laimei, technologijų raida leido sukurti interaktyvias ir dažnai sudėtingas simuliacijas, tokias kaip autentiška virtuali laboratorija. Šiose

dirbtinėse erdvėse mokiniai gali saugiomis sąlygomis naudoti sudėtingus ir / arba pavojingus įrankius ir įveikti laboratorinių eksperimentų iššūkius kontroliuojamoje aplinkoje.

Be virtualių laboratorijų taip pat yra nuotolinės laboratorijos. Tai yra fizinės patalpos, kurios gali būti valdomos nuotoliniu būdu siekiant gauti realius bandymų duomenis. Nuotolinės laboratorijos yra naudingos tuo, kad gali parodyti visus realaus gyvenimo netobulumus, tai, ką simuliacijoje suprogramuoti sunku, tačiau tokių laboratorijų yra labai nedaug ir jų veikla yra gana ribota.

Tam, kad virtualios arba nuotolinės laboratorijos būtų efektyvios švietime, jos turi būti patrauklios mokiniams. Dėl šios priežasties dabar populiariu naudoti virtualios ir papildytosios realybės elementus bei žaidybiniumą. To tikslas – pakeisti nejudamąją veiklą prieš ekraną į svaiginančią patirtį, kuri skatina siekti įkvepiančių tikslų.

### ISTORINĖ INFORMACIJA

#### VIRTUALIOS LABORATORIJOS

Atsekti simuliacijos, kaip mokomosios priemonės kelią, nėra lengva. Tačiau yra žinoma, kad pirmosios simuliacijos buvo padarytos naudojant fizinius elementus, pavyzdžiui, plaučių gaivinimo praktikai skirtas lėles, kurios buvo naudojamos medicinos mokyklose septintajame dešimtmetyje.

Didėjantis kompiuterių populiarumas dešimtajame dešimtmetyje ir aukšto lygio programavimo kalbų sukūrimas leido sumodeliuoti pirmąsias virtualios realybės simuliacijas, ypač reikalingas skrydžio treniruokliams, kurie plačiai naudojami pilotų mokyklose. Šios simuliacijos pasiekė visuomenę per žaidimus, tokius kaip bendrovės Microsoft novatoriškas žaidimas Flight Simulator (išleistas 1982-aisiais). 1989-aisiais bendrovė Maxis išleido pirmąją žaidimo Sim City, miesto simulatoriaus, versiją. Po jos, 1990-aisiais, sekė Sim Earth – Žemės, kaip planetos, simulatorius su primitivia klimato ir ekologinės kontrolės sistema. Universitetai taip pat kūrė studijas papildančias, dažniausiai nemokamas virtualias programas, tačiau jų specifiškumas, aukštas lygis

ir neįmanomas masinis išplatėjimas ribojimo jų pritaikymą kitur.

2004-ieji metai žymi taip vadinamojo interneto 2.0 pradžią. Jam atsiradus padidėjo socialinė sąveika ir išpopuliarėjo plačiajuostis interneto ryšys. Internetas tapo kur kas prieinamesnis ir programos, sukurtos universitetinėje aplinkoje, internete galėjo būti platinamos lengviau. Daugelis šių programų išėjo už universiteto ribų ir turi įtakos paprastiems reiškiniams, apie kuriuos kalbama pradinėje ir pagrindinėje mokyklose. Atsižvelgiant į nuolatinių šių virtualiųjų erdvių atnaujinimą, sunku nustatyti laiką, kada jos veikia, todėl tolimesnėje dalyse bus trumpai aprašomos šiuo metu prieinamos virtualios laboratorijos.

## NUOTOLINĖS LABORATORIJOS

Nuotolinių laboratorijų istorija, kaip ir virtualių, nėra aiški. Kadangi daugelis šių iniciatyvų egzistuoja tik universitetinėje sferoje, jas rasti sunkiau, ir, daugeliu atvejų, pradedantiesiems jomis naudotis taip pat sudėtinga.

Nuotolinių laboratorijų paieškos metu nebuvo rasta platformų, skirtų jų platinimui, ar bendros tokių laboratorijų saugyklos.

## PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME

Virtualios laboratorijos sukurtos mokymui papildyti, todėl kasdien gyvenime naudojamos programos kuriamos pagal jų ryšį su tokiomis programomis mokyklose ir / ar universitete. Taigi, tiesioginė tokios technologijos nauda būtų tokia pat kaip ir fizinės laboratorijos:

- Leidžia taikyti mokslinių tyrimų metodiką kasdieniame gyvenime. Puikus to pavyzdys – naujų patiekalų sukūrimas, kuris remiamas laboratorijos pagrįstomis technikomis (molekulinė virtuvė).
- Įgalina informavimo veiklas. Nors daugelis tokių veiklų yra sukurtos formaliajam švietimui, jos atveria naujas galimybes gamtos mokslų mokytojams jas naudojant įvairių tipų veiklose, pavyzdžiui, konferencijų ar dirbtuvių metu.

- Skatina kritinį mąstymą. Galimybė imtis realios veiklos mokslinių tyrimų aplinkoje, net jei tai simuliacinė aplinka, leidžia suprasti mokslinės metodologijos sudėtingumą ir kovoti su pernelyg paprastų, pseudomokslinių idėjų platinimu.

## SĄSAJA SU UGDYMU

Klasėje virtualios laboratorijos suteikia puikią galimybę dirbti su įvairiais ugdymo plano aspektais ir kelias sritis apimančiais įgūdžiais. Daugeliu atvejų ištekliai, naudojami šiose sistemose, leidžia žmonėms mintyse vizualizuoti procesus, kuriuos kitaip suprasti būtų sunku. Tačiau ekspertai, su kuriais konsultuotasi, kad šioms priemonėms būtų suteikta tikra mokojoji reikšmė, išskyrė kvalifikuotų ir gerai parengtų mokytojų poreikį.

Kalbėdami apie ugdymo planus jau minėjome, kad virtualios laboratorijos leidžia atlikti eksperimentus, kurie negali būti atliekami mokyklos laboratorijoje, nes yra pavojingi arba daug kainuoja (pavyzdžiui, branduoliniai ar genomikos tyrimai).

Tačiau, turėdami omenyje kelias sritis apimančius įgūdžius, taip pat galime rasti kelis labai svarbius aspektus:

- Mokinių motyvacija. Žaidybinimas ir 3D vaizdo strategijos, naudojamos šiuolaikinėse virtualiose laboratorijose, padidina mokinių susidomėjimą ir jo išlaikymą. Tai daryti tradicinėje mokslinėje praktikoje mokiniai gali būti linkę mažiau. Ši tendencija populiarėja dėl naujų sensorinių sistemų, tokių kaip prisilietimas ar kvapas, sąveikos su virtualia realybe vystymosi.
- Socializacija ir sąveika. Mokinių grupės virtualiose laboratorijose netrukus turėtų galėti bendrauti įsijausdami į skirtingus vaidmenis ir dirbti kartu tam, kad atliktų mokslinius tyrimus.
- Supažindinimas su skaitmenine aplinka. Veikla virtualioje aplinkoje gali vilioti mokinius prie šių technologijų ir įkvėpti ateities plėtrą virtualios ar papildytos realybės srityse.

Bet kuriuo atveju, nenuvertinant šių įrankių naudos švietimo srityje, svarbu pabrėžti, kad tokie įrankiai tik papildo mokyklų laboratorijas, kurios negali būti apleidžiamos.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

### VIRTUALIOS LABORATORIJOS

Internete yra nemažai virtualių laboratorijų. Daugelis jų yra paprastos, atviros prieigos simuliacijos arba interaktyvios animacijos tam tikra tema. Kitos yra tikros laboratorijos, sukurtos su virtualios realybės technologija, kurios visiškai atkartoja pilnai įrengtas profesines patalpas. Atsižvelgiant į Lynch & Ghergulescu (2017) kriterijų, toliau pateikiami keli pavyzdžiai:

2D laboratorijos, paremtos interneto technologija (HTML5 arba JavaScript):

- Go-Lab Project (<https://www.golabz.eu/>), dabar žinomas kaip NextLab, yra interneto portalas, finansuojamas pagal ES programą Horizontas 2020, skirtą mokslinių tyrimų ir inovacijų finansavimui. Ten esančių mokyklų laboratorijose yra daugybė interaktyvių veiklų, orientuotų į įvairius mokslo aspektus, taip pat yra įrankis patiems mokytojams kurti ir dalintis savo virtualiomis laboratorijomis, pritaikytomis konkrečiam kontekstui.
- ChemCollective (<http://chemcollective.org/home>) tai virtualios chemijos laboratorijos, kurios suprogramuotos HTML5 formatu, ir gali būti naudojamos beveik visose dabartinėse naršyklėse.
- NMSU Virtuali Labs (<http://virtuallabs.nmsu.edu/>) tai Naujosios Meksikos universiteto virtualios laboratorijos tinklalapis. Vartotojai savo virtualiose laboratorijose gali dirbti su keliais maisto mokslo ir technologijų aspektais.

3D virtualios laboratorijos, paremtos virtualios realybės sistemomis:

- 3D Labs UPM (<https://3dlabs.upm.es/>) – Madrido technikos universiteto projektas, kuris turi kelias virtualias laboratorijas.

Bandymai orientuoti į inžineriją, fiziką ir chemiją. Veikla atliekama 3D virtualios realybės aplinkoje ir sukurta naudojant atviro kodo programinę įrangą OpenSim.

- Virtual Engineering Sciences Learning Lab (liet. Virtuali inžinerijos mokslų mokymosi laboratorija) yra virtuali erdvė, sukurta SecondLife platformoje, kurioje vartotojai gali atlikti veiklą aplinkoje, kuri atrodo kaip mokslo muziejus. Vartotojų bendravimas suteikia papildomą galimybę tobulinti socialinius įgūdžius, kitose virtualiose laboratorijose tokia galimybė yra mažiau prieinama.
- Labster (<https://www.labster.com/>) siūlo pilnai įrengtą 3D virtualią laboratoriją visų rūšių eksperimentams molekulinės biologijos ir chemijos srityse. Kadangi tai privati iniciatyva, jos paslaugoms taikomi vartotojo mokesčiai.

### NUOTOLINĖS LABORATORIJOS

Faulkes Telescopes (<http://www.faulkes-telescope.com/>) automatinių teleskopų tinklas, kuriuo ir mokiniai ir mokytojai gali naudotis nemokamai. Kiekvienas gali užsirezervuoti laiką valdyti vieną iš daugelio teleskopų visame pasaulyje tam, kad gautų tikrų astronominių vaizdų, kuriuos galėtų naudoti klasėje. Kadangi teleskopai yra daugelyje vietų, mokiniai ir mokytojai gali stebėti naktinį dangų pamokos metu.

VISIR ([http://ohm.ieec.uned.es/portal/?page\\_id=76](http://ohm.ieec.uned.es/portal/?page_id=76)) yra automatinis elektroninės schemas maketas, kur besimokantieji elektronikos gali nuotoliniu būdu išbandyti tikros elektros grandinės rezultatą.

### NUORODOS

Lynch, T., Ghergulescu, I. (2017). Review of Virtual labs as the Emerging Technologies for Teaching STEM Subjects. In: 11th International Technology, Education and Development Conference [online] Valencia, Spain: Newton Project: pp.1–10. Prieiga per internetą: <http://www.newtonproject.eu/wp-content/uploads/2016/02/review-of-Virtual-Labs-as-the-Emerging-Technologies-for-teaching-STEM-subjects-1.pdf>

# MOKOMIEJI VAIZDO ŽAIDIMAI

Šį skyrių parengė: Víctoras Lópezas (fizikas, turintis gamtos mokslų mokymo daktaro laipsnį, Autonominio Barselonos universiteto Gamtos mokslų ir matematikos mokymo tyrimų centro mokslininkas, dėstytojas) ir Cristina Simarro (Gamtos mokslų ir matematikos mokymo tyrimų centro mokslininkė, pramonės inžinierė, Autonominio Barselonos universiteto dėstytoja).

## ...ŽAIDIMAI UGDO SVARBIUS SOCIALINIUS ĮGŪDŽIUS, TOKIUS KAIP PROBLEMŲ SPRENDIMAS, EMPATIJA IR DARBAS KOMANDOJE...

### VEIKIMO PRINCIPAS

Šiomis dienomis pagrindinė tendencija švietime yra žaidybinimas arba žaidimo strategijų, tokių kaip ženkleliai (angl. badges), taškai ar kiti apdovanojimai atlikus tam tikras užduotis klasėje, naudojimas. Tai naudojama kaip priemonė motyvuoti ir sudominti mokinius mokymosi procese.

Žaidimais paremtas mokymasis (angl. GBL) yra šiek tiek kitokia koncepcija, kur stalo žaidimai, kortų žaidimai, vaizdo žaidimai ar kiti žaidimo formatai yra naudojami faktiškai mokytis ir praktikuotis dalyko medžiagą, o ne tik motyvuoti studentus.

Abi strategijos gali pagerinti klasės dinamiką ir gali būti įgyvendinamos skirtingais būdais tiek internete, tiek neprisijungus. Tačiau šiame dokumente dėmesys sutelkiamas į technologinę žaidimų pusę ir bus apžvelgiami tik mokomieji vaizdo žaidimai.

Pagrindinis žaidybinimo ir žaidimais paremto mokymosi principas grindžiamas dopamino antplūdžio paskatinimu. Dopaminas – neuro-mediatorius, kurį, kalbant labai supaprastintai, smegenys naudoja motyvaciniais tikslais. Kiekvienas veiksmas, kurį atliekant jaučiamas

tikslas, ypač tas, už kurį tikimasi teigiamo atlygio, yra varomas dopaminu ir, kai veiksmas užbaigiamas, suaktyvina smegenų pasitenkinimo centrus.

Tol, kol iššūkiai ir siūlomi atlygiai yra reikšmingi mokiniams, žaidybinimas ir žaidimais paremtas mokymasis gali pagerinti mokinių koncentraciją ir prailginti laiką, praleidžiamą prie tam tikro dalyko. Tai yra esminis dalykas, lemiantis bet kurios iš šių strategijų sėkmę, nes pats žaidimas priversti vaikus mokytis negali. Pats svarbiausias dalykas, slypintis už žaidybinimo ir žaidimais paremto mokymosi strategijų, yra gerai suplanuotas, mokytojo valdomas mokymosi procesas.

### ISTORINĖ INFORMACIJA

Nors kai kurie teigia, kad Pac-Man buvo pirmasis mokomasis vaizdo žaidimas, jo tikslas buvo visiškai pramoginis. Tačiau, Pac-Man yra daug mokomųjų žaidimų charakteristikų, pavyzdžiui, paprastos taisyklės, akivaizdūs atlygiai, susijaudinimo pojūtis ir galvosūkių sprendimas.

Daugelis mano, kad pirmuoju mokomuoju vaizdo žaidimu turėtų būti laikoma Logo programavimo aplinka (1967). Nors ji galbūt nebuvo sukurta kaip žaidimas, vėžliuko judinimas aplink pagal konsolėje koduojamas instrukcijas iš tiesų buvo linksmas. Ir daugelis mokyklų naudojo ją (ir vis dar naudoja) linksmam mokytis informatinio mąstymo ir matematinių koncepcijų pagrindų.

Populiarėjant namų kompiuteriams išaugo vaizdo žaidimų industrija, o mokomoji sritis buvo tik dar viena rinka, kurią galima išnaudoti. Lemonade Stand (ekonomikos tema), Oregon Trail (istorijos tema), Reader Rabbit (kalbos tema) ir Where in the world is Carmen San Diego? (geografijos tema) devintajame dešimtmetyje buvo vieni iš pirmųjų vaizdo žaidimų, sukurtų mokomaisiais tikslais. Kai kurie, ypač JAV, tapo labai populiarūs.

Kai dešimtajame dešimtmetyje kompiuterių našumas padidėjo, vaizdo žaidimai tapo interaktyvesni ir sudėtingesni. Daugelis žaidimų,

kaip Sim City, Sim Earth, Civilization ir kelių rūšių skrydžio treniruokliai, išnaudodami virtualios realybės pagrindus imitavo realistiškas aplinkas. Tačiau, laikui bėgant, kai kurie iš jų tapo arkadiniais žaidimais ir jų pirminiai mokymo tikslai buvo prarasti.

Dešimtojo dešimtmečio pabaigoje ir pirmajame naujo amžiaus dešimtmetyje namų konsolės tapo dažniau vaizdo žaidimams žaisti pasirenkamu įrenginiu nei asmeniniai kompiuteriai. PlayStation, Xbox ir Wii išleido mokomuosius žaidimus, tokius kaip Brain Academy ar MineCraft kaip priemonę pritraukti ne tik įprastus žaidėjus paauglius, bet ir šeimų auditoriją.

Nuo 2007, pasirodžius iPhone ir pradėjus populiarėti mobiliesiems įrenginiams, dauguma mokomųjų žaidimų buvo perdaryti į programėles. Šiandien iTunes ir Google Play galima rasti tūkstančius mokomųjų žaidimų, iš kurių daugelis kasdien naudojami mokyklose visame pasaulyje.

## **PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME**

Žaidimas gali būti apibūdinamas kaip dirbtinis konfliktas tarp žaidėjų, kuris turi būti išspręstas naudojant iš anksto numatytą įrankių ir taisyklių rinkinį, dėl kurio visi susitarė. Tai lemia, kad žaidimai ugdymo svarbius socialinius įgūdžius, tokius kaip problemų sprendimas, empatija ir komandinis darbas.

1786-aisiais Benjaminas Franklinas paskelbė esė pavadinimu Šachmatų pamokymai (angl. The morals of chess), kurioje lygina šachmatų žaidimą su realiu gyvenimu. Tekste jis papasakojo, kaip šachmatininkas, žaisdamas žaidimą, išmoko svarbių socialinių vertybių, tokių kaip atkaklumas, įžvalgumas ir atsargumas.

Ką B. Franklinas teigė apie šachmatus taip pat galioja ir vaizdo žaidimams. 2013-aisiais olandų mokslininkų grupė paskelbė mokslinio tyrimo apie privalumus žaidžiant vaizdo žaidimus apžvalgą, kurioje pateikė įrodymų patvirtinančių mintį, kad šiuolaikiniai vaizdo žaidimai vysto daug svarbių įgūdžių nuo erdvinio

atpažinimo iki socialinės sąveikos.

Kita vertus, žaidžiant vaizdo žaidimus mokykloje gali užsimegzti netikėtas kontaktas tarp žmogaus ir kompiuterio. Vaikai, kuriuos neypatingai traukia technologijos, gali išlavinti kompiuterinius įgūdžius ir susipažinti su virtualia ar papildyta realybe, nors paprastai jie to nedarytų.

## **SĄSAJA SU UGDYMU**

Daugelis sąsajų su ugdymu, aprašytų skyriuje apie virtualiąsias laboratorijas, tinka ir vaizdo žaidimams.

Ekspertai visgi sutinka, kad STEM sritimis paremtų vaizdo žaidimų sferoje svarbu įtraukti mokinius į mokslinę praktiką demonstruojančias veiklas. Atsižvelgiant į tai, geriausias metodas iš švietimo perspektyvos būtų sužaidybinta virtuali laboratorija, integruota į virtualios realybės aplinką.

Viktorinos tipo žaidimai pastaruoju metu tapo gana populiarūs, o ypač išpopuliarėjo atsiradus mobiliosioms platformoms. Daugelis jų Google Play arba App Store pažymėti kaip mokomosios programėlės, tačiau jiems trūksta atitinkamo mokojo poveikio, nes jų dėmesys yra sutelktas į turinį, kurį žaidėjas jau žino, be galimybės praktikuoti naujus įgūdžius.

Ši mintis atitinka idėją „mokymasis darant“, ir reikia nepamiršti, kad vaizdo žaidimai iš tiesų gali padėti žmonėms praktikuoti ir įgyti keletą pagrindinių sampratų, tačiau, siekiant pilnai suprasti dalyko medžiagos smulkmenas, bendravimas su mokytoju vis dar yra būtinas.

Taigi, jeigu mokytojas turi tiksliai numatytą planą, žaidybinimas ir žaidimais paremtas mokymas gali padėti palaikyti motyvaciją mokantis klasėje ir gali būti naudojami kaip priemonė pritaikyti ir sujungti kai kurias pamokas.

## **PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI**

### **LEARN SCIENCE**

Nintendo DS platformai. Šiame žaidime, skirtame nešiojamiems Nintendo žaidimų kom-

piuteriams, žaidėjas gali žaisti mini žaidimus, paremtus įvairiais mokslo aspektais. Žaidimo eiga daugiausiai praktinė, pateikiamos demonstracijos ir galvosūkliai kuriuos reikia išspręsti, žaidėjas gali gauti atlygius. Yra ir socialinė žaidimo pusė, nes žaidėjai gali mesti iššūkius savo draugams internete.

### FOOD FIGHT

Bet kokiai platformai: <https://www.brainpop.com/games/foodfight/>. Food Fight yra ekologinės interneto grandinės simuliacija dviems žaidėjams. Kiekvienas žaidėjas pasirenka rūšį ir bando padidinti jos populiaciją į pavojų statydamas savo oponento sėkmę.

### SPORE

Kompiuteriams, Mac ir Nintendo platformoms. Žaidėjas sukuria padarą ir vysto jį per įvairius evoliucinius etapus nuo ląstelės fazės iki visos civilizacijos ir kosmoso tyrinėjimo. Kiekvienas etapas leidžia žaidėjams tyrinėti ir keisti visatos pagrindus savo valia.

### MANGA HIGH

Bet kokiai platformai: <https://www.mangahigh.com/en/>. Ši programa siūlo mokytojams kelis mini žaidimus matematikos ir geometrijos srityse su galimybe priskirti ir numatyti užduotis mokiniams.

### BLOOD TYPING GAME

Bet kokiai platformai: <https://www.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/>. Paprastas internetinis žaidimas, skirtas praktikuoti kraujo grupių ir kraujo suderinamumo tarp žmonių pagrindus. Šiame žaidime yra tam tikrų panašumų su klinicine praktika – yra adatos, tyrimai ir perpylimas pacientams. Žaidėjas jau turi turėti šiek tiek žinių apie kraujo grupes.

### NUORODOS

Granic, I. et al. (2013). The Benefits of Playing Video Games. *American Psychologist*, [online] 69(1), pp. 66–78. Prieiga per internetą: <https://www.apa.org/pubs/journals/releases/amp-a0034857.pdf>

Needleman, A. (2017). A quick history of educational video games. [online] *Gamer Professionals*. Prieiga

per internetą: <https://www.gamerpros.co/education-and-video-games/>

Zhen, J. The history of educational video gaming. *Immersed Games*. Prieiga per internetą: <http://www.immersedgames.com/the-history-of-educational-video-gaming/>

## MAŽAI KAINUOJANTYS EKSPERIMENTAI

...MINTIS, KAD KIEKVIEŠAS, BET KUR GALI ATLIKTI EKSPERIMENTUS, SKATINA MOKINIUS BANDYTI JUOS NAMUOSE SU ŠEIMOMIS. EKSPERIMENTAVIMO JAUDULYS GALI PAŽADINTI NAUJĄ PAŠAUKIMĄ MOKSLUI.

### VEIKIMO PRINCIPAS

Pagrindinis mažai kainuojančių eksperimentų tikslas – išpopuliarinti mokslą. Mintis, kad mokslas yra veikla, o ne faktų ar sąvokų rinkinys, reiškia, kad bet kam ir bet kur turėtų būti sudarytos sąlygos eksperimentuoti su gamtos dėsniais.

Šios sudėtingos idėjos neigiamas aspektas yra tas, kad kartais efektui pamatyti reikalingi brangūs laboratoriniai reikmenys. Taigi, mažai kainuojantys eksperimentai yra bet kokia procedūra, pagal kurią, patirdamas minimalias išlaidas ir naudodamas lengvai randamas medžiagas, kiekvienas gali išbandyti pagrindinius mokslo aspektus.

### ISTORINĖ INFORMACIJA

Gali būti laikoma, kad mažai kainuojantys eksperimentai išsivystė iš pasidaryk pats (angl. DIY) judėjimo, atsiradusio ankstyvame dvide-

šimtajame amžiuje JAV. Šis konceptas „subrendo“ San Francisko įlankos pankroko scenoje 1960-aisiais. Pradinis pasidaryk pats judėjimo tikslas buvo ne paaiškinti mokslą slypinti už natūralių reiškinių, o priešinantis tradicinei gyvensenai atmesti vartotojiškumą. Tačiau, kadangi projektai tapo sudėtingesni, įvairių sričių inžinieriai ėmė dalytis savo techninėmis žiniomis su likusia pasidaryk pats bendruomene.

Mokslo populiarinimas prasidėjo masinės žiniasklaidos priemonėse. Jo aukščiausiu populiarumo tašku gali būti laikoma mitinės televizijos laidos Kosmosas: asmeninė kelionė (angl. Cosmos, a Personal Journey) transliacija 1980-ųjų rudenį. Laidoje, sukurtoje ir vedamoje Carlo Sagano, buvo apžvelgiama visatos istorija, rūšių, egzistuojančių Žemėje, evoliucija ir žmonijos pasiekimai ieškant naujų žinių apie mokslą. Bet tai buvo tik pasakojimas apie mokslą, o ne pats mokslas.

Viena iš pirmųjų mokslo televizijos laidų, kurioje įtraukiamos praktinės veiklos, buvo Beakmano pasaulis (angl. Beakman's World). Ji pasirodė 1992-aisiais. Laida buvo įkvėpta 1991-aisiais metais išleistų Joko Churcho komiksų ir orientuota į gana jauną auditoriją nuo 9 iki 19 metų. Šioje laidoje Paulas Zalomas vaidino ekstravagantišką mokslininką, demonstruojantį įvairias fizikos ir chemijos įdomybes. Dauguma eksperimentų buvo sugalvoti taip, kad bet kas galėtų pakartoti juos namuose su pagrindinėmis neapdorotomis žaliavomis. Laidose buvo aktyviai skatinama eksperimentus bandyti namuose. Nuo tada visame pasaulyje buvo sukurta daug panašaus formato mokslo laidų.

## **PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME**

Pati idėja, kad kiekvienas gali pats išbandyti pagrindines gamtoje egzistuojančias taisykles, jau yra iššūkis. Praktinės žinios apie tai, kaip vyksta kai kurie dalykai, bet kuriam žmogui gali padaryti skirtumą ir tuo pačiu padeda skleisti pagrindines mokslo raštingumo žinias ne mokslininkams. Taigi, mažai kainuojančių eksperimentų sukūrimas, vykdymas ir tinkama jų sklaida gali prisidėti prie mažiau kritiškos ir

prietaringos ir racionalesnės visuomenės kūrimo.

## **SĄSAJA SU UGDYMU**

Priemonės, randamos mokykloje ar vietinėje technikos parduotuvėje, yra labai tinkamos. Be to, mintis, kad kiekvienas, bet kur gali atlikti eksperimentus, skatina mokinius bandyti juos namuose su šeimomis. Eksperimentavimo jaudulys gali pažadinti naują pašaukimą mokslui.

Kita vertus, eksperimentavimas linkęs būti daugiadisciplinišku, ir daugelis eksperimentų, kurie gali būti atliekami su lengvai randamomis medžiagomis, plečia daugelio dalykų, pavyzdžiui, fizikos, chemijos, biologijos, matematikos ir technologijų žinias. Ryšių tarp mokyklos disciplinų stiprinimas padaro pamokas motyvuojančias, energingesnes ir patrauklesnes.

Be to, dauguma eksperimentams naudojamų medžiagų yra perdirbamos arba naudojamos pakartotinai, pavyzdžiui, tušti plastikiniai buteliai ar panaudoti šiaudeliai, todėl mokinių įtraukimas planuojant ir atliekant tokius eksperimentus stiprina jų tvarumo pojūtį.

## **PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI**

### **REAKCIJOS AUTOMOBILIS**

Naudojant plastikinį butelį, balioną, šiaudelį ir keletą kitų dalykų, kiekvienas gali sukonstruoti automobilį, kuris juda pagal Trečiąjį Niutono dėsnį.

Prieiga per internetą: <https://explorable.com/balloon-rocket-car-experiment>.

### **AUGALAI MATO ŠVIESĄ**

Pasėkite kelias sėklas dėžutėje su nedideliu plyšiu vienoje pusėje ir laukite, kol jos sudygs. Po kelių dienų pamatysite, kad daigeliai siekė plyšio nepriklausomai nuo to, su kokiomis kliūtėmis susidūrė savo kelyje. Šis eksperimentas parodo vieną iš daugelio savybių, kurią turi bet koks augalas – fototropizmą.

Prieiga per internetą: <http://www.untamedscience.com/biology/plants/phototropism/>.



## „MENTOS“ SALDAINIŲ GEIZERIS

Jeigu įmesite Mentos saldainių į gazuotą gėrimą, mažos duobelės, esančios saldainio paviršiuje, pasitarnaus kaip reakcijos taškai gėrime ištirpusiam CO<sub>2</sub>. Greitas burbuliukų susidarymas šiuose taškuose priverčia visą butelį pratrūkti galinga srove. Tai yra klasikinio eksperimento su valgomąja soda ir actu adaptacija, tačiau pats veikimo principas gana smarkiai skiriasi.

Prieiga per internetą: <https://www.steves-panglerscience.com/lab/experiments/original-mentos-diet-coke-geyser/>.

## NUORODOS

Fandom. The do it yourself Wiki 'DIY Culture'. [online] Prieiga per internetą: [http://diy.wikia.com/wiki/Do\\_It\\_Yourself](http://diy.wikia.com/wiki/Do_It_Yourself). [Žiūrėta 2018 m. balandį].

# ATSIRANDANČIOS TECHNOLOGIJOS

## 3D SPAUSDINIMAS

Šį skyrių parengė: Joanas Alemany (Katalonijos politechnikos universiteto matematikos absolventas, vienas iš eSeeCode kūrėjų, pagrindinės mokyklos mokytojas) ir Frankas Sabaté (mokytojas, besispecializuojantis STEM ugdyme).

## 3D SPAUSDINIMAS TURĖTŲ BŪTI LAIKOMAS NAUDINGU ĮRANKIU VISIEMS SU DIZAINU SUSIJUSIEMS DALYKAMS..

### VEIKIMO PRINCIPAS

3D spausdinimas yra grupė procesų, kurie leidžia gaminti fizinius daiktus iš kompiuterinio modelio, naudojant kompiuterinį dizainą (angl. CAD) arba 3D skaitytuvą.

Tokio tipo spausdinimas gali būti priskiriamas adityvaus gaminto pavyzdžiams, kur gaminyms kuriamas sluoksnis po sluoksnio dedant spausdinimo medžiagą tol, kol gaunamas galutinis produktas (visai kaip statant pastatą). Priešingai, subtraktyvus gamimas reiškia, kad medžiagoje išliejama pradinė gaminto forma, o likusi medžiagos dalis pjaunama tol, kol gaunamas galutinis produktas.

Tam, kad padarytų adityvų efektą, 3D spausdintuvai turi būti automatiniai ir programuojami įrankiai, kurie ne tik kaip tradiciniai spausdintuvai spausdina ant paviršių, bet ir naudoja pusiau kietas arba kietas medžiagas tūriui išgauti.

3D spausdinimas remiasi skaičiavimo ir programavimo principais, kurie leidžia kurti kompiuterinį 3D dizainą, ir mechaniniais ir inžineriniais elementais, kurie leidžia pačių 3D spausdintuvų gamybą.

### ISTORINĖ INFORMACIJA

Pagrindinės 3D spausdinimo sistemos pirmą kartą buvo sukurtos devintajame dešimtmetyje. Jas sukūrė dr. Hideo Kodama iš Nagajos savivaldybės pramoninių tyrimų instituto Japonijoje. H. Kodama sukūrė dabartinės stereolitografijos sistemos (angl. SLA) prototipą. Pirmasis šios sistemos patentas buvo suteiktas 1984-aisiais amerikiečių išradėjui Charlesui Hullui. Jis pirmąjį 3D spausdintuvą, paremtą SLA-1 3D sistema, rinkai pristatė 1987-aisiais.

Po metų, 1988-aisiais, Carlos Deckardas pateikė patentą dėl lazerinio sulydymo (angl. SLS) – naujo 3D spausdinimo būdo, kuris paremtas dulkių dalelių sinteze. 1992 metais bendrovė Stratasys pardavė pirmąjį pagal lydžiosios masės formavimo (angl. FDL) principą veikiančią spausdintuvą. Kadangi jo kaina buvo nedidelė, jis tapo populiariausiu 3D spausdintuvo modeliu tarp mėgėjų.

Šiais laikais daugelis bendrovių bando šių pagrindinių technologijų ribas su naujomis darbo sistemomis, derina įvairias medžiagas, pavyzdžiui, metalus, ir stengiasi padidinti spausdinimo greitį.

## PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME

Specialistai ir ekspertai paprastai sutinka, kad 3D spausdinimas iš pagrindų sukūrė gamybos sektorių tarptautiniu mastu. Manoma, kad jis taip pat pakeis pasaulinę ekonomiką.

Nors sunku tiksliai pasakyti, kas bus ateityje, galimybė pagaminti bet kokį objektą, naudojant įvairiausias medžiagas, gali baigtis tuo, kad vartotojai daugumą kasdienių produktų spausdins namuose ir jų nepirks fizinėse parduotuvėse. Galutinis produkto vartotojas įsigytų dizainą tiesiogiai iš didelių internetinių parduotuvių ir jį įkeltų į savo spausdintuvą.

Šiuo požiūriu praktinis 3D spausdinimo pritaikymas kasdieniame gyvenime būtų begalinis.

### SAŠAJA SU UGDYMU

Aukščiau minėti pritaikymo kasdieniame gyvenime būdai priklauso nuo vartotojų gebėjimo vietoje gaminti pagrindinius vartojimo reikmenis. Todėl nėra reikalo mokytis kurti modelius, o tik rinktis iš įvairių modelių jau egzistuojančių rinkoje.

Tačiau, žvelgiant iš švietimo perspektyvos, 3D spausdinimas kelia įdomų iššūkį. Ekspertai, su kuriais buvo konsultuojamasi, nerimauja dėl dabartinės tendencijos vengti naudoti 3D spausdinimo galimybes kaip mokymo priemonės ir jas naudoti tik demonstracijai. Atitinkamai, iš anksto sukurtų modelių parsisiuntimas ir populiariausių saugyklų, pavyzdžiui, OpenSCAD ([www.openscad.org](http://www.openscad.org)), Tinkercad ([www.tinkercad.com](http://www.tinkercad.com)) arba Beettle blocks ([beetleblocks.com](http://beetleblocks.com)) nėra laikomas autentišku šių technologijų taikymu ugdymo procese. Todėl, prieš pradėdant 3D spausdinimo užduotis klasėje, būtina nustatyti aiškius ugdymo tikslus.

3D spausdinimas turėtų būti laikomas naudingu įrankiu visuose su dizainu susijusiuose dalykuose, pavyzdžiui:

- Inžinerijoje ir technologijose: objektų gamybai ir modelių arba mechaninių ar elektroninių įtaisų, anksčiau suprojektuotų klasėje, konstravimui.

- Matematikoje ir geometrijoje: iš teoriinių procesų gautų figūrų ir abstrakčių duomenų erdvinei vizualizacijai.
- Plastinėje ir meninėje išraiškoje: teatro rekvizitų ir erdvinių meno objektų projektavimui ir gamybai.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

3D spausdinimo technologijų yra įvairių, iš kurių kiekviena, priklausomai nuo spausdinto objekto numatomo naudojimo, turi savo stipriąsias ir silpnąsias puses. Dažniausi naudojami spausdinimo būdai:

### STEREOLITOGRAFIJA (angl. SLA)

Pradinė medžiaga yra klampus skystis, kuris sukietėja veikiamas intensyvių UV spindulių. Produktas konstruojamas talpykloje užpildytoje šiuo skystičiu, o virš jos – motorizuota platforma. Lazeris, kartu su pirmu (vidiniu) produkto sluoksniu, skleidžia ultravioletinės šviesos spindulį taip įtvirtindamas pirmąjį lapą. Platforma nusileidžia žemyn vėl panardinti produkto į skystį ir tada liejamas ir užfiksuojamas antrasis sluoksniu, kuris prijungiamas prie pirmojo, ir taip daroma tol, kol produktas užbaigiamas.

Pagrindinis stereolitografijos privalumas – greitis ir tikslumas, kurį galima pasiekti, lygis. Nepaisant to, modeliai yra trapūs ir jautrūs tiesioginiams saulės spinduliams.

### LAZERINIS SULDYMAS (angl. SLS)

Mechaniniu požiūriu, lazerinis sulydymas yra panašus į stereolitografiją, bet pradinė lazerinio sulydymo medžiaga yra milteliai, paprastai pagaminti iš nailono (taip pat milteliams gaminti gali būti naudojamos ir kitos medžiagos, pavyzdžiui, polistirenas ar keramika). Lazeris įkaitina pirmąjį miltelių sluoksnį įlydydamas daleles. Motorinė platforma iš karto nusileidžia ir smulkūs milteliai įtrinami į produktą, taip sukurdami antrąjį sluoksnį. Kai produktas pagaminamas, likę nailono milteliai ištraukiami aukšto slėgio oro srove.

Pagrindinis šio spausdinimo privalumas – lydytas nailonas yra labai atsparus, todėl produktai, pagaminti naudojant šią techniką, gali būti praktiški. Be to, kadangi nailono miltelių tankis yra pakankamai didelis, spausdinant produktą nereikia jokių atraminių konstrukcijų.

### **MODELIAVIMAS NAUDOJANT LYDŽIOSIOS MASĖS FORMAVIMĄ (angl. FDM)**

Lydžiosios masės formavimą galima taikyti įvairiais būdais, tačiau bendrai kalbant, pradinė medžiaga yra kietas plastiko siūlas, kuris šildomas iki lydymosi taško ir sluoksniais nusodinamas ekstruderio, galinčio judėti erdvėje. Procesas paprastai vyksta iš apačios į viršų.

Kadangi visi komponentai iš esmės yra mechaniniai, neturi lazerių ar sudėtingų elementų, lydžiosios masės formavimas yra pigiausias sprendimas ir todėl lengviau prieinamas neprofesionaliems vartotojams. Tačiau pagamintų produktų kokybė yra prastesnė už tų, kurie pagaminti naudojant lazerinį sulydymą arba stereolitografiją, nes siūlo storis nustato produkto rezoliuciją ir maksimalų tikslumą, kuris gali būti pasiektas.

### **NUORODOS**

Bensoussan, H. (2016) The history of 3D printing: 3D printing technologies from the 80s to today. [online] Sculpteo.com. Prieiga per internetą: <https://www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/>

The Economist, (2017). 3D printers start to build factories of the future. [online] Prieiga per internetą: <https://www.economist.com/news/briefing/21724368-recent-advances-make-3d-printing-powerful-competitor-conventional-mass-production-3d>

## **OPTIKA IR FOTONIKA**

Šį skyrių parengė: Víctoras Grau (fizikos mokslų daktaras, Centrinio Katalonijos universiteto Menų ir mokslo mokymo katedros profesorius).

**...NĖRA LENGVO BŪDO MOKYTI ŠVIESOS KILMĖS IR JOS SAVYBIŲ... ŠVIESOS SUPRA-**

**TIMAS NĖRA INTUITYVUS, TODĖL JO TURI BŪTI MOKOMA LABAI ATSARGIAI, GALVOJANT APIE UGDYMO PLANĄ..**

### **VEIKIMO PRINCIPAS**

Optika ir fotonika yra glaudžiai susijusios fizikos šakos, kurios tiria šviesą ir jos elgseną. Optika gali būti laikoma pagrindiniu mokslu, iš kurio, atradus kvantinę šviesos prigimtį, atsirado fotonika.

Trumpai tariant, šviesa gali būti suprantama kaip elektromagnetinė banga ir mažų dalelių, vadinamų fotonais, spindulys. Kalbant apie šviesą kaip apie bangą, šviesa juda per erdvę bangos fronto forma, kuri gali parodyti klasiškos šviesos savybes, tokias kaip atspindys, lūžis, difrakcija ir interferencija. Jos bangos ilgis (ilgis tarp smaيليų, išreikštas nanometrais) numato jos spalvą.

Tačiau šviesa yra daug sudėtingesnė ir neturėtų būti pristatoma tik kaip tipinė mechaninė banga, kaip ji yra aprašoma daugelyje vadovėlių. Fizinė ir geometrinė optika labai išsamiai paaiškina ir numato daugelį klasikinių šviesos savybių.

Kalbant apie šviesą kaip apie fotonus, šviesa parodo savybes, kurios nėra matomos klasiškinėje bangose, pavyzdžiui, fotoelektrinį efektą, kuris yra individualaus fotonų poveikio detektoriumi priežastis, arba šviesos, emituojamos iš LED įtaisų, veikimas, kur elektronai emituoja fotonus pereidami į mažesnės energijos būsenas. Šie nauji atradimai lėmė kvantinės optikos ir su ja susijusių sričių atsiradimą.

### **ISTORINĖ INFORMACIJA**

Nėra iki galo sutariama, kada optika tapo tyrimų sritimi. 3000 metų senumo į lėšį panašus objektas, rastas Nimrude (dabartiniame Irake) leidžia daryti prielaidą, kad optika pirmiausiai buvo tiriamas asirų kultūroje. Tačiau nėra sutariama, ar tas lėšis buvo iš tikrųjų naudojamas kaip lėšis, ar tik kaip baldas.

Tačiau tikrai žinoma, kad Senovės Graikijos ir Senovės Romos kultūrose vietoj lęšių buvo naudojami vandeniui užpildyti stiklo rutuliai ir buvo atrastos kelios teorijos apie šviesos sklidimą. Terminas optika yra kilęs iš senovės graikų žodžio optikē, kuris reiškia atrodymą. Sugriuvus Senovės Graikijos ir Senovės Romos civilizacijoms, optikos raida tęsėsi Arabijos ir Indijos kraštuose. Ten dokumentuose buvo užrašyti ir išsaugoti svarbiausi šios srities atradimai.

Svarbu paminėti, kad tos teorijos šviesos tinkamai nenagrinėjo, ir nors jose detalai aprašytos kai kurios savybės, pavyzdžiui, atspindys ar lūžis, žmonės nesugebėjo suprasti, kas galėtų skleisti šviesą, ir kaip vaizdai susiformuoja mūsų galvose. Šiuo atžvilgiu pradinis fizinės optikos vystymasis buvo paremtas nepakankamu supratimu apie pačios šviesos pagrindus.

Vienas iš šio nesusipratimo pavyzdžių – septynioliktame amžiuje vykusios aštrios diskusijos tarp I. Niutono ir R. Huko, dviejų labiausiai žinomų visų laikų fizikų, dėl šviesos pobūdžio – ar tai yra dalelių pluoštas (pagal Niutoną) ar tai yra banga (pagal Huką). Abi interpretacijos buvo paremtos ankstesniais J. Keplerio tyrimais geometrinės optikos tema. Nereikia nė sakyti, kad abiejų mokslininkų interpretacijos buvo iš dalies teisios.

Devynioliktajame amžiuje buvo žengti pirmieji žingsniai konflikto išsprendimo link – T. Jungo ir A. Ž. Fresnelio eksperimentai plėtojo mintį, kad šviesa yra banga, o vėliau Maksvelo sukurtos lygtys parodė šviesą iš elektromagnetinės perspektyvos.

Dvidešimtajame amžiuje M. Plankas, A. Einšteinas ir N. Boras užbaigė šviesos teoriją apibūdinami ją ir kaip bangą ir kaip daleles, padėdami pamatus naujai tyrimų sričiai – kvantinei optikai. Lazerių išradimas 1960-aisiais laikomas fotonikos – srities, kuri daugiausiai tiria fotonus, jų fizines savybes, gamybą ir sąveiką su šviesa – pradžios tašku.

## PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME

Žmonės yra pripratę darbus atlikti dienos metu, todėl šviesa yra aplink mus didžiąją laiko dalį. Dažnai priimame sprendimus atsižvelgdami į optiką, pavyzdžiui, dažome kambarį šviesiomis spalvomis tam, kad maksimaliai padidintume kambario šviesumą ar atsižvelgiame į langų padėtį statydami televizorių svetainėje tam, kad išvengtume atspindžių. Tačiau daugelis šių sprendimų yra pagrįsti intuityviu pagrindinių optinių reiškinių supratimu. O optika kartais gali būti apgaulinga.

Geras šviesos ir jos savybių supratimas gali būti pritaikomas kasdieniame gyvenime daugelyje sričių:

- Fotografijoje ir filmavime, ypač kalbant apie platų optikos panaudojimą išmaniuosiuose telefonuose ir nuotraukų ar vaizdo įrašų dalinimosi programėlėse.
- Šviesos pagrindu veikiančiuose įtaisuose, tokiuose kaip nuotolinio valdymo pulsaitai, judesio detektoriai ar artumo jutikliai.
- Optinių efektų, pavyzdžiui, mirazų ar kitų iškraipymų, kylančių dėl šviesos atspindžio ir lūžio, atpažinime.

## SĄSAJA SU UGDYMU

Pasak ekspertų, nėra lengvo būdo mokyti šviesos kilmės ir jos savybių. Norint tai įtraukti į ugdymo planą, reikėtų pradėti nuo daleles vaizduojančio modelio pradinėje mokykloje (6–12 metų amžiaus vaikams) ir pereiti prie bangų modelio vidurinėje mokykloje (12–18 metų amžiaus vaikams).

Tarp optikos ir fotonikos ir pagrindinių STEM disciplinų – matematikos, fizikos ir technologijų – egzistuoja akivaizdūs ryšiai. Tačiau, ryšių yra ir su kitomis sritimis:

- Biologija: optika ir fotonika padeda paaiškinti pagrindinius fotosintezės principus, gėlių spalvą ir akies fiziologiją.
- Filosofija: pati idėja matyti gali kelti kai kuriuos filosofinius klausimus, pavyzdžiui, grožio subjektyvumo.

- Menai ir humanitariniai mokslai: daugelis meninių išraiškų, įskaitant fotografiją, tapybos, architektūros ir scenos meną, priklauso nuo šviesos.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Vienas iš svarbiausių klausimų, kurį kelia ekspertai, kai kalbama apie optikos ir fotonikos mokymą, yra mintis, kad šviesos supratimas nėra intuityvus, todėl jo turi būti mokoma labai atsargiai, galvojant apie ugdymo planą. Joks paprastas praktinis pavyzdys ar analogija negali paaiškinti šviesos, todėl mokytojams rekomenduojama pirmiausiai suteikti tvirtus klasikinės optikos pagrindus:

- Šviesos sklidimas: mintis, kad šviesa keliauja iš taško A į tašką B tiesia linija. Tai gali būti akivaizdu suaugusiajam, bet vaikas tiesiog gali nesuprasti, kadangi nėra jokio būdo pamatyti šviesą iš tiesų judant.
- Pagrindinės savybės: šviesos atspindys ir lūžis, kuriuos lengva paaiškinti iš dalelių spindulio perspektyvos.
- Aptikimas ir vizija: šviesa nesusiformuoja mūsų akyse, o atsispindi nuo objektų šviesos šaltinio kelyje.

Po to, kai išaiškinami šie pagrindai, ruošiantis universitetinėms studijoms gali būti aptariamoms sudėtingesnės koncepcijos:

- Šviesos bangos modelis: difrakcija / interferencija ir spalva, kaip su bangomis susijusios šviesos savybės.
- Poliarizacija: elektromagnetinių bangų sukimosi kampas ir kaip jį galima modifikuoti ar apriboti.
- Kvantinė šviesos teorija: Pagrindinė mintis yra ta, kad fotonai yra energijos paketas, kuris gali būti sugeriamas arba atpaaiduojamas energijos virsmų metu.

## NANOTECHNOLOGIJOS

Šį skyrių parengė: Jordi Diazas (chemijos ir medžiagų mokslo mokslų daktaras, Nanoeduca ir Nanoinventum mokyklinių veiklų kūrėjas, Barcelonos universiteto mokslininkas).

## KADANGI NANOTECHNOLOGIJOS YRA KAŽKUR TARP FIZIKOS, CHEMIJOS IR TECHNOLOGIJŲ, JŲ TYRIMAI GALĖTŲ SUJUNGTI SKIRTINGAS STEM DISCIPLINAS.

### VEIKIMO PRINCIPAS

Nanotechnologijos – bet kokia technologinė veikla, atliekama skalėje nuo 1 iki 100 nanometrų (1 m = 1 mlrd. nm). Tai yra atomų skersmens skalė, pavyzdžiui, helio atomo skersmuo yra apie 0,1 nm.

Nanotechnologijų taikymas leidžia ypatingą sumažinimą, naudojant ir pertvarkant atskirus atomus. Inžinieriai nanoskalėje atranda įspūdingas naujas medžiagų savybes, pavyzdžiui, sustiprintą jėgą, mažesnę svorį ir spalvų svyravimus, priklausomus nuo dydžio. Daug žinomų medžiagų savybių, tokių kaip laidumas ar magnetizmas, veikia netikėtai, kai medžiagos suskirstomos į jų pagrindines molekules.

Tokiems procesams atlikti buvo sukurta specializuota įranga, tokia kaip didelės raiškos elektronų perdavimo mikroskopai (angl. TEM) arba skenuojantys tuneliniai mikroskopai (angl. STM) – galingi įtaisai, kurie leidžia iš tikrųjų pamatyti atomus. Atominės jėgos mikroskopai (angl. AFM) yra pajėgūs ne tik matyti, bet ir iš tikrųjų perkelti atomus.

Šiuo metu nanoskalė plačiai naudojama įvairiose srityse, tokiose kaip chemija, biologija, medicina, medžiagų mokslas ir inžinerija.

## ISTORINĖ INFORMACIJA

Istoriškai, net jei praktinis nanoskalės poveikis ir nebuvo suprastas, jis tikrai buvo pastebėtas. Daugelio pigmentų spalva yra susijusi su juos sudarančių nanodalelių spalvomis. Manoma, kad Damasko plieno geležčių tvirtumas ir lankstumas priklauso nuo anglies nanotūbelių, susiformuojančių kalimo metu. Tačiau tokie pastebėjimai buvo nepaaiškinti metų metus.

1959 metais R. Feynmanas, savo įkvėpiančiame pranešime Kalifornijos technologijų institute (angl. Caltech), pavadinimu Yra daug vietos apačioje (angl. There is plenty of room at the bottom), pirmą kartą iškėlė galimybę, kad eksperimentai galėtų vykti nanoskalėje ir kad atomai valingai galėtų būti pertvarkomi. Ši konferencija yra laikoma šiandieninių nanotechnologijų (terminą 1974 sukūrė N. Taniguchi) pradžia.

Nepaisant to, kad tuo metu trūko technologijų, kad būtų galima vystyti nanoskalės pritaikymo galimybes, prof. Feynmanas nekreipė dėmesio į visus teorinius apribojimus ir nuspėjo kai kurių pritaikymo būdų, kuriuos turime šiandien, sukūrimą.

Nanotechnologijų plėtra buvo stipriai priklausoma nuo galimybės pamatyti ir valdyti dalykus mažoje skalėje. Taigi, svarbiausi nanotechnologijų taikymo etapai sutampa su skenuojančių tunelinių mikroskopų (angl. STM) ir atominės jėgos mikroskopų (angl. AFM) išradimu devintajame dešimtmetyje.

Ši nauja technologija, kurią naudojant galima pertvarkyti atskirus atomus, pirmą kartą buvo panaudota 1989-aisiais, kai bendrovė IBM, skenuojančių tunelinių mikroskopų kūrėja, panaudojo šį mikroskopą pribloškiančioje demonstracijoje – jie užrašė savo įmonės inicialus ant nikelio paviršiaus naudodami 35 ksenono atomus.

Galimas atomų pertvarkymo pritaikymas nanoinžinerijoje ir nanorobotikoje buvo išsamiai išdiskutuotas. Tačiau, šiai, vis dar besivystančiai sričiai, kol kas vis dar nėra sukurta daug pritaikymo galimybių.

Didžioji dabartinio nanotechnologijų progreso dalis yra sutelkta ties paviršių nanopadengimu metalo jonais, tokiais kaip sidabras ar auksas, tam, kad pagerintų egzistuojančių medžiagų savybes. Taip pat stengiamasi sukurti naujas molekules, kurios galėtų pačios jungtis ir nuo pat pradžių sudaryti struktūras, panašiai kaip gamtoje susidaro biologinės struktūros.

Nepaisant pažadų apie didelę nanotechnologijų naudą, neseniai kilo susirūpinimas dėl jų naudojimo. Manoma, kad sunkieji metalai, tokie kaip sidabras arba auksas, prarijus arba įkvėpus yra kancerogeniški. Be to, kai kurie požymiai rodo, kad anglies nanotūbelės mūsų plaučiams gali būti žalingos taip pat kaip ir asbestas.

## PRAKTINIS PRITAIKYMAS KASDIENIAME GYVENIME

Daugiausiai dabartinės nanotechnologijos pritaikomos masinėje gamyboje ir pramonės srityje, pavyzdžiui, atliekant elektronų sudėtinių dalių ar katalizatorių miniatiūrizavimą, siekiant užfiksuoti kenksmingas molekules ir sumažinti taršą. Vidutinis žmogus nėra susipažinęs su šiais taikymo būdais, todėl žinios apie nanopasaulį kasdieniame gyvenime gali atrodyti ne visai svarbios.

Tačiau, kai kurios įžvalgos apie tai, kas vyksta šiose mažose skalėse, gali atverti mintis naujoms realybėms, paradigmoms ir lateraliniam mąstymui. Žmonės, puikiai suprantantys sudėtingą mūsų pasaulio prigimtį, gali būti kūrybiškesni ir kritiškesni.

## SĄSAJA SU UGDYMU

Kadangi nanotechnologijos yra kažkur tarp fizikos, chemijos ir technologijų, jų tyrimai galėtų sujungti skirtingas STEM disciplinas. Pavyzdžiui, kalbant apie praktinį pritaikymą, vaikai, naudodami geležies fluidą, gali eksperimentuoti su magnetizmu (ir pamatyti 3D magnetinį lauką), arba pamokose apsvarstyti superhidrofobinių medžiagų pritaikymą kasdienybėje.

Šiuo atžvilgiu buvo dedamos tam tikros pastangos įgyvendinti veiklas, susijusias su nanotechnologijomis, mokyklose. NanoEduca priemonių rinkinys pagrindinei mokyklai (pagal pageidavimą prieinamas visame pasaulyje) yra geras šių pastangų pavyzdys. Jis suteikia visas reikiamas medžiagas ir instrukcijas, taip pat ir visapusišką ugdymo planą kaip integruoti veiklas klasėje.

Ekspertai, su kuriais buvo konsultuotasi, sutaria, kad ir mokiniai, ir mokytojai yra labai imlūs su nanopasaulyu susijusiai veiklai, ir apie tai atsiliepia teigiamai. Mokytojams galimybė nagrinėti klasikinės idėjas iš kitos perspektyvos atrodo labai įdomi. Daugelis mokytojų jaučiasi „atsijungę“ nuo šiuolaikinio mokslo ir technologijų pažangos ir darbas su besivystančios srities, tokios kaip nanotechnologijos, pagrindais, didina jų motyvaciją.

Nanotechnologijų pritaikymas taip pat neapsiriboja STEM ugdymu, kartais jos paliečia filosofiją, socialinius mokslus ir, galiausiai, etiką. Pavyzdžiui, apsvarstykite teiginį, kad kai kurios nanodalelės gali būti kenksmingos mums ar aplinkai. Ar ši problema gali būti išspręsta? Kaip? Įrodyta, kad nanodalelių perdirbimas yra gana sudėtingas. Ar nauda atsveria riziką?

Kiti su nanotechnologijomis susiję klausimai, kuriuos galima aptarti klasėje, yra jų naudojimo racionalumas. Ar tikrai visur reikia naudoti nanokomponentus? Ar tai galėtų padidinti technologijų skirtumus pasaulyje?

## **PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI**

### **APSAUGA IR IŠSAUGOJIMAS**

Nanomedžiagos buvo sukurtos siekiant padėti išsaugoti senovinius meno kūrinius, pavyzdžiui, paveikslus. Šios medžiagos ne tik gali labiau susiliesti su originaliais objektais, bet ir geriau, nei tradiciniai metodai, užkirsti kelią tolesniam gedimui.

### **MEDŽIAGŲ APIBŪDINIMAS**

Vizualizavimo būdus, sukurtus siekiant ištirti nanomedžiagas, galima pritaikyti kitose sri-

tyje, pavyzdžiui, medžiagų, rastų nusikaltimo vietoje, identifikavime arba meno kūrinių priskyrimo konkrečiam menininkui.

### **NAUJI PIGMENTAI**

Kai kurios nanodalelės, priklausomai nuo jų dydžio, keičia spalvą. Tai leido sukurti plačiai taikomus nanodažus. Pavyzdžiui, kvantiniai taškai naudojami molekulinėje biologijoje ląstelėse pažymėti baltymus ir kitas molekules ir tirti jų vietą.

### **NANOGRANDINĖS**

Vis dar tobulinama galimybė sumažinti elektros grandines, leistų jas integruoti į bet kokią medžiagą, pavyzdžiui, drabužių audinį. Kai technologija bus paruošta, tikimasi naujos nešiojamų prietaisų eros.

### **NANOROBOTIKA**

Numatomos molekulinės mašinos, kurios yra pilnai programuojamos ir valdomos, bus taikomos plačiai, pavyzdžiui, medicininiuose robotuose, veikiančiuose mūsų kūno viduje.

## **NUORODOS**

Nanoeduca. Official website. [online] Prieiga per internetą: <http://nanoeduca.cat/es/inicio/>

United States National Nanotechnology Initiative (2014). Nanotechnology timeline. [online] Prieiga per internetą: <https://www.nano.gov/timeline>

Phys.org (2014). Nanomaterials to preserve ancient works of art. [online] Prieiga per internetą: <https://phys.org/news/2014-11-nanomaterials-ancient-art.html>

# PRIEDAS NR. 1

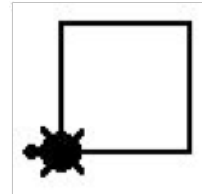
## SKIRTUMAI TARP PROGRAMAVIMO KALBOS, PAREMTOS SINTAKSE, IR PROGRAMAVIMO KALBŲ, PAREMTŲ BLOKŲ SISTEMA

Naudodami Logo, pakartodami komandas nubrėškite kvadratą, kurio viena kraštinė yra 50 pikselių. Ši kalba yra paprastesnė ir joje yra šiek tiek sintaksės.

kvadratui  
pakartot 4 (į priekį 50 dešinėn 90)  
baigti

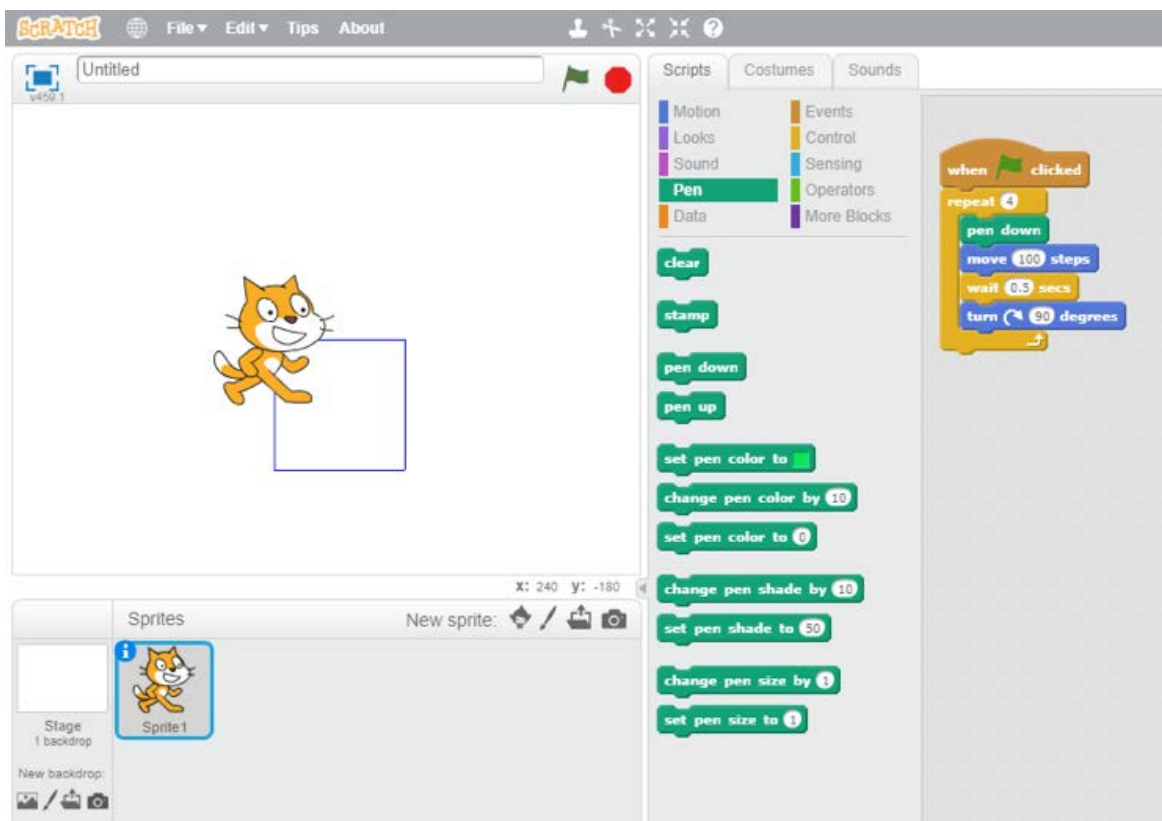


į priekį 50



dešinėn 90

Naudodami Scratch, pakartodami komandas nubrėškite kvadratą, kurio viena kraštinė yra 100 pikselių. Kaip parodyta paveikslėlyje, kode nėra žodžių, todėl nėra galimų kodavimo klaidų, o tik loginės programavimo klaidos.





Naudodami JavaScript (kartu su HTML5) nubrėžkite kvadratą, kurio viena kraštinė yra 100 pikselių. Tokiu atveju, nenaudojamos pakartojimo komandos, kadangi stačiakampis apibūdinamas tiesiogiai. Kaip parodyta, ši kalba yra daug sudėtingesnė, neturi intuityvios sintaksės ir integruotų funkcijų (kaip `document` ar `var`).





Ši parengties lygių sistema nėra ir neturėtų būti suprantama kaip reitingavimo įrankis, parodantis visišką „nekokybę“ žemiausiuose taškuose ar meistriškumą aukščiausiuose. Mes tikime, kad kiekviena mokykla yra bendruomenė su konkrečiais poreikiais, kontekstu ir gali spręsti šiandien kylančius iššūkius ne su iš anksto jai primestais algoritmais, bet kūrybiškai pritaikydamos egzistuojančias praktikas ar kurdamos naujas. Todėl mes visus skatiname šį įrankį naudoti kaip savianalizės galimybę, siekiant geriau suprasti Jūsų dabartinę situaciją STEAM diegimo kontekste.

Pokyčiams reikia laiko. Ne visos organizacijos yra linkusios daryti radikalias inovacijas ir pokyčius, bet mes nematome problemų, kad švietimo sistema ir kiekviena bendruomenė evoliucionuoja jai labiau tinkančiu tempu. Milžiniški pasiekimai yra padaromi inkrementiniu (palaiptuisi, žingsnis po žingsnio) būdu, jei jie daromi išmintingai, laiku ir nuosekliai. Būtent čia ir naudingas šis įrankis, kuris leidžia analizuoti ir suprasti savo organizacijos status quo.

Norėdami tobulėti, turite pasirinkti tinkamas priemones, atsižvelgdami į analizės rezultatus, bei aiškiai suprasti, ką galite daryti geriau. 5 kriterijų rinkiniai, kiekvienas su 5 lygiais yra

ne tik kaip atskaitos taškas, bet ir kaip įkvėpimo šaltinis, galintis Jus pastūmėti ant teisingo kelio.

Lengvesniam supratimui, kiekvienas lygis yra iliustruotas STEAM apraiškos pavyzdžiu mokykloje. Visgi, nei pavyzdžiai, nei patys lygmens neatspindi absoliučios STEAM įgyvendinimo formos mokykloje. Tai taip pat nėra jau parengti sprendimai Jūsų bendruomenei, bet mes tikimės, kad tai gali suveikti kaip katalizatorius Jūsų tobulėjimo procese.

Kiekviena mokykla turėtų naudoti šį įrankį ir vertinti rezultatus atsižvelgdama į savo misiją, nacionalinę švietimo politiką, bendruomenės ambicijas bei tikslus.

5 kriterijų rinkiniai yra: S – synthesis of disciplines (dalykų sintezė), T – technology (technologijos), E – extent (dažnumas), A – applicability (praktinis pritaikomumas) and M – mentorship approach (instrukcijos lygmuo).

## S – SYNTHESIS OF DISCIPLINES (DALYKŲ SINTEZĖ).

Ar mes mechaniškai jungiame dalykus, ar bandome mokiniams parodyti esminius veikimo principus?

**1 lygis:** Mokymo įrankis – vienas dalykas yra naudojamas, siekiant lengviau išmokti ar atsimiti kito dalyko informaciją. Vienas iš dalykų yra mažiau svarbus nei kitas.

Pavyzdys: dainos dainavimas, siekiant įsiminti istorines datas.

**2 lygis:** Teminė sąsaja – vienas dalykas padeda praturtinti kitą. Integracija egzistuoja tik tuo atveju, jei konceptai ir tikslai atliepia abu dalykus.

Pavyzdys: pjesės apie istorinę asmenybę skaitymas ir joje esančios informacijos naudojimas, siekiant labiau perprasti istorinį kontekstą ar įvykio priežastis.

**3 lygis:** Fenomeno sąsajos – teminių vienetų integracija į tikrovę atspindinčias sritis (fenomenus), kurios atliepia daugelio dalykų tikslus.

Pavyzdys: gyvenimas Marse – matematikos ir fizikos integracija (pvz. vertinant Marso ir Žemės temperatūros, rotacijos, masės ir t.t. skirtumus), biologijos integracija diskutuojant kokią įtaką tai turi gyviems organizmams, IT ir robotikos integracija modeliuojant ir konstruojant bazę gyvenimui ir t.t.

**4 lygis:** Konceptualūs ryšiai – tokia integracija, kurioje konceptai ir kaip jie yra pritaikomi kiekviename dalyke tampa svarbiausia. Panaudojant mokinių vienos disciplinos supratimą, lengviau perteikti jiems nepažįstamą dalyką, parodant persidengiančius konstruktus.

Pavyzdys: mokymas suprasti muzikos kūrinio charakteristikas, panaudojant literatūroje egzistuojančius konstruktus, kurie mokiniams yra labiau pažįstami, pvz. dinamika, naratyvas ir pan.

**5 lygis:** Procesų sąsajos – integracija, kurioje svarbiausia tampa tai, kaip studentai dirba su dalyko medžiaga – klasifikuoja, apjungia, nustato seką ir pan. Šie procesai yra bendri daugeliui disciplinų, tad jų supratimas viename dalyke gali palengvinti mokinių suvokimą ir kitame dalyke.

Pavyzdys: mokinių mokymas, kaip išskirti skirtingus požymius, siekiant klasifikuoti praktinius dalykus, pvz. medžius, gyvūnus. Šį suvokimą toliau panaudojant padedant suvokti abstrakčių idėjų klasifikavimą, pvz. skaičių.

## T – TECHNOLOGY (TECHNOLOGIJOS).

Ar technologijas naudojam vardan „smagumo“, ar siekdami iš esmės pakeisti ugdymo procesą?

**1 lygis:** Pakaitalas – technologijos yra naudojamos be jokio funkcinio pokyčio duotoms užduotims.

Pavyzdys: mokiniai skaito straipsnį kompiuterio ekrane, vietoje knygos.

**2 lygis:** Papildymas – technologijos leidžia mažus patobulinimus.

Pavyzdys: mokiniai testą pildo naudodami programėlę Kahoot!, vietoje popieriaus ir pieštuko (greičiau rezultatai matomi, lengviau palyginti ir t.t.).

**3 lygis:** Pritaikymas – technologijos leidžia praturtinti ir individualizuoti mokymą(si).

Pavyzdys: mokiniams duodama užduotis padaryti pristatymą su jų pačių pasirinktais įrankiais (PPT prezentacija, Prezi, vaizdo klipas, garso įrašas ir t.t.).

**4 lygis:** Modifikacija – technologijos leidžia reikšmingai pakeisti mokymosi procesą.

Pavyzdys: mokiniai rūpinasi šiltnamio naudodami virtualius ir nuotolinius sprendinius

(realiu laiku fiksuojančias kameras, įvairius rodmenis ir t.t.).

**5 lygis:** Transformacija – technologijos įgalina mokytis tokiais būdais, kurie būtų neįmanomi jų nenaudojant.

Pavyzdys: mokiniai naudoja virtualios realybės akinius ir Google žemėlapių pagalba lankosi virtualiuose užsienio muziejų turuose.

## E - EXTENT (DAŽNUMAS).

Kiek įprasta yra integruoti dalykus mokykloje?

**1 lygis:** dviejų ar daugiau dalykų integracija bent kartą per mokslo metus.

Pavyzdys: dviejų ar daugiau dalykų integracija, minint svarbią datą, pvz. Žemės dieną.

**2 lygis:** dviejų ar daugiau dalykų integracija bent kartą per pusmetį/semestrą.

Pavyzdys: trumpalaikio projektinio darbo atlikimas semestro/trimestro pabaigoje, naudojant bent kelių dalykų žinias.

**3 lygis:** dviejų ar daugiau dalykų integracija bent du kartus per pusmetį/semestrą.

Pavyzdys: integracija naudojant tematinius vienetus naujos temos pristatymui, pvz. barokas, klasicizmas, gotika muzikai, literatūrai ir dailei bent kelis kartus per semestrą/trimestrą.

**4 lygis:** dviejų ar daugiau dalykų integracija bent kartą per mėnesį.

Pavyzdys: mokiniai įgyvendina ilgalaikį projektą (pvz. Kuriant energiją tausojantį namą: šildymas ir vėsinimas) naudodami kelių dalykų žinias ir tam turi nuolat pasikartojančias integruotas sesijas, skirtas būtent šiai tematikai.

**5 lygis:** dviejų ar daugiau dalykų integracija kiekvieną savaitę.

Pavyzdys: dalyko ir kalbos integruotas mokymasis (CLIL).

## A - APPLICABILITY (PRAKTINIS PRITAIKOMUMAS).

Ar mes sprendžiame teorines problemas, turėdami menką supratimą, kaip tai gali būti pritaikyta praktikoje, ar mes skatiname studentus spręsti artimas, kasdien sutinkamas problemas?

**1 lygis:** mokiniai sprendžia teorines užduotis, mokytojai pateikia praktinio pritaikymo pavyzdžių.

Pavyzdys: mokiniai taiko Pitagoro teoremą, mokytojai paaiškina, kur tai naudinga praktikoje.

**2 lygis:** mokiniai sprendžia teorines užduotis ir patys pateikia praktinio pritaikymo pavyzdžių.

Pavyzdys: mokiniai padaro išvadą, kuri medžiaga plūduriuos vandens paviršiuje, apskaičiuodami jos tankį ir tada pateikia, kur tokia informacija galėtų būti naudojama (praktinis pritaikomumas yra labiau teorinis bei dirbtinis).

**3 lygis:** mokiniai sprendžia teorines problemas, kurios yra pritaikomos realiame gyvenime (jie gali tapatintis su tomis problemomis).

Pavyzdys: mokiniai naudoja turimas žinias, kad parengtų artėjančio mokyklos renginio biudžetą.

**4 lygis:** mokiniai sprendžia realius praktinius atvejus.

Pavyzdys: mokiniai parengia verslo planą, kaip pakeisti pasirinktą produktą, siekiant, kad jis būtų labiau tausojantis aplinką. Verslo plane pateikiama rinkos analizė, produkto dizainas ir marketingo kampanija.

**5 lygis:** mokiniai sprendžia su jų individualia patirtimi ir realiu gyvenimu susijusias problemas (problemų idėjos ateina iš pačių mokinių)

Pavyzdys: mobiliosios aplikacijos, skirtos skatinti sveiką gyvenseną, vizualizuojant asmens atliekamą pažangą, sukūrimas ir testavimas.

## M – MENTORSHIP APPROACH (INSTRUKCIJOS LYGMUO).

Kiek laisvas yra mokinys priimti sprendimus apie savo mokymąsi?

**1 lygis:** Interaktyvi demonstracija – mokytojas pristato, kaip teisingai prieiti prie mokslinių išvadų, ir uždavinėja klausimus mokiniams.

Pavyzdys: mokytojas atlieka mokslinę demonstraciją ir valdo įrankius bei užduoda klausimus mokiniams, kas jų manymu nutiks atliekant eksperimentą ir po to prašo paaiškinti, tai ką jie matė.

**2 lygis:** Valdomas atradimas – mokiniai atlieka mokytojo pristatytas užduotis.

Pavyzdys: mokiniai atlieka laboratorinę veiklą pagal mokytojo išdalintas instrukcijas.

**3 lygis:** Valdomas tyrinėjimas – mokiniai atlieka mokytojo nurodytas užduotis, su aiškiais tikslais, bet be konkrečių instrukcijų. Mokiniai gali būti duodamos užuominos arba paaiškinimai, kaip naudoti konkretų įrankį, mokytojai gali skatinti mokinius tyrinėti, užduodami jiems klausimus.

Pavyzdys: laboratorinė veikla su konkrečiu tikslu, pvz. „Raskite...“, „Nustatykite...“.

**4 lygis:** Apribotas tyrinėjimas – mokiniai planuoja ir atlieka užduotis, nurodytas mokytojo, su ribotu pasirengimu ir be jokios arba labai maža mokytojo pagalba.

Pavyzdys: mokytojas supažindina mokinius su moksline problema, bet patys mokiniai yra

atsakingi už užduočių planavimą ir įgyvendinimą, duomenų surinkimą bei ataskaitos parengimą.

**5 lygis:** Laisvas tyrinėjimas – mokiniai patys išsikelia tyrimo klausimus, suplanuoja tyrimą bei pasirenka ir pasiruošia reikalingus įrankius.

Pavyzdys: Užduočiai „Padarykite tyrimą, susijusį su garso analizavimu arba kalbos atpažinimu“ mokiniai pasirenka lyginti aukštus ir žemus tonus, vyrų ir moterų balsus, muzikinių instrumentų leidžiamus garsus, triukšmą ir t.t.

### ŠALTINIAI:

Clilde, B. M., & Andrea, C. (2016). Clil & ibse methodologies in a chemistry learning unit. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 4(8), 1–12. URL: [https://www.unifg.it/sites/default/files/allegatiparagrafo/06-07-2017/bruno\\_cecchetti\\_clil\\_and\\_ibse\\_methodologies\\_in\\_a\\_chemistry\\_learning\\_unit.pdf](https://www.unifg.it/sites/default/files/allegatiparagrafo/06-07-2017/bruno_cecchetti_clil_and_ibse_methodologies_in_a_chemistry_learning_unit.pdf)

Dr. Puentedura R. SAMR model. URL: <https://sites.google.com/a/msad60.org/technology-is-learning/samr-model>

European Commission. (2007). *A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, 1–29. URL: [https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

Heick, T (2017). 5 Levels Of Technology Integration In Curriculum. URL: <https://www.teachthought.com/technology/5-levels-of-technology-integration-in-curriculum/>

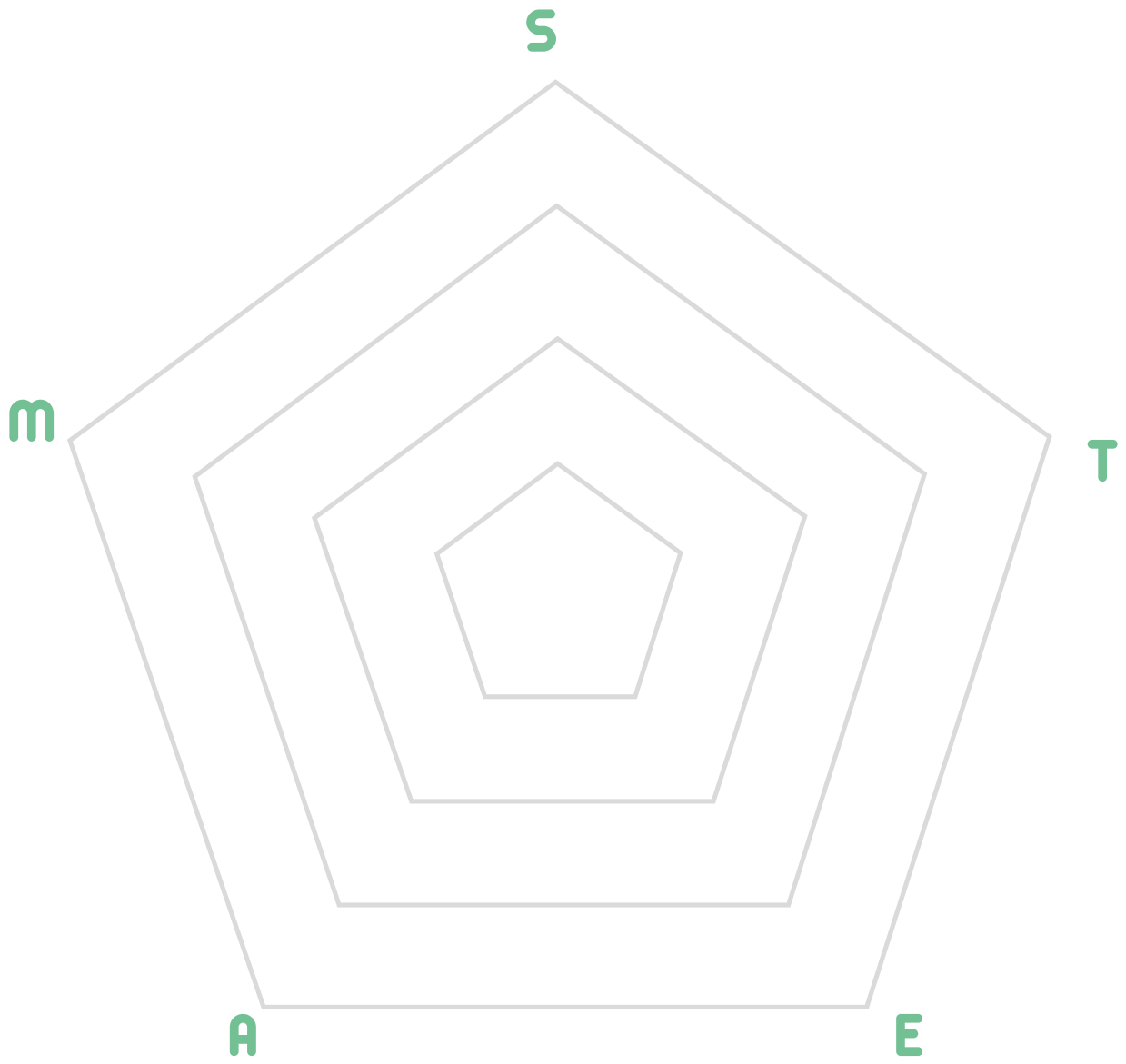
Risinger, C. F. (2010). Using Online Field Trips and Tours in Social Studies. *Social Education*, 74(3), 137–138. Retrieved from URL: [https://www.socialstudies.org/system/files/publications/articles/se\\_7403137.pdf](https://www.socialstudies.org/system/files/publications/articles/se_7403137.pdf)

The Technology Integration Matrix. Florida Center for Instructional Technology at the University of South Florida, College of Education. URL: <http://mytechmatrix.org>.

Trebor Scholz, R. (2013). Learning Through Digital Media: Experiments in Technology and Pedagogy. *IDC*, 325. URL: [https://clalliance.org/wp-content/uploads/files/Learning\\_Through\\_Digital\\_Media.pdf](https://clalliance.org/wp-content/uploads/files/Learning_Through_Digital_Media.pdf)

Wiggins, R. A. (2001). Interdisciplinary curriculum: Music educator concerns. *Music Educators Journal*, 87(5), 40–44. <https://doi.org/10.2307/3399707>

Wolpert-Gawron H. (2014). 8 Ways to Use Music in the Language Arts Classroom. URL: <https://www.edutopia.org/blog/using-music-strategies-language-arts-classroom-heather-wolpert-gawron>



# STEAM PARENGTIES SAVIAANALIZĖS ĮRANKIS

Autoriai: Andrius Uždanavičius, Arminas Varanauskas,  
Gintarė Zinkevičiūtė





Šis STEAM parengties savianalizės įrankis nėra ir neturėtų būti suprantama kaip reitingavimo įrankis, parodantis visišką „nekokybę“ žemiausiuose taškuose ar meistriškumą aukščiausiuose. Mes tikime, kad kiekviena mokykla yra bendruomenė su konkrečiais poreikiais, kontekstu ir gali spręsti šiandien kylančius iššūkius ne su iš anksto jai primestais algoritmais, bet kūrybiškai pritaikydamos egzistuojančias praktikas ar kurdamos naujas. Todėl mes visus skatiname šį įrankį naudoti kaip savianalizės galimybę, siekiant geriau suprasti Jūsų dabartinę situaciją STEAM diegimo kontekste.

Pokyčiams reikia laiko. Ne visos organizacijos yra linkusios daryti radikalias inovacijas ir pokyčius, bet mes nematome problemų, kad švietimo sistema ir kiekviena bendruomenė evoliucionuoja jai labiau tinkančiu tempu. Milžiniški pasiekimai yra padaromi inkrementiniu (palaiptuisi, žingsnis po žingsnio) būdu, jei jie daromi išmintingai, laiku ir nuosekliai.

Norėdami tobulėti, turite pasirinkti tinkamas priemones, atsižvelgdami į analizės rezultatus, bei aiškiai suprasti, ką galite daryti geriau. Šiame dokumente rasite 5 klausimus. Atsakydami į juos turėtumėte geriau suprasti savo mokyklos situaciją ir kaip galėtumėte atitinkamai veikti.

Kiekviena mokykla turėtų naudoti šį įrankį ir vertinti rezultatus atsižvelgdama į savo misiją, nacionalinę švietimo politiką, bendruomenės ambicijas bei tikslus.

# SAVIANALIZĖS ĮRANKIS

## S - SYNTHESIS OF DISCIPLINES (DALYKŲ SINTEZĖ).

Kuris pavyzdys labiausiai atitinka Jūsų įprastą praktiką mokykloje? Pasirinkite vieną.

- a) dainos dainavimas, siekiant įsiminti istorines datas.
- b) pjesės apie istorinę asmenybę skaitymas ir joje esančios informacijos naudojimas, siekiant labiau perprasti istorinį kontekstą ar įvykio priežastis.
- c) gyvenimas Marse – matematikos ir fizikos integracija (pvz. vertinant Marso ir Žemės temperatūros, rotacijos, masės ir t.t. skirtumus), biologijos integracija diskutuojant kokią įtaką tai turi gyviems organizmams, IT ir robotikos integracija modeliuojant ir konstruojant bazę gyvenimui ir t.t.
- d) mokymas suprasti muzikos kūrinio charakteristikas, panaudojant literatūroje egzistuojančius konstruktus, kurie mokiniams yra labiau pažįstami, pvz. dinamika, naratyvas ir pan.
- e) mokinių mokymas, kaip išskirti skirtingus požymius, siekiant klasifikuoti praktinius dalykus, pvz. medžius, gyvūnus. Šį suvokimą toliau panaudojant padedant suvokti abstrakčių idėjų klasifikavimą, pvz. skaičių.

## T - TECHNOLOGY (TECHNOLOGIJOS).

Kuris pavyzdys labiausiai atitinka Jūsų įprastą praktiką mokykloje? Pasirinkite vieną.

- a) mokiniai skaito straipsnį kompiuterio ekrane, vietoje knygos.
- b) mokiniai testą pildo naudodami programėlę Kahoot!, vietoje popieriaus ir pieštuko (greičiau rezultatai matomi, lengviau palyginti ir t.t.).
- c) mokiniams duodama užduotis padaryti pristatymą su jų pačių pasirinktais įrankiais (PPT prezentacija, Prezi, vaizdo klipas, garso įrašas ir t.t.).
- d) mokiniai rūpinasi šiltnamiu naudodami virtualius ir nuotolinius sprendinius (rea-

liu laiku fiksuojančias kameras, įvairius rodmenis ir t.t.).

e) mokiniai naudoja virtualios realybės akinius ir Google žemėlapių pagalba lankosi virtualiuose užsienio muziejų turuose.

## E - EXTENT (DAŽNUMAS).

Kuris pavyzdys labiausiai atitinka Jūsų įprastą praktiką mokykloje? Pasirinkite vieną.

- a) dviejų ar daugiau dalykų integracija, minint svarbią datą, pvz. Žemės dieną.
- b) trumpalaikio projektinio darbo atlikimas semestro/trimestro pabaigoje, naudojant bent kelių dalykų žinias.
- c) integracija naudojant tematinius vienetų naujos temos pristatymui, pvz. barokas, klasicizmas, gotika muzikai, literatūrai ir dailei bent kelis kartus per semestrą/trimestrą.
- d) mokiniai įgyvendina ilgalaikį projektą (pvz. Kuriant energiją tausojantį namą: šildymas ir vėsinimas) naudodami kelių dalykų žinias ir tam turi nuolat pasikartojančias integruotas sesijas, skirtas būtent šiai tematikai.
- e) dalyko ir kalbos integruotas mokymasis (CLIL).

## A - APPLICABILITY (PRAKTINIS PRITAIKOMUMAS).

Kuris pavyzdys labiausiai atitinka Jūsų įprastą praktiką mokykloje? Pasirinkite vieną.

- a) mokiniai taiko Pitagoro teoremą, mokytojai paaiškina, kur tai naudinga praktikoje.
- b) mokiniai padaro išvadą, kuri medžiaga plūduriuos vandens paviršiuje, apskaičiuodami jos tankį ir tada pateikia, kur tokia informacija galėtų būti naudojama (praktinis pritaikomumas yra labiau teorinis bei dirbtinis).
- c) mokiniai naudoja turimas žinias, kad parengtų artėjančio mokyklos renginio biudžetą.
- d) mokiniai parengia verslo planą, kaip pakeisti pasirinktą produktą, siekiant, kad jis būtų labiau tausojantis aplinką. Verslo

plane pateikiama rinkos analizė, produkto dizainas ir marketingo kampanija.

e) mobiliosios aplikacijos, skirtos skatinti sveiką gyvenseną, vizualizuojant asmens atliekamą pažangą, sukūrimas ir testavimas.

### M – MENTORSHIP APPROACH (INSTRUKCIJOS LYGMUO).

Kuris pavyzdys labiausiai atitinka Jūsų įprastą praktiką mokykloje? Pasirinkite vieną.

a) mokytojas atlieka mokslinę demonstraciją ir valdo įrankius bei užduoda klausimus mokiniams, kas jų manymu nutiks atliekant eksperimentą ir po to prašo paaiškinti, tai ką jie matė.

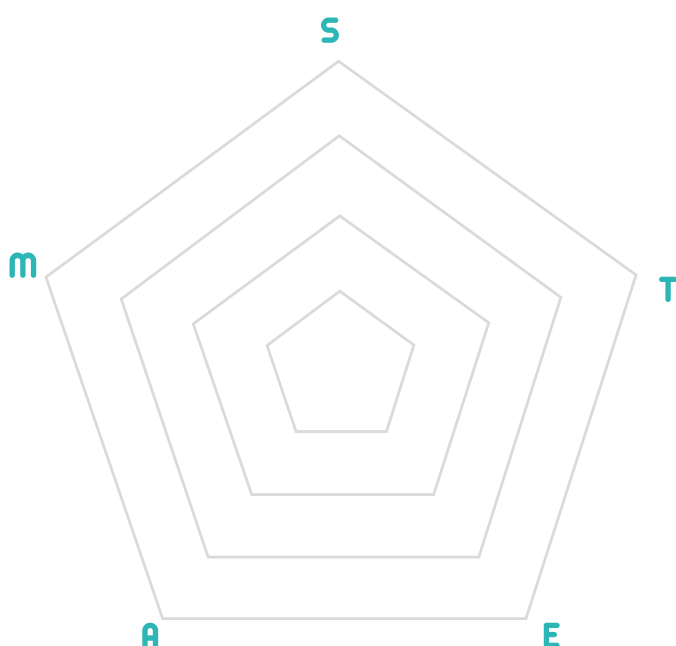
b) mokiniai atlieka laboratorinę veiklą pagal mokytojo išdalintas instrukcijas.

c) laboratorinė veikla su konkrečiu tikslu, pvz. „Raskite...“, „Nustatykite...“.

d) mokytojas supažindina mokinius su moksline problema, bet patys mokiniai yra atsakingi už užduočių planavimą ir įgyvendinimą, duomenų surinkimą bei ataskaitos parengimą.

e) Užduočiai „Padarykite tyrimą, susijusį su garso analizavimu arba kalbos atpažinimu“ mokiniai pasirenka lyginti aukštus ir žemus tonus, vyrų ir moterų balsus, muzikinių instrumentų leidžiamus garsus, triukšmą ir t.t.

Uždėkite tašką ties kiekvienu klausimu (pažymėtas raide) pagal pasirinktus atsakymus (a – taškas viduryje, f – taškas labiausiai išorinėje dalyje). Sujunkite taškus tiesia linija.



DABARTIS

Tai yra Jūsų STEAM parengties diagrama. Taškai, esantys arčiau centro žymi žemesnius konkrečių aspektų lygius. Bet kaip minėta anksčiau, to neturėtumėte suprasti kaip „žema kokybė“, „aukšta kokybė“, bet kaip įkvėpimą tobulinimui kiekvieną aspektą. Geriausia diagrama yra ne ta, kurioje visi taškai yra ties aukščiausiais lygmenimis, bet ta diagrama, kuri labiausiai atspindi mokyklos strategiją ir tikslus.

S – Synthesis of disciplines (dalykų sintezė). Ar mes mechaniškai jungiame dalykus, ar bandome mokiniams parodyti esminius veikimo principus?

T – Technology (technologijos). Ar technologijas naudojame vadinant „smagumo“, ar siekdami iš esmės pakeisti ugdymo procesą?

E – Extent (dažnumas). Kiek įprasta yra integruoti dalykus mokykloje?

A – Applicability (praktinis pritaikomumas). Ar mes sprendžiame teorines problemas, turėdami menką supratimą, kaip tai gali būti pritaikyta praktikoje, ar mes skatiname studentus spręsti artimas, kasdien sutinkamas problemas?

M – Mentorship approach (instrukcijos lygmuo). Kiek laisvas yra mokinys priimti sprendimus apie savo mokymąsi?

# TECHNOLOGIJŲ TAIKYMO MOKYKLOJE GAIRĖS

Autoriai: David Segarra, Belén López, Laura Rubio, Rafael Marín (FCRi). With the collaboration of Antoni Chaquet López, Joan Fonollosa, Álex Ortiz, Eduard Margelí, Víctor López, Marcel Costa, Víctor Grau, Silvia Zurita, Jordi Díaz-Marcos.



## ĮVADAS

Vadinamosios STEAM disciplinos (gamtos mokslai, technologijos, inžinerija, menai ir matematika) suteikia unikalią galimybę įtraukti mokinius į procesus, atkartojančius mokslinę veiklą: tyrinėjimą, eksperimentavimą, modeliavimą, argumentavimą ir kt. Dalyvavimas visuose šiuose praktiniuose mokslinių tyrimų procesuose padeda mokiniams suprasti, kaip kuriamos mokslinės žinios ir parodoma, kad holistinis požiūris yra būtinas veiksmingam mokslo ir technologijų ugdymui.

Šiame vadove aprašomos tokiam mokymosi kontekstui tinkamos technologijos. Prie kiekvienos pateikiami patarimai ir praktiniai pavyzdžiai kaip jas galima naudoti klasėje, taip pat atkreipimas dėmesys, ką svarbu žinoti prieš pradėdant jas taikyti.

Šis vadovas yra dokumento Šiuolaikinių STEM technologijų analizė ir jų galimas pritaikymas klasėje tęsinys. Abu dokumentai, parengti pagal sySTEAM projektą (finansuojamą pagal Europos Komisijos programą Erasmus+) ir yra vienas kitą papildantys.

## BENDROSIOS KRYPTYS: STEAM PROJEKTŲ TAIKYMAS KLASĖJE

Šiose gairėse yra nurodytos įvairios klasėje taikomos technologijos ir apibūdinami jų ypatumai. Nors kiekviena iš jų yra unikali, visoms galima pritaikyti tam tikrus bendrus bruožus. Šiame įvade pateikiamos pagrindinės mokytojų rekomendacijos, padedančios sėkmingai dirbti su STEAM disciplinomis. Šios rekomendacijos taip pat yra pritaikomos darbui su kitomis technologijomis.

### MOKYMO REKOMENDACIJOS:

**Pritaikykite klasę.** Mokiniam reikės tinkamos erdvės darbui su eksperimentais, dalytis idėjomis komandose, rašyti ir (arba) diskutuoti. Atsižvelgiant į mokslinių tyrimų projektus, taip pat turi būti suteikiamos reikalingos medžiagos. Daugeliu atvejų, šios medžiagos yra nebrangios arba jas galima rasti mokyklos laboratorijose, o sudėtingesniems eksperimentams atlikti yra galimybė naudoti simulatorius arba virtualias laboratorijas.

**Formuluokite tinkamus klausimus.** Mokytojai turi pasirūpinti, kad mokymo klausimai (nepriklausomai nuo to, ar juos kelia mokiniai ar patys mokytojai) skatintų mokinius gilinti savo samprotavimus. Reikėtų vengti klausimų, į kuriuos galima atsakyti paprastais apibūdinimais. Be to, klasėje būtina palaikyti atmosferą, kurioje kiekvienas gali reikšti savo nuomonę ir atsakyti į klausimus nebijodami klysti.

**Įvertinkite jau turimas mokinių žinias.** Mokiniai jau gali turėti kažkiek žinių apie tam tikrus reiškinius, bet tos žinios gali būti neteisingos arba nepakankamos. Šioje situacijoje mokytojų užduotis – įvertinti, papildyti ir atstatyti mokinių žinias, kad jos mokliškai būtų tikslesnės. Todėl gera mintis yra pradėti kiekvieną naują klasės projektą su diskusija apie tai, ką mokiniai galvoja apie tą problemą, kurią ruošiasi tirti. Taip pat rekomenduojama prašyti mokinių nupiešti modelius arba parašyti paaiškinimus, kaip, jų manymu, veikia tam tikras reiškinys.

**Organizuokite grupinius debatus.** Tokiu būdu mokiniai gali pasidalinti savo idėjomis, apvarstyti kitas idėjas ir mokytis iš savo klasės draugų. Šie debatai neturėtų būti vykdomi spontaniškai, juose turėtų būti pritaikomos žinios iš ankstesnio mokymosi apie debatų kultūrą. Mokiniai turi iš anksto būti supažindinti su tokiais įgūdžiais, kaip kalbėjimo laiko laikymasis, kelių sekundžių pagalvojimas prieš atsakant, tinkamiausios argumento išraiškos pasirinkimas ar išvadų darymas. Mokytojai turėtų būti debatų tarpininkai arba moderatoriai, tačiau jie taip pat turėtų suteikti mokiniams šiek tiek laisvės diskutuoti tarpusavyje.

**Ištobulinkite galutinius „produktus“.** „Produktais“ galima laikyti laboratorinius užrašus, eksperimento protokolus, žodinius pristatymus ir / arba plakatus. Mokytojai mokiniams turėtų pateikti įvairių „produktų“ pavyzdžių, kurie būtų naudojami kaip modeliai. Vertindami „produktus“ mokytojai turėtų nesutelkti per daug dėmesio į rašybos klaidas ar prastą sintaksę, o konstruktyviais komentarais padėti mokiniams pagerinti jų argumentaciją.

## TYRINĖJIMAIS GRĮSTAS UGDYMAS

TVienas dažniausiai rekomenduojamu ugdymo metodų, siekiant sėkmingai perteikti STEAM dalykus mokiniams, yra tyrinėjimais grįstas ugdymas (angl. Inquiry-based science education, IBSE), kuris padeda mokiniams iš tikrųjų suprasti, ką jie mokosi. Tyrinėjimais grįstas ugdymas padeda išvengti paviršutiniško mokymosi, kurį skatina informacijos ir sąvokų mokymasis mintinai.

Tyrimai rodo, kad mokiniai nuo ankstyvo amžiaus aktyviai domisi juos supančiu pasauliu ir, kad mokiniai geba formuluoti paaiškinimus apie reiškinius, kuriuos jie mato kasdieniame gyvenime. Tyrinėjimais grįstas ugdymas stiprina tokį domėjimąsi ir teisingai suplanuotomis veiklomis padeda formuoti mokinių spontaniškus supratimus į mokliškai tikslesnius paaiškinimus.

Šis metodas leidžia mokiniams dirbti kaip mokslininkams, užuot tiesiog mokantis iš jau sukurtų mokslo produktų. Kaip žmogus išmoksta gaminti gamindamas ar įgyja socialinių įgūdžių būdamas kartu su žmonėmis, lygiai taip pat gebėjimas atlikti mokslinius tyrimus geriausiai ugdomas atliekant mokslinius tyrimus. Mokiniai turi tirti, daryti išvadas ir galiausiai gebėti pristatyti tai, ką išmoko.

Tam, kad pasiektų šiuos tikslus, mokytojai turi stengtis suprasti mokinių interesus, jų turimą patirtį bei juos supantį kontekstą. Tai būtina, siekiant planuoti tokias veiklas ir patirtis, kurios atitinka jų žinių lygį, juos motyvuoja ir skatina galvoti apie juos supančius reiškinius.

## **BENDRIEJI PASTEBĖJIMAI APIE TYRINĖJIMAMS GRĮSTĄ UGDYMĄ:**

**Tiesioginė patirtis yra svarbi.** Mokiniam turėtų būti leidžiama tiesiogiai patirti fenomeną, apie kurį jie mokosi. Mokymosi tyrimai rodo, kad už mokyklos ribų mokiniai mokosi ir kuria savo suvokimą pagal tai, kas juos supa aplink. Tas pats turėtų vykti ir klasėje: skirtingi eksperimentai turėtų palengvinti jų turimų idėjų kritinį vertinimą ir naujų klausimų formavimą.

**Klausimai yra pradžios taškas.** Mokiniai turi suprasti, kad jų mokslinių tyrimų pradinis taškas turėtų būti klausimas. Vienas iš būdų juos motyvuoti ir įtraukti į tyrimą yra suteikti jiems galimybę tą klausimą iškelti patiems. Tokiu būdu mokymasis bus prasmingesnis.

**Reikia mokytis įvairių įgūdžių.** Tam, kad atliktų tyrimą, mokiniai turi sugebėti stebėti reiškinius, užduoti klausimus, prognozuoti, planuoti eksperimentus, analizuoti informaciją ir formuluoti įrodymais paremtus teiginius. Mokytojų užduotis – vadovauti mokiniams viso šio proceso metu.

**Daugiau nei paprastas eksperimentavimas.** Gamtos mokslų pamokos neturėtų būti tik apie praktinį eksperimentų vykdymą, o labiau turėtų skatinti mokinius reflektuoti ir diskutuoti apie tai, kas gaunama tų eksperimentų metu.  
**Naudokite antrinius informacijos šaltinius.**

Tyrimais grįstame ugdyme, išskyrus tiesioginių eksperimentų metu, būtina ieškoti informacijos skirtinguose šaltiniuose. Mokiniai gali skaityti knygas, naršyti internete ar tartis su ekspertais tam, kad surastų informaciją, reikalingą jų eksperimentui.

**Mokslas yra veikla, grindžiama bendradarbiavimu.** Mokiniai turėtų dirbti mažose grupelėse tam, kad galėtų dalintis idėjomis, diskutuoti ir mąstyti, visai kaip tai daro profesionalūs mokslininkai. Mokytojai turi formuoti subalansuotas ir linkusias bendradarbiauti grupes tam, kad būtų skatinama kiekvienam mokiniui, prisidedančiam pagal savo gebėjimus, palanki darbo atmosfera.

## **PROGRAMAVIMAS**

### **PROGRAMAVIMAS NEGALI BŪTI TIK TECHNOLOGIJŲ AR INŽINERIJOS SRITIS... UGDYMAS TURĖTŲ BŪTI ORGANIZUOJAMAS TAIP, KAD MOKINIAI VISOSE DISCIPLINOSE GALĖTŲ MOKYTIS PROGRAMAVIMO.**

#### **TIKSLAI**

Informatinis mąstymas neseniai pelnė savo vietą ugdymo planuose ir yra įtrauktas į tokius išsilavinimo standartus, kaip JAV nacionalinės tyrimų tarybos Naujos kartos bendrojo ugdymo standartai. Taip yra dėl to, kad programavimas mokiniams yra labiau priemonė, padedanti dalyvauti procesuose, analogiškuose mokslinei veiklai, nei tikslas išmokti tam tikrų programavimo kalbų. Programavimas klasėje padeda mokiniams:

- gebėti kurti juos supančių reiškinių modelius, pasitelkiant abstrakčias koncepcijas;
- įgyti problemų sprendimo įgūdžių;

- ugdyti kūrybingumą ir vaizduotę;
- mokytis skirtingų programavimo kalbų, pavyzdžiui, Scratch arba Processing.

## PATARIMAI, KAIP NAUDOTI PROGRAMAVIMĄ KLASĖJE

Nepriklausomai nuo to, ar programavimas naudojamas klasėje kaip priemonė ar kaip tikslas, ekspertų patarimai dažnai yra tokie pat:

- **Atskirkite programavimo kalbos mokymąsi nuo mokslinės medžiagos, kurią reikia išmokti.** Mokiniai turi įgyti pagrindinių programavimo įgūdžių prieš galėdami juos taikyti naujai išmoktai medžiagai. Mokytojai gali paraginti mokinius suprogramuoti vaizdo žaidimus ar animacijas, kuriose bendrauja skirtingi veikėjai. Tokia užduotis juos motyvuotų ir tuo pat metu padėtų suprasti, kaip veikia programinė įranga.
- **Medžiagą dėstykite po truputį papildydami.** Jeigu mokiniams reikia suprogramuoti tam tikrą gamtos reiškinių modelį, jie turėtų pradėti nuo paprastų procesų, pavyzdžiui, vandens stiklinės šildymo saulės šviesoje. Po to galima užduoti sudėtingesnius procesus, tokius kaip elektros paskirstymas iš Van der Graafo generatoriaus. Be to, jei veikla siekiama išmokyti mokinius apie skirtingų programavimo kalbų veikimą, jie turėtų pradėti nuo paprastų užduočių, kuriose nereikia atlikti daug nurodymų. Tokiu būdu mokiniai, įgyvendindami nurodymus, galėtų žingsnis po žingsnio priprasti prie programavimo kalbų.
- **Naudokite kelias sritis apimančius įrankius.** Programavimas negali būti atskirtas nuo technologijų ar inžinerijos. Tai kelias sritis apimanti disciplina, paliečianti visus dalykus. Ugdytas turėtų būti organizuojamas taip, kad mokiniai galėtų mokytis programavimo visuose dalykuose.
- **Naudokite įrankį taip, kad būtų skatinamas įvairiapusis požiūris.** Programavimas leidžia kiekvienam mokiniui dirbti savarankiškai, tai reiškia, kad kiekvienas gali mokytis ir dirbti savo tempu. Todėl planuojant veiklą svarbu nusistatyti aiškius tikslus, turint omeny tai, kad mokiniai vi-

sada turės pradėti nuo savo modelio struktūrizavimo popieriuje. Pavyzdžiui, programuojant žaidimą ypač svarbu, kad taisyklės būtų aiškios nuo pat pradžių. Kuriant animaciją programuotojai turi susikurti eskizą, o aiškinant natūralų reiškinį būtina žinoti, kokie veiksniai atlieka tam tikrą vaidmenį.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Pirmiausiai mokytojai turi žinoti ir įvaldyti programinę įrangą, kuri naudojama programavimui. Patartina išbandyti kelias skirtingas programines įrangas, kad pamatytumėte, kokias funkcijas kiekviena iš jų turi. Paprasčiausios, kurias gali naudoti mokiniai, yra Scratch (nėra būtina žinoti programavimo kalbą), Processing (su Java pagrįsta sintakse, bet įkandama pradedantiesiems) arba Scratch adaptacija, vadinama Arduino (programavimui robotikoje). Visos jos yra atvirojo kodo ir įperkamos bet kuriai mokyklai.

Antra, mokytojai turi stebėti mokinių nusivylimą, kad galėtų rasti tinkamą pusiausvyrą tarp instrukcinio mokymo ir savarankiško mokymosi. Mokytojai turėtų stengtis įsikišti tik tada, kai mokiniams prireikia jų pagalbos. Iš pradžių visi mokiniai gali dirbti su ta pačia veikla, o tada išsiskirstyti pagal savo tikslus. Programavimas neturi tapti kliūtimi, modeliuojant tam tikrą fenomeną.

Galiausiai, STEAM paradigma iš pradžių gali patraukti tik tam tikro profilio mokinį (berniukus augančius tam tikroje aplinkoje ar besidominčius mokslu), todėl mokytojo iššūkis – vienodai įtraukti visus mokinius. Vienas iš būdų tai padaryti yra susieti programavimo veiklą su įvairiomis sritimis ir socialinėmis problemomis.

## ŠALTINIAI

Computing at School: svetainė, skirta skatinti programavimą klasėse. Joje yra virtuali bendruomenė, kuri suteikia išteklius ir instrukcijas (<http://www.computingatschool.org.uk/>)

Processing: programinės įrangos apdorojimo svetainė su jų naudojimo instrukcijomis, gairėmis ir pavyzdžiais (<https://processing.org/>)



Scratch mokytojams: mokytojų puslapyje yra instrukcijos, gairės ir galimybės su mokiniais dirbti internete (<https://scratch.mit.edu/educators/>)

Brennan, K., Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. In: Annual Meeting of the American Educational Research Association Vancouver: American Educational Research Association, pp. 1–25.

Wagh, A., Cook-Whitt, K., Wilensky, U. (2017), Bridging Inquiry-based Science and Constructionism: Exploring the Alignment Between Students Tinkering with Code of Computational Models and Goals of Inquiry. Journal of Research in Science Teaching, 54, pp. 615–641.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Scratch instrukcijos: vaizdo instrukcijos su skirtingais žaidimų ir animacijų kūrimo pavyzdžiais (<https://scratch.mit.edu/help/videos/>)

BBC moko informatikos: BBC tinklalapis, kuriame yra informacijos, padedančios paaiškinti tam tikras programavimo koncepcijas pagrindinės mokyklos mokiniams (<https://www.bbc.com/education/subjects/zvc9q6f>)

## ROBOTIKA

**EKSPERTAI REKOMENDUOJA PLANUOTI IR ATLIKTI PRASMINGĄ VEIKLĄ, KURI ĮTEIGIA MOKINIAMS, KAD MODERNI INŽINERIJA PRASTAI YRA TARPDISCIPLININIO POBŪDŽIO IR JA SIEKIAMA SPRĘSTI SOCIALINĖS PROBLEMOS IR POREIKIUS.**

### TIKSLAI

Kadangi robotika reikalauja kurti ir įgyvendinti idėją, tai yra kelias sritis apimanti disciplina, grindžiama inžinerijos, matematikos,

fizikos, elektronikos, programavimo ir dizaino dalykais. Tai yra gera galimybė dirbti ties įvairiais ugdymo aspektais:

- Norint abstrakčias idėjas paversti realybe ir padaryti jas geriau suprantamas mokiniams;
- Norint skatinti mokinių savarankiškumą ir gebėjimą spręsti problemas;
- Norint sužadinti mokinių domėjimąsi mokslu ir technologijoms;
- Norint skatinti mokinių darbą grupėse ir pagerinti klasės ryšį.

Be to, darbas robotikoje yra grindžiamas holistiniu požiūriu, kadangi veiklos tikslas yra sukurti įrenginį, kuris tenkina tam tikrus poreikius arba pagerina esamą įrankį. Todėl mokiniai turi sąmoningai sieti save su savo aplinka.

## PATARIMAI, KAIP NAUDOTI ROBOTIKĄ KLASĖJE:

Robotikos naudojimas klasėje turėtų būti grindžiamas holistinio ir tyrinėjimais grįsto ugdymo poreikiu, atsižvelgiant į šiuos aspektus:

- **Veiklas sunkinkite palaipsniui.** Nors robotikos tikslas yra sukurti objektą, kurį visi mokiniai turi įsivaizduoti tam, kad išspręstų realiai kylančias problemas, mokiniams reikės tam tikrų, ypač programavimo sričių, pagrindų. Ekspertai rekomenduoja su labai paprastais nurodymais pakartoti nedideles užduotis tam, kad mokiniai suvoktų ryšį tarp programavimo ir robotikos, ir įgytų žinių, kurių jiems reikės kuriant jų pačių įrenginį.
- **Formuokite darbo grupes.** Sėkminga pažanga robotikoje labai priklauso nuo to, ar mokytojas gebės paskirstyti savo mokinius į nehomogeniškas (skirtingų įgūdžių ir gebėjimų) grupes. Jei tai pavyksta, mokiniams bus lengviau atlikti užduotį. Tokios grupės sėkmingiau galės išnaudoti skirtingas mokinių stiprybes. Maksimalus rekomenduojamas mokinių skaičius grupėje – 4.
- **Reikalaukite galutinių produktų.** Be paties roboto, projektais grindžiamą veiklą

turėtų lydėti: projekto ataskaita, kurioje būtų išsamiai aprašomi technologiniai procesai, žodinis pristatymas prieš likusią grupės dalį (pavyzdžiui, mokslo mugėje ar įsivaizduojamo prototipo pardavimo metu) ir prezentacijos vaizdo įrašas, kurio metu parodomas roboto veikimas (tai yra idealus pasirinkimas tuo atveju, jei kažkas nepavyksta ir tinkamai neveikia per gyvą prezentaciją).

- **Įvertinkite visus projekto aspektus.** Be to, kad būtų vertinamas galutinis robotikos projektas (nesvarbu, ar robotas veikia, ar ne) turėtų būti įvertinti ir kiti aspektai, įskaitant grupės koordinavimą ir kiekvieno mokinio individualų įsitraukimą. Mokiniai taip pat turėtų turėti galimybę vertinti kitus projektus, ar netgi balsuoti už geriausią.
- **Užtikrinkite, kad veiklos būtų prasmingos.** Ekspertai rekomenduoja planuoti ir atlikti prasmingą veiklą, kuri įteigia mokiniams, kad moderni inžinerija paprastai yra tarpdisciplininio pobūdžio ir ja siekiama spręsti socialines problemas ir poreikius. Pedagogai gali organizuoti vizitus į universitetus, inžinerines mokyklas, bendroves, startuolius ar technologines muges.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Nors robotikos veikla iš pradžių gali pasirodyti sudėtinga ir gali trukti pasitikėjimo savimi, ekspertai ragina mokytojus neatsisakyti eksperimentavimo su šia veikla pamokose. Tęstinis profesinis augimas galėtų padėti. Be to, mokytojai gali būti motyvuoti tuo, kad robotika skatina iniciatyvumą ir yra patraukli, ji palengvina bendrą mokytojų ir mokinių mokymąsi.

Nereikia didelių techninių reikalavimų robotikai įgyvendinti ir tai palengvina jos naudojimą klasėje. Būtinios priemonės yra: kompiuteriai (pageidautina nešiojamieji tam, kad mokiniai nebūtų pririšti prie vietos ir būtų galima lengvai keisti klasės išdėstymą), prie kompiuterių prijungtos robotų plokštės ir priemonės, kurias mokiniai naudos kurdami savo projektus.

Mokiniai privalo turėti minimalius programavimo įgūdžius, reikalingus naudotis programine įranga. Šie įgūdžiai gali būti ugdomi privalomuose užsiėmimuose arba lygiagrečiai su kitomis disciplinomis. Pavyzdžiui, Arduino programos darbo žinios yra naudingos, nes dėl savo paprastumo programa yra vienas iš labiausiai rekomenduojamų įrankių pradiniam darbui su robotika klasėje.

## ŠALTINIAI

Arduino: svetainė, kurioje galima rasti Arduino programinės įrangos taikymo būdus ugdymo procese (<https://www.arduino.cc/en/Main/Education>)

Lego League: robotų varžybos, kurios motyvuoja mokinius rasti išeitis dabartinio pasaulio problemoms, pavyzdžiui, rūšiavimui, maisto saugai ar energijos šaltiniams (<http://www.firstlegoleague.org>).

RiE 2017: 8-ojo tarptautinio kongreso robotikos švietime tema svetainė (<http://rie2017.info/>)

Sterling, L. (2015) Five Reasons to Teach Robotics in Schools, The Conversation, [online] Prieiga per internetą: <http://theconversation.com/five-reasons-to-teach-robotics-in-schools-49357>.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Hackster: bendruomenė, skirta mokytiis naudojimosi Arduino programine įranga, kurioje pateikiami praktiniai pavyzdžiai (<https://www.hackster.io/arduino/projects>)

RoboESL: Europos projektas, kuris naudoja robotiką siekiant mažinti ankstyvą pasitraukimą iš švietimo (<http://roboesl.eu/>)

Blog S4A: praktiniai pavyzdžiai ir įvairaus sudėtingumo robotikos projektai naudojant Scratch for Arduino (<http://blog.s4a.cat/>)

Botball: projektas, kurio tikslas yra skatinti robotikos taikymą klasėje dalyvaujant robotų konkurse (<http://www.botball.org/>).

## VIRTUALIOS IR NUOTOLINĖS LABORATORIJOS

## VIRTUALIŲ IR NUOTOLINIŲ LABORATORIJŲ TAIKymo KLASĖJE BŪDAI - NUO NE-

## DIDELIŲ SIMULIACIJŲ IKI REALIŲ DUOMENŲ RINKIMO IŠ MOKSLINIŲ TYRIMŲ CENTRŲ, TOKIŲ KAIP EUROPOS BRANDUOLINIŲ MOKSLINIŲ TYRIMŲ ORGANIZACIJA (CERN).

### TIKSLAI

Virtualios laboratorijos, simulatoriai ir nuotolinės laboratorijos klasėje turi skirtingus tikslus:

- Sudaryti palankesnes sąlygas eksperimentams ir praktikoms, kurios paprastai negali būti atliekamos mokyklų laboratorijose dėl įrangos trūkumo;
- Atlikti eksperimentus be jokios rizikos, taip sumažinant mokinių baimę klysti;
- Padėti iliustruoti reiškinius ar struktūras, kurias pristatyti tradiciniais metodais, pavyzdžiui, ant rašymo lentos, sunku;
- Fizinės laboratorijos negali būti visiškai pakeistos virtualiomis, šie du įrankiai papildo vienas kitą.

Virtualios ir nuotolinės laboratorijos gali būti naudojamos įvairiose mokslo ir technikos disciplinose: fizikoje, chemijoje, biologijoje, technologijose (inžinerijoje) ir matematikoje, tačiau jų panaudojimo galimybės šiose disciplinose nėra vienodos. Pavyzdžiui, yra daugiau galimybių virtualias ir nuotolines laboratorijas pritaikyti fizikoje nei matematikoje. Šie įrankiai taip pat gali būti pasitelkti bet kuriuo ugdymo proceso metu.

Taigi, tokia technologija yra puikiai suderinta su STEAM metodologija – ji leidžia mokiniams dalyvauti moksliniame procese, padaro pamokas malonesnėmis ir linksnesnėmis bei leidžia mokiniams patirti didesnę veiklos klasėje įvairovę.

### PATARIMAI, KAIP KLASĖJE NAUDOTI VIRTUALIAS IR NUOTOLINES LABORATORIJAS:

Virtualių ir nuotolinių laboratorijų taikymo klasėje būdai – nuo nedidelių simuliacijų iki realių duomenų rinkimo iš mokslinių tyrimų centrų, tokių kaip Europos branduolinių mokslinių tyrimų organizacija (CERN). Taigi, yra daugybė įvairiausių įrankių ir kiekvienas pasirinkimas gali pareikalauti konkretaus pritaikymo. Mokytojai turėtų nepamiršti šių patarimų:

- **Planuokite paprastas veiklas su aiškiais tikslais.** Mokiniai pasieks geriausių rezultatų naudodami šias technologijas tada, kai veiklos yra paprastos, o tikslai – aiškūs. Tai reiškia, kad nors mokiniai gali dirbti savarankiškai, gairės ir nurodymai turi būti lengvai suprantami, kad mokinių smalsumą būtų galima laisvai tirti ir kad jie galėtų suprasti, kodėl reikia vykdyti sistematizuotus mokslinius tyrimus.
- **Stebėkite veiklas.** Nors ekspertai ir rekomenduoja nekontroliuoti viso proceso, mokytojai veiklos metu jam vadovauja. Laikas nuo laiko mokytojai turėtų pristabdyti veiklą tam, kad mokiniai pasidalintų sunkumais, su kuriais susiduria, ir aptartų padarytą progresą. Priešingu atveju mokiniai gali paprasčiausiai žaisti su simuliacijomis jų tinkamai nenaudodami.
- **Kurkite rezultatus.** Sukurti galutinį darbo produktą yra būtina. Tai galėtų būti ataskaita apie praktinę eksperimento dalį arba klausimų lapas apie mokslinį procesą, ties kuriuo klasė tuo metu dirba. Pavyzdžiui, mokiniai gali atsakyti į kelis pradinis klausimus, sukurti hipotezę arba parašyti eksperimento išvadą.
- **Naudokite technologijas tinkamai.** Virtualios ir nuotolinės laboratorijos turėtų būti naudojamos tik tada, kai jos tikrai būtinos, pavyzdžiui, atliekant eksperimentą, kurio negalima atlikti mokykloje, nes tam trūksta tinkamų išteklių. Tokios simuliacijos turėtų papildyti realius eksperimentus, o ne juos pakeisti.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Būtinai geras interneto ryšys, kompiuteriai ar planšetės, skirtos mokiniams (bent po vieną porai). Tai palengvina šios technologijos naudojimą bet kurioje mokyklos klasėje.

Mokytojai turi turėti pakankamai laiko tam, kad galėtų tinkamai planuoti ir kurti veiklas bei išvengtų improvizacijos. Norint naudoti Golab virtualias laboratorijas, reikia pagrindinių darbo su Graasp įrankių žinių.

Golab laboratorijos yra puiki mokymo aplinka, kuri suteikia iš anksto užprogramuotas ir lengvai pritaikomas pamokas, tačiau kartais pageidautina jas pritaikyti prie mokinių savybių ir jų konteksto.

## ŠALTINIAI

Kolorado universiteto simulatoriai (<https://phet.colorado.edu/>)

Go-Lab projektas: gerai išvystyta mokymo aplinka su laboratorijoms visame pasaulyje, įvairios funkcijos ir galimybės dalintis ir pritaikyti mokytojų sukurtas veiklas (<https://www.golabz.eu/>)

Scientix: Europos mokslo švietimo bendruomenė: išteklių ir virtualių ir nuotolinių laboratorijų pavyzdžiai (<http://blog.scientix.eu/2015/08/virtual-laboratories-in-teaching-and-learning-science/>)

ChemCollective: virtualios laboratorijos, skirtos chemijos mokymui (<http://chemcollective.org/home>)

Vozniuk, A. (2017). Enhancing social media platforms for educational and humanitarian knowledge sharing: analytics, privacy, discovery, and delivery aspects. [pdf] Lausanne (Switzerland): École Polytechnique Fédérale de Lausanne.

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Faulkes Telescope Project: robotų teleskopų tinklas, kuris leidžia klasėje vizualizuoti tikrus astronominius vaizdus. Jame taip pat pateikiami susijusių veiklų pavyzdžiai (<http://www.faulkes-telescope.com/>)

Galaxy Crash: galaktikų susiliejamų simulatorius, kuriame galima palyginti mokinių sukurtas prognozes (<https://www.golabz.eu/lab/galaxy-crash>)

Vcise: Drosophila Melanogaster genetinis eksperimentas arba virtuali laboratorija, kurioje taikant paprastųjų vaisinių muselių genetinį principą stebimi paveldimumo modelių modifikacijos rezultatai (<https://www.golabz.eu/lab/vcise-Drosophila-melanogaster-genetics-experiment>)

## MOKOMIEJI VAIZDO ŽAIDIMAI

**...VAIZDO ŽAIDIMAI TURĖTŲ BŪTI NAUDOJAMI NE TIK MOTYVUOTI IR ĮTRAUKTI MOKINIUS PAMOKŲ METU, BET IR MOKINIAMS IMITUOTI KONTEKSTĄ, KURIAME DIRBA MOKSLININKAI IR INŽINIERIAI.**

## TIKSLAI

Gamtos mokslų, matematikos ir technologijų pamokose gali būti naudojami įvairių tipų vaizdo žaidimai, įskaitant arkadinius, sandbox tipo, viktorinas, strateginius žaidimus, simuliacijas ir tikslinės praktikos žaidimus. Jų ugdomoji vertė priklauso nuo to, kiek dėmesio jiems skiriama. Ekspertai skirsto vaizdo žaidimus į tuos, kuriais siekiama pagerinti klasės dinamiką ir tuos, kurie sutelkia dėmesį į mokslinių veiklų atlikimą.

STEAM sferoje mokiniai gali naudoti vaizdo žaidimus tam, kad sužinotų, kaip vykdyti mokslinę veiklą, t. y. praktikuoti tris mokslinės praktikos aspektus: modeliavimą, tyrimą ir argumentavimą.

Be to, vaizdo žaidimai turėtų būti naudojami ne tik motyvuoti ir įtraukti mokinius pamokų metu, bet ir mokiniams imituoti kontekstą, kuriame dirba mokslininkai ir inžinieriai.

Nenuvertinant kitų rūšių vaizdo žaidimų vertės, tie, kurie yra labiausiai suderinti su naujomis tendencijomis ugdyme yra žaidimai, kurie kelia mąstymo iššūkį. Mokiniai turi išspręsti problemas kurdami modelį ar paaishkinimą, dažnai tai darydami įgyjant naujų įgūdžių. Į žaidimus integruotos atlygio sistemos imituoja socialinę mokslinės praktikos kontekstą.

## PATARIMAI MOKOMŲJŲ VAIZDO ŽAIDIMŲ NAUDOJIMUI KLASĖJE:

- **Pagalvokite, kada ugdymo procese pristatysite vaizdo žaidimą.** Įvairūs esami vaizdo žaidimai leidžia mokytojams naudoti skirtingus žaidimų tipus darbui su skirtingais moksliniais aspektais. Taigi, mokytojo užduotis – teisingai suplanuoti vaizdo žaidimų naudojimą, kad jis užimtų prasmingą mokymosi proceso dalį nepriklausomai nuo to, ar žaidimai naudojami tyrinėjimui, aptarimui ar žinių taikymui.
- **Užtikrinkite paprastą pradžią.** Visi mokiniai turi gebėti įvaldyti bent dalį vaizdo žaidimo, o mokytojas turi palengvinti pažangą sudėtingesniuose etapuose. Yra vaizdo žaidimų, kurie leidžia žaidėjams tobulėti per skirtingus lygius, kadangi žaidėjai įgyja įgūdžių spręsdami sudėtingesnius modelius arba rasdami sudėtingesnius atsakymus ir paaiškinimus.
- **Derinkite skaitmenines ir fizines veiklas.** Iš didaktikos tyrimų matyti, kad mokiniai, naudodamiesi tik internetinėmis technologijomis arba skaitmeninėmis priemonėmis, mokosi mažiau nei tada, kai veikla suderinta su fizinėmis veiklomis, pvz., popieriumi, pieštuku ar praktiniais eksperimentais.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Mokytojai turėtų atsižvelgti į aspektus, susijusius su pačiais vaizdo žaidimais, ir į veiklos tikslus:

- **Naudokite atlygius.** Nors vaizdo žaidimo tikslas yra su kažkuo varžytis, atlygiai negali būti priskiriami tik tradicinei mokyimo paradigmai. Gali būti kuriamos strategijos, kuriomis atkuriamos žmonių, kurie atlieka tyrimus, sąlygos. Pavyzdžiui, pereinant vis daugiau žaidimo lygių, žaidėjai gali laimėti papildomų taškų už kuriuos galėtų įsigyti realių išteklių mokyklos laboratorijai.
- **Sunkinkite sprendimus.** Žaidėjai neturėtų galėti laimėti vaizdo žaidimą naudodami paprastą interneto paiešką, vietoj to, jie galėtų pateikti sudėtingus atsaky-

mus, kurie vestų į kitus klausimus.

- **Nesusitelkite į griežtumą.** Mokiniai turėtų galėti daryti pažangą vaizdo žaidime nenaudodami specialios kalbos ar žinių. Svarbiau, kad jie galėtų suformuoti ir susieti idėjas, nei žinoti tam tikrą žodyną.
- **Atsižvelkite į ankstesnį mokinių išsilavinimą.** Mokiniai dažnai galvoja apie galimus sprendimus, kurie neretai yra neteisingi ar dviprasmiški, todėl vaizdo žaidimas turėtų padėti performuluoti šias idėjas.

Yra daug skaitmeninių platformų, kuriose yra skirtingi vaizdo žaidimai, iš kurių daugelis gali būti žaidžiami internete. Taip palengvinamas jų naudojimas bet kokioje mokyklos erdvėje, kur mokiniai turi prieigą prie interneto ryšio ir kompiuterio.

## ŠALTINIAI

Brain Pop: interneto svetainė, skirta skaitmeniniams švietimo įrankiams. Joje pateikiami įvairūs išteklių, pavyzdžiui, vaizdo žaidimai ir simuliacijos, kurios yra suskirstytos pagal temas. Visi išteklių pateikiami kartu su mokymo pasiūlymais ir papildoma medžiaga (<https://www.brainpop.com/>)

Physics Games: įvairaus sudėtingumo žaidimai susiję su fizika (<http://www.physicsgames.net/>)

Dragon Box: svetainė, kurioje yra skirtingų internetinių žaidimų, skirtų kompiuteriams ir mobiliesiems įrenginiams. Žaidimus galima atsisiųsti už mokestį (<https://dragonbox.com/>)

Funbrain: svetainė be šimtų mokomųjų vaizdo žaidimų siūlo ir knygas, komiksus, ir vaizdo įrašus darbui su matematika ir problemų sprendimu bei kitomis veiklomis (<https://www.funbrain.com/>)

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Bridge Builder (Physics Games): vaizdo žaidimas, kuriame žaidėjai turi veikti taip, tarsi jie būtų inžinieriai, projektuojantys ir statantys tiltą tam, kad sunkvežimis galėtų atvykti į savo paskirties vietą ([http://www.physicsgames.net/game/Bridge\\_Builder.html](http://www.physicsgames.net/game/Bridge_Builder.html))

Guts and Bolts: vaizdo žaidimas, kuriame žaidėjai žaidžia keliuose ekranuose tam, kad sukurtų anatomicinį modelį, susijusį su kraujotakos, kvėpavimo ir virškinimo sistemomis (<https://www.brainpop.com/games/gutsandbolts/>)

Geniverse Lab: žaidimas, kuris leidžia mokiniams pasinerti į genetikos ir paveldimumo tyrimus šeriant ir tiriant virtualius drakonus (<https://learn.concord.org/geniverse>)

## MAŽAI KAINUOJANTYS EKSPERIMENTAI

### MAŽAI KAINUOJANTYS EKSPERIMENTAI GALI BŪTI ATLIEKAMI IŠ BET KURIO DALYKO PERSPEKTYVOS IR GALI BŪTI TAIKOMI BET KURIUO UGDYMO PROCESO METU.

#### TIKSLAI

Yra du pagrindiniai tikslai, naudojant šią techniką klasėje: pirmas – užsiimti moksline veikla (tyrimu ir eksperimentavimu), turint omenyje tai, kad eksperimentai yra lengvai atliekami, užima mažai vietos, nekainuoja daug ir gali būti atliekami namuose. Antrasis tikslas – įtraukti mokinius ir skatinti juos praktikuoti mokslinę veiklą.

Tačiau, kiekvienas eksperimentas turėtų turėti savo konkrečius tikslus, kurie suformuotų norimas veiklas. Toks projektavimas daugiau ar mažiau susietų mažai kainuojantį eksperimentavimą su skirtingomis mokslo ir technikos disciplinomis.

Mažai kainuojantys eksperimentai gali būti atliekami iš bet kurio dalyko perspektyvos ir gali būti taikomi bet kuriuo ugdymo proceso metu. Pamokos pradžioje šie eksperimentai gali būti naudojami siekiant suformuoti hipotezes apie tam tikrą reiškinį ar žadinti mokinių smalsumą. Eksperimentai taip pat gali atsidurti pamokos viduryje tam, kad vaikai išsirtų, kas vyksta arba prognozuotų, kas nutiks. Pamokos pabaigoje eksperimentai gali būti atliekami paaiškinus tam tikrą mokymo programos dalį, paprašant mokinių paaiškinti mažai kainuojančių eksperimentų rezultatus įgytomis žiniomis.

Pats mažai kainuojančių eksperimentų atlikimas nemoko mokinių elgtis kaip mokslininkų. Su tuo susijusi mokytojo užduotis – padėti mokiniams išmokti šių įgūdžių tinkamai kuriant veiklas susijusias su eksperimentu. Vietoj to, kad pateiktų klasei iš anksto paruoštą ataskaitos šabloną, mokytojai turėtų skatinti mokinius kelti klausimus kaip ir kodėl kažkas veikia.

#### PATARIMAI, KAIP NAUDOTI MAŽAI KAINUOJANČIUS EKSPERIMENTUS KLASĖJE

- **„Užsimotyvuokite“.** Mokytojai turi būti motyvuoti atlikti šiuos eksperimentus nebijodami nesėkmių. Tai gali būti skatinama mokymais, per kuriuos mokomasi naujų eksperimentų. Taip pat galima studijuoti internetinius šaltinius mažai kainuojančių eksperimentų tema.
- **Normuokite eksperimentų naudojimą.** Kartais mokiniai nuolat prašo atlikti eksperimentus, tačiau mokytojai turėtų juos naudoti tik tam, kad pasiektų iš anksto numatytų mokymosi tikslų.
- **Kurkite aiškias veiklas.** Tam, kad mokiniai priprastų praktikuoti mokslinę veiklą, veikla turėtų būti sukurta labai aiškiai ir turi apimti įvairius etapus, kaip hipotezė, išvados, patvirtinimas ir pan.
- **Stenkitės erdves padaryti lanksčias.** Nors šių eksperimentų atlikimui nėra didelių techninių reikalavimų, kabinetai turėtų būti lankstūs, kad būtų galima pritaikyti erdvę eksperimento poreikiams (stalai ir kėdės nepritvirtintos prie grindų). Dalis eksperimentų gali būti atliekami lauke.

#### SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Mažai kainuojantys eksperimentai atliekami ne internete ir, nors kiekvienas eksperimentas yra susijęs su skirtingo lygio interpretacija, kuri priklauso nuo turinio, su kuriuo buvo dirbama, sudėtingumu, tokie eksperimentai gali būti taikomi bet kuriuo ugdymo metu.

- **Atlikite bandomuosius eksperimentus.** Ekspertai rekomenduoja mokytojams išbandyti eksperimentą prieš jį atliekant klasėje su mokiniais.

- **Atlikite juos dažnai.** Tokio tipo eksperimentai turėtų būti atliekami reguliariai tam, kad mokiniai tobulintų reikalingus įpročius ir suprastų normas, kurios ilgainiui leis jiems dirbti savarankiškai. Mokiniai turėtų dirbti mažose grupelėse nuo 2 iki 4 žmonių.

- **Sukurkite tinkamą veiklų seką.** Mažai kainuojantys eksperimentai turėtų ne tik atkartoti mokytojų paruoštą ataskaitos šabloną, bet ir palengvinti prasmingą mokymąsi – eksperimentai turėtų paskatinti mokinius apmąstyti, kaip atlikti tam tikrą demonstraciją.

- **Kurkite „produktus“.** Svarbu, kad mokiniai pildytų skaitmeninius arba popierinius užrašus, kur jie mąstytų apie eksperimentą – tokiu būdu būtų išvengiama eksperimentavimo suvokimo tik kaip paprasto žaidimo. Galutinių „produktų“ skaičius gali būti bet koks: nuo užduoties su uždariais klausimais iki laboratorijos užrašų, kuriuose aprašyti visi eksperimento žingsniai.

- **Atlikite galutinį įvertinimą.** Galutinis vertinimas turėtų būti atliekamas dviem tikslais: pirmiausiai turėtų būti įvertintas mokinio supratimas ir akademinė pažanga, o tada turėtų būti nustatyta, ar eksperimentas veikia. Ekspertai rekomenduoja paprašyti mokinių įvertinti eksperimentus, atliktus ugdymo dalyko metu. Tokiu būdu mokytojai gali gauti labai vertingą grįžtamąjį ryšį, kuris leis jiems sužinoti, ar tam tikri aspektai arba mokinių požiūris į eksperimentą turėtų būti pakeistas.

## ŠALTINIAI

Poppe, N., Markic, S, Eilks, I. Low cost experimental techniques for science education (2010). [pdf] TEMPUS, European Commission. Prieiga per internetą: [http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/salis\\_zusatz/material\\_pdf/lab\\_guide\\_low\\_cost\\_experiments\\_englisch.pdf](http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/salis_zusatz/material_pdf/lab_guide_low_cost_experiments_englisch.pdf) [žiūrėta 2018 m. gegužę].

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Microecol: begalė informacijos ir mažai kainuojančių chemijos eksperimentų pavyzdžiai (<https://www.microchem.de/>)

Science Kids from New Zealand: mokslo ir technologijų eksperimentų vaizdo įrašai, skirti paaugliams (<http://www.sciencekids.co.nz/videos/experiments.html>)

## 3D SPAUSDINIMAS

### EKSPERTAI REKOMENDUOJA TURĖTI 3D SPAUSDINTUVĄ KLASĖJE TAM, KAD PRITAIKANT PLATESNĮ VEIKLŲ IR PROJEKTŲ MATYMĄ, BŪTŲ GALIMA ĮGALINTI BENDRADARBIAVIMĄ TARP SKIRTINGŲ SRIČIŲ.

#### TIKSLAI

Potencialus 3D spausdinimo, kaip įrankio STEAM ugdymui, panaudojimas yra didžiulis, kadangi ši technologija leidžia susieti skirtingas disciplinas, įskaitant technologijas, matematiką, meninę raišką, biologiją ar chemiją. Tačiau mokytojai turi suprasti, kad pagrindinis šios veiklos tikslas turi būti objekto, kurį mokiniai vėliau atspausdins, projektavimas. Tokiu būdu mokiniai:

- atliepia tam tikrą poreikį, įskaitant ir pasiūlytą mokytojo (pvz., sukurti dekoratyvinį objektą kambariui, dalyvauti konkurse, kuriam reikia kurti daiktus, susijusius su mokykla, arba pasigaminti dalių, reikalingų robotui ar kitam elektroniniam įtaisui sukonstruoti);
- išbando savo dizainų įgyvendinamumą, nes dažnai mokiniai yra linkę suprojektuoti tokius objektus, kurių 3D spausdintuvai negali atspausdinti. Tai išbandydami jie sužinos, kaip techniniai apribojimai daro įtaką inžinerijos ar mokslinių tyrimų projektams;
- išmoksta gaminti modelius, nes jie turi išreikšti savo idėjas ir, naudodami tinkamą programinę įrangą, padaryti brėžinius.

Dėl visų šių priežasčių ekspertai, su kuriais konsultuotasi, sutinka, kad 3D spausdinimas yra geras įrankis mokslo ir technologijų mokymui klasėje.

## PATARIMAI, KAIP NAUDOTI 3D SPAUSDINIMĄ KLASĖJE:

- **Supažindinkite mokinius su projekta-  
vimo programine įranga.** Mokiniai su programine įranga, tokia kaip Scratch, skirta projektuoti objektus, kurie bus spausdinami, turėtų pradėti pažindintis ankstyvajame pagrindinės mokyklos etape. Ugdymo turinio tęstinumas turėtų užtikrinti, kad mokiniai laikui bėgant savo žinias plėstų, o jų poreikiai atitiktų spausdinamus objektus.
- **Apsiimkite vadovo vaidmenį.** Mokytojai yra atsakingi už veiklą, skatinančią mokinius ir ugdančią jų savarankiškumą, siūlymą, tuo pačiu metu analizuojant, ar pateikti projektai yra perspektyvūs ir ar jie atitinka pamokos tikslus. Kai kurios klaidos turi būti leidžiamos tam, kad mokiniai, atspausdinę dizainą, galėtų suprasti padarytas klaidas.
- **Pajvairinkite veiklą.** Ekspertai siūlo praktiškai įgyvendinti įvairią su nusi-  
matytais tikslais susijusią veiklą. Tai gali būti tokios veiklos, kaip konkursai, kur laimėtojai, kurie išrenkami klasės draugų remiantis atliktu dizainu, gauna galimybę atspausdinti objektą, kurį vėliau palieka mokyklai. Kita galimybė galėtų būti spausdinti dalį didesnio robotikos projekto. Taip pat galima pritaikyti 3D spausdinimą darbui kartu su kitomis disciplinomis, pavyzdžiui, matematika, vizualizuojant arba apskaičiuojant geometrines figūras.
- **Taiykite tiek individualų darbą, tiek  
darbą grupėse.** Pradiniais projekto etapais mokiniai turėtų pradėti dirbti vieni tam, kad susipažintų su programine įranga. Vėliau užduotimis paremta veikla ir sudėtingesni darbai gali būti atliekami poromis, o didesniems projektams yra geriau grupės po 4 arba 5 žmonės, nes tada mokiniai gali dalintis idėjomis ir išnaudoti stipriąsias puses.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

3D spausdintuvai yra trapūs ir brangūs įrenginiai: mokiniai neturėtų būti atsakingi už jų priežiūrą, nors mokytojai ir galėtų mokiniams vadovauti prižiūrint spausdintuvus. Veiklą su 3D spausdintuvais tikslas – mokinių dalyvavimas procese prieš spausdintuvų naudojimą, bet ne mintinas mechanikos ir spausdintuvo funkcijų mokymasis. Tačiau, tam, kad mokiniai pilnai dalyvautų procese, mokytojai gali paprašyti, kad mokiniai atliktų failų perkėlimą į spausdintuvą.

Nors 3D spausdintuvų panaudojimas daugiausiai gali būti pritaikomas dalykams, susijusiems su inžinerijos ir technologijų sritimis, kitų dalykų mokytojai taip pat galėtų juos panaudoti savo veiklose.

Galų gale, atsižvelgiant į daugiau techninių aspektų, mokytojai turėtų laikytis kelių atsargumo priemonių, pavyzdžiui, naudoti tinkamą plastiką skirtingų rūšių spausdintuvams ir išvengti smūgių ar šiurkščių judesių, kurie sukelia spausdinimo disbalansą.

## ŠALTINIAI

Create Education: svetainė, siūlanti galimybes 3D spausdinimo taikymui klasėje, tiek pradinėje, tiek pagrindinėje mokykloje (<https://www.createeducation.com/resources-landing/>)

3D spausdintuvai mokyklose: panaudojimas ugdymo plane: Britų Vyriausybės pranešimas apie tyrimą, pristatantį 3D spausdintuvų panaudojimą dvidešimtyje mokykloje (<https://www.gov.uk/government/publications/3d-printers-in-schools-uses-in-the-curriculum>).

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Molekulės kūrimo projektas biologijos pamokoms (<https://ultimaker.com/en/resources/50531-ap-biology-capstone-project>)

Šachmatų žaidimo kūrimas 3D erdvėje (<https://ultimaker.com/en/resources/50520-checkmate-3d-printed-chess-set>)

Antspaudo ir keraminės dėžutės kūrimas 3D erdvėje (<https://ultimaker.com/en/resources/50534-3d-printed-pattern-stamp-ceramic-box>)



3D siluetų kūrimas naudojant „Photoshop“ (<https://ultimaker.com/en/resources/50530-creating-a-3d-silhouette-using-photoshop>)

## OPTIKA IR FOTONIKA

# ŠVIESOS REIŠKINIO SUDĒTINGUMAS LEMIA TAI, KAD MOKINIAI TURI PATYS EKSPERIMENTUOTI SU JO SAVYBĖMIS IR TURI TURĒTI GALIMYBĖ KURTI SAVO MODELIOUS.

### TIKSLAI

Nors šviesa yra energijos išraiška, suteikianti daugiausiai informacijos apie mus supančią aplinką, dauguma žmonių turi klaidingą supratimą apie jos kilmę. Šis faktas nestebina, nes šviesa yra sudėtingas reiškinys, kurį sunku suprasti. Ji turi fizinius parametrus, kurie stipriai pralenkė žmogaus suvokimo galimybes. Pasak ekspertų, net mokykloje suvokimo apie šviesą buvo mokoma neteisingai.

Taigi, pagrindinis tikslas atliekant optikos ir fotonikos eksperimentus – pagerinti mokinių supratimą apie šviesą ir jos savybes. Tai reiškia, kad mokiniai turėtų gauti išsamius šviesos, kaip bangų ir kaip korposkulinio fenomeno, apibūdinimus, kurie paaiškina jų ryšį su šviesa tiek detalai, tiek apibendrintai. Todėl pirmoji užduotis turėtų būti išaiškinti ankstesnius reiškiniai, dėl kurių mokiniai gali abejoti: lūžį, absorbciją, dispersiją, difrakciją ar fotonus, nepamirštant ir kitų reiškinų.

Mokiniai turėtų išmokti paaiškinti kasdienius reiškiniai, išsiaiškinti, kokį šviesos modelį jie taikys (geometrinį, bangų ar kvantinį) priklausomai nuo jų analizuojamo atvejo. Tokiu būdu, daugelis intuityvių ir galbūt klaidingų idėjų, kurias galėjo turėti mokiniai, gali būti ištaisytos.

Šviesos reiškinio sudėtingumas lemia tai, kad mokiniai turi patys eksperimentuoti su jo savybėmis ir turi turėti galimybę kurti savo modelius.

### PATARIMAI, KAIP NAUDOTI OPTIKĄ IR FOTONIKĄ KLASĖJE

Ugdymo turinys apie optiką turėtų būti pritaikytas atsižvelgiant į mokinių pažinimo lygį kiekviename ugdymo etape. Pavyzdžiui, ankstyvosiose pagrindinės mokyklos klasėse mokytojai gali dirbti su šviesos, kaip energijos šaltinio, suvokimu (emisija, atspindžiu, lūžiu, absorbcija ir aptikimu), o su idėja, kad šviesa yra bangų reiškinys, taip pat ir su geometrine bei kvantine optika, mokinius galima supažindinti pagrindinio ugdymo pabaigoje. Ekspertų rekomendacijos mokytojams:

- **Atlikite mažus tiriamuosius projektus apie reiškinį, kurį mokysitės.** Atsižvelgiant į išsilavinimo lygį, tai gali būti tokie paprasti projektai, kaip mokinių akinių skirtumų nagrinėjimas arba automobilių šoninių veidrodžių formos analizavimas. Sudėtingesniems eksperimentams galima pasitelkti virtualias laboratorijas ir simulatorius (pavyzdžiui, darbui su šviesos šaltiniais, spindulių schemomis, lūžio ir refleksijos dėsniais, regos mechanizmais ar poliarizuota šviesa). Tokie eksperimentai turi būti atliekami remiantis kasdieniais reiškiniais, egzistuojančiais mokinių gyvenime tam, kad jie galėtų geriau suvokti čia pat esančius reiškiniai.
- **Atsižvelkite į tai, ką sakote.** Kadangi ankstesnės mokinių idėjos dažnai skiriasi nuo mokslinės vizijos, jų paaiškinimuose gali būti mokytis trukdančių kalbos klaidų. Šia prasme, ekspertai rekomenduoja nedaryti prielaidos, kad mokiniai supranta tam tikrus reiškiniai. Net jei jie atrodo kaip pagrindiniai, kasdien naudojami reiškiniai, mokiniai gali jų nesuprasti, pavyzdžiui, to, kad šviesa keliauja tiesia linija.
- **Darykite diagramas ir brėžinius.** Tai yra geras būdas padėti mokiniams formuluoti šviesos, ypač geometrinės optikos, savybes. Optika dažnai gali būti aiškinama linijomis, pavyzdžiui, parodant spindulių ar

veidrodžių trajektoriją arba optikos dėsnų kampus. Toks aiškinimas gali padėti mokiniams geriau įsiminti ir suprasti reiškinius. Diagramas ir brėžinius taip pat galima naudoti siekiant mokytojams pamatyti mokinių turimą supratimą apie reiškinius.

- **Dirbkite grupėse.** Patartina organizuoti smulkias darbo grupes, kad mokiniai, vykdydami savo mokslinių tyrimų projektus, galėtų dalintis idėjomis, diskutuoti ir vienas kitam padėti.

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Kadangi optika ir fotonika susieja fiziką su kitomis disciplinomis, pavyzdžiui, matematika, ir leidžia mokiniams dirbti kaip mokslininkams, ekspertai sutinka, kad mokytojai turi būti tvirtai pasiryžę skatinti eksperimentavimą šiose srityse nuo pradinių klasių.

Mokytojai turėtų pradėti nuo labai elementarios praktikos. Pavyzdžiui, mokiniai gali patys padaryti išvadas apie atspindžio dėsnį, veidrodžiu pagalba kreipdami šviesos spindulius. Tokie bandymai nereikalauja daug techninių investicijų, o keletas net gali būti atlikti su virtualiais simulatoriais.

Tačiau mokinius išmokyti apie mokslą vien eksperimentų nepakanka – jiems turėtų būti leidžiama siūlyti eksperimentus, o ne tik atkurti mokytojų duotus eksperimentų šablonus.

## ŠALTINIAI

Costa MFM (2008). Hands-on science. In: Costa MF, Dorrio B.V., Michaelides P., Divjak S., editors. Selected Papers on Hands-on Science. Lisbon: Associação Hands-on Science Network, pp. 1-13. ISBN 978-989-95336- 2-2

Tekos, G., Solomonidou, C. (2009). Constructivist Learning and Teaching of Optics Concepts Using ICT Tools in Greek Primary School: A Pilot Study. Journal of Science Education and Technology, 8(5), pp. 415–428.

Nacionalinės gamtos mokslų mokytojų asociacija: svetainė, kurioje galima rasti informacijos apie įvairias disciplinas. Informacija suskirstyta pagal lygius ir temas (<http://www.nsta.org/elementaryschool/>)

Atmosferos optika: svetainė, kurioje galima rasti paaiškinimų ir diagramų apie atmosferos optiką (<http://www.atoptics.co.uk/>)

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Practical Physics: Fizikos instituto svetainė, su įvairiais fizikos eksperimentais, įskaitant optiką ir šviesą (<http://practicalphysics.org/>)

Optics 4 kids: įvairių optika paremtų bandymų, kurie gali būti atliekami mokykloje, rinkinys. Bandymai suskirstyti pagal amžių (<https://www.optics4kids.org/classroom-activities>)

Optika: šviesa, spalva, ir jų naudojimas (angl. Optics: light, color, and their uses). Mokytojo vadovas. Šiame vadove, kurį išleido NASA, kalbama apie skirtingas optikos ir šviesos patirtis, kurios suskirstytos pagal mokinių amžių (<https://www.nasa.gov/audience/foreducators/topnav/materials/listbytype/Optics.Guide.html>)

## NANOTECHNOLOGIJOS

### [NANOTECHNOLOGIJOS] SKATINA DISKUSIJAS APIE RIZIKĄ IR ETINIUS ASPEKTUS, SUSIJUSIUS SU MOKSLINE PRAKTIKA, IR TAIP SKATINA MOKINIŲ KRITIŠKUMĄ.

## TIKSLAI

Pagal turimus tyrimus apie nanotechnologijų taikymą klasėje teigiama, kad:

- tai yra puikiai STEAM ugdymui tinkanti sritis, nes ji skatina ribų tarp skirtingų sferų žinių panaikinimą, ir ragina komandas dirbti daugiadalykiškai, kadangi tyrėjai turi tobulintis ir mokytis iš kitų sričių;
- tai leidžia mokiniams žengti koją kojon su naujais moksliniais ir techniniais atradimais, matant jų poveikį kasdieniame gyvenime;
- tai skatina diskusijas apie riziką ir etinius aspektus, susijusius su moksline praktika, ir taip skatina mokinių kritiškumą.
- mokiniai labiau autentišku būdu užsiima moksline veikla ir ją prisijaukina.

## PATARIMAI, KAIP NAUDOTI NANOTECHNOLOGIJAS KLASĖJE:

Ekspertai, su kuriais konsultuotasi, sutaria dėl šių nanotechnologijų įgyvendinimo patarimų:

- **Sujunkite tai kartu su kaip įmanoma daugiau praktinės veiklos.** Šiais laikais kai kurie mokytojų išteklių centrai turi rinkinius, kuriuose yra mokyklinių medžiagų, skirtų mažai kainuojantiems eksperimentams (su kauliukais, putojančiomis piliulėmis ir pan.).
- **Naudokite nanotechnologijas tam, kad paašikintumėte bendrąjį mokslą.** Pavyzdžiui, dirbdami su magnetizmu, mokytojai gali išnaudoti geležies fluído savybes; dirbdami su optinėmis savybėmis, jie gali naudoti auksą neturintį tikėtiną spalvą; dirbdami su biologija ar chemija, jie gali susieti savo tyrimą su sidabro biocidų pajėgumais.
- **Pradėkite nuo kasdienių problemų ar situacijų.** Paklauskite klasės apie dabartinę padėtį konkrečioje srityje, pavyzdžiui, tam tikros rūšies vėžio gydymą, ir visi kartu išsiaiškinkite, kaip tam gali padėti nanotechnologijos. Taip paskatinsite mokinių ryšį su aplinka.
- **Pasinaudokite interneto ištekliais,** nesvarbu, ar tai yra mokomieji vaizdo įrašai, ar papildyta realybė, tai padeda mokiniams suprasti ir vizualizuoti nanotechnologijų pasaulį.
- **Užbaikite klasės veiklą apsilankymais mokslinių tyrimų centruose ir laboratorijose.**

## SVARBU ŽINOTI PRIEŠ PRADEDANT TAIKYTI

Nanotechnologijų kaip klasės išteklių naudojimas reikalauja specialaus mokytojo parengimo šioje srityje. Šis parengimas turėtų būti praktiškas ir techninis, suteikiantis mokytojams žinių, kurių jie stokoja dėl disciplinos naujumo. Tuo pat metu mokytojai turėtų gauti ir praktinių pavyzdžių ir tuos pavyzdžius naudoti klasėje.

Taip pat patartina skatinti mokinių darbą mažose grupelėse nuo 4 iki 6 žmonių, kuriuose vaizdo įrašo ar mokslinio plakato pavidalu sukuriamas galutinis produktas, kuriam jie pritaikė savo skaitmeninių įrankių, komunikacijos ir sisteminimo įgūdžius.

Žvelgiant iš techninės perspektyvos, veiklos, susijusios su nanotechnologijomis, nekelia didelių reikalavimų, kurie viršytų mokyklos laboratorijos ir kompiuterinių įrenginių galimybes.

## ŠALTINIAI

Statnano: Nanomokslo, pramonės ir technologijų informacija: rodikliai ir statistiniai duomenys apie nanotechnologijų plėtrą pasauliniu lygiu (<http://statnano.com/>)

Nacionalinė nanotechnologijų iniciatyva (angl. National Nanotechnology Initiative): mokomoji medžiaga ir kitos su nanotechnologijomis susijusios iniciatyvos iš JAV vyriausybės (<http://nano.gov/>)

Nanopinion: svetainė, kurioje gausu veiklos pavyzdžių ir vaizdo įrašų apie nanotechnologijas ir mokytojų rengimą (<http://nanopinion.archiv.zsi.at/en/education.html>)

## PRAKTINIAI PAVYZDŽIAI

Nanozone: veiklų, susijusių su nanotechnologijomis, pavyzdžiai (<http://www.nanozone.org/teachers.htm>)

Nanokomik: daugiadisciplininis ir tarptautinis projektas apie bendradarbiavimą kuriant komiksus, skirtus plėsti žinias apie nanotechnologijas (<http://www.nanokomik.com/index.php/en/>).

# SKIRTINGŲ DALYKŲ INTEGRAVIMO GAIRĖS

Autoriai: Kerttu Mölder, Koidu Tani-Jürisoo, Reili Pae



## ĮVADAS

Pastaraisiais metais mokyklose stebimas svarbus pokytis – tai dažnėjanti dalykų integracija ir judėjimas link labiau holistinio požiūrio į mokymą bei mokymąsi. Dalykų integracija leidžia kurti sąsają tarp skirtingų disciplinų turinio ir pabrėžti juos vienijančius konceptus. Šiame dokumente pateiktos gairės, kurios padės apgalvoti integravimo procesą mokyklos ar klasės lygmeniu. Idėjų galite pasisemti ir iš pateiktų šablonų ar pavyzdžių.

Visų pirma, apžvelkime, kodėl yra naudinga judėti integracijos tarp dalykų link. Mokyklų vadovai ir mokytojai teigia, kad dalykų integracija jiems buvo naudinga, nes:

- Gyvenimiškose situacijose žmonės sprendžia didesnes ir sudėtingesnes problemas. Kad mokiniai būtų pasiruošę susidoroti su tokiais iššūkiais, jiems reikia žinių ir įgūdžių iš skirtingų dalykų. To pasiekti ir mokyklose kurti mokymosi būdus, kurie atspindi realius gyvenimiškus modelius gali padėti dalykų integracija.
- Integracija tarp dalykų padeda sumažinti mokymosi krūvį, kadangi mokiniai gali mokytis tas pačias ar panašias temas iš skirtingų pusių vienu metu. Mokytojai, mokiniai ir tėvai dažnai skundžiasi, kad mokymosi programos yra perkrautos. Kai mokytojai dirba kartu ir integruoja savo

mokomus dalykus, viskas vyksta nuosekliau ir kompaktiškiau. Taip pat, mokiniai turi galimybę tam tikrą reiškinį ar konceptą išmokti kur kas giliau.

- Iš esmės, integracija tarp dalykų yra projektine veikla paremtas mokymosi procesas. Tai daro mokymąsi įdomiu ir praktišku. Mokiniai yra motyvuoti, dirba grupėse, naudoja informacines komunikacines technologijas (IKT), naudoja įtraukiančius, aktyvius ir į gyvenimiškus konceptus atsiremiančius mokymo ir mokymosi metodus ir t.t. Mokytojai teigia, kad projektine veikla paremto mokymosi proceso metu, galima daugiau laiko skirti individualų dėmesį mokiniui. Taip pat, mokiniai gali daugiau dėmesio skirti dalykams, kurie juos domina, naudoti anksčiau įgytas žinias ir visapusiškai tobulėti.
- Integracija tarp dalykų suteikia galimybę mokiniams kurti sau patiems artimą ir reikšmingą mokymosi patirtį skirtingose situacijose. Tokiu būdu išmoktą informaciją jie galės lengviau atsiminti ir panaudoti skirtingose gyvenimiškose situacijose.
- Kompetencijos kaip kūrybingumas, kritinis mąstymas ir bendradarbiavimas yra labai vertinamos. Efektyvi priemonė jas ugdyti dar mokyklos suole yra dalykų integracija. Tai padeda mokiniams įgyti daugiapypės patirties ir suvokti tarpusavio ryšio svarbą realiame gyvenime (edutopia.ee).

## MOKYKLOS LYGMUO – SVARBŪS KLAUSIMAI VADOVYBEI

Siekiant mokykloje pradėti integruoti dalykus, visų pirma svarbu skirti pakankamai laiko išanalizuoti ir suplanuoti veiklas organizacijos lygmeniu. Tai suteikia pagrindą mokytojams vykdyti šias veiklas, kuriamą pokytį padaro tvaresnį, o patį procesą – efektyvesnį.

Diskusiniai klausimai vadovybės lygmenyje:

- **Kodėl mokykloje norite pradėti integruoti dalykus?** Koks yra tokio sprendimo pagrindimas ir kaip tai susiję su mokyklos vizija ir ugdymo filosofija?
- **Kokios kliūtys Jums trukdė pradėti anksčiau?** Kokias problemas reikia išspręsti ir kaip tai padaryti? Tai gali būti laiko, tinkamos aplinkos, gebėjimų stygius, ugdymo turinys, mokymosi įrankiai, pasipriešinimas iš mokytojų ir/arba tėvų ir t.t.

**Keli pavyzdžiai, kurie gali padėti įveikti skirtingus iššūkius:**

- kai kurios mokyklos kas savaitę išskiria 1–2 val. mokytojų bendradarbiavimui. Šis laikas skiriamas projektų planavimui ir pasiruošimui, dalinimuisi idėjomis bei patirtimi. Svarbu, kad laikas būtų planuojamas sąmoningai ir įtrauktas į mokytojų darbo krūvį;
- daugelis mokyklų organizuoja vizitus į kitas mokyklas, kurių metu mokytojai gali stebėti kitų vedamas pamokas, pasisemti idėjų bei gauti patarimų iš kolegų;
- dažnai mokytojai neturi pakankamai gerųjų pavyzdžių ar medžiagos, kuri leistų pradėti integracijos procesą, tad daugelį dalykų turi kurtis patys. Tai reikalauja laiko bei įgūdžių. Vertėtų mokytojus skatinti savo sukurta medžiaga dalintis tarpusavyje. Galima kurti idėjų bankus, „Google Drive“ ar popierinius aplankalus su medžiaga, kurią mokytojai naudoja kartu arba kurią mokslo metų pabaigoje vienas mokytojas perduoda kitam.

- svarbu pagalvoti ir apie mokymosi aplinką. Jei yra galimybė, suteikite didesnes klases, kad mokinius galima būtų skirstyti į grupes arba skirtin individualias užduotis. Dažniausiai vienu metu klasėje yra geriausia turėti du ar daugiau mokytojus, kad būtų galima dalintis atsakomybėmis.

- **Kas pradės integracijos procesą?** Ar tai turi būti mokyklos vadovybės sprendimas ar pačių mokytojų? Jei tai turi būti ne mokytojų iniciatyva, kaip planuojama juos motyvuoti ir skatinti?

**Kelios mintys ir pavyzdžiai:**

- mokyklos vadovams priėmus sprendimą, įgyvendinimo procesą svarbu rūpestingai suplanuoti. Bet kokie pokyčiai visada iššaukia bent kažkokį pasipriešinimą ir mokytojų tarpe gali atsirasti žmonių, kurie ne iš karto bus patenkinti nauja iniciatyva. Svarbu gerai apgalvoti kaip galima įtraukti visus, kurti visiems suprantamą ir prasmingą bendrą veiklos viziją bei suteikti pakankamai pagalbos įgyvendinimo eigoje.

- kai mintis integruoti dalykus atsiranda iš mokytojų, tikėtina, kad jie patys jau yra motyvuoti dalykus daryti kitaip. Tokios situacijos atveju iš mokyklos vadovų reikalingas palaikymas ir visa mokytojų darbu reikalinga pagalba, resursai bei laikas. Į visa tai įeina ir tam tikrų klausimų sprendimas mokyklos lygmeniu, kaip lankstus pamokų planas ar veikloms reikalingos erdvės, naujos medžiagos, leidimai vykdyti ekskursijas, naujų metodų taikymo pristatymas tėvams ir t.t.

- **Kas mokyklos administracijos ar mokytojų tarpe yra atsakingas už tokį projektą?** Šio proceso metu nepalikite mokytojų vienu – palaikymas yra reikalingas nuo pradžios iki pabaigos. Kaip ir minėta anksčiau, visapusiškos pagalbos Jūsų komandai užtikrinimas yra būtinas norint pasiekti gerus rezultatus, efektyvų bendradarbiavimą ir mokytojų atsidavimą.

- **Kokias žinias ir patirtį turi mokytojai prieš pradėdant veiklą?** Kokios jų stiprybės ir silpnybės? Labai svarbu gerai pažinti savo komandą ir įsitikinti, kad kiekvienas,

remiantis jų turimomis stiprybėmis, galės prisidėti.

- **Kaip bus priimamas sprendimas, dėl to, koks turi būti integracijos tikslas/rezultatas?**

- **Kokiu lygmeniu ir kokiose pamokose bus įgyvendinta dalykų integracija?** Kodėl? Galima turėti vieną integruotą modelį ar projektą per metus, vieną bendrą pamoką, integruotą mokymo programą, bendrusius dalykus ir t.t.

- **Ar mokymo procesas, poreikiui esant, gali būti lankstus?** Kas prireikus galės padėti perdėlioti tvarkaraščius ar dalykų temas? Ar yra galimybė atlikti tyrimus lauke ir organizuoti mokymosi procesą kitur nei klasėje? Ar mokytojai turi persidengiančio laiko, kada galėtų dirbti kartu? Ar yra įmanoma, kad du mokytojai dirbtų vienu metu toje pačioje klasėje?

- **Ar yra galimybė aplankyti mokyklas, kurios jau pradėjo vykdyti integraciją tarp skirtingų dalykų ir pakalbėti su jų vadovais bei sužinoti jų patirtis?** Labai naudinga būtų jei galėtumėte tokį mokymosi procesą stebėti ilgesnį laiko tarpą. Mokytojams patinka praktiški patarimai ir jie linkę pasitikėti savo kolegomis. Tokie apsilankymai ir pokalbiai su kitomis mokyklomis taip pat padeda rasti daugiau idėjų, kurias būtų galima taikyti Jūsų mokykloje. Kitų vykdomas veiklas bei patirtį galima pritaikyti ir panašiu būdu įgyvendinti. Toks bendravimas leidžia sutaupyti laiko ir dažnu atveju, padeda pasiekti teigiamus rezultatus.

## KLASĖS LYGMUO. DETALUS GIDAS MOKYTOJAMS

1. **Pagalvokite apie temą.** Naudinga užsirašyti ir pasidalinti savo mintimis su kitais mokytojais: kokias nuostatas, žinias bei gebėjimus turite suteikti mokiniams, tam, kad jiems pasisektų?

**Trukmė: 15–20 min.** (pristatymui skirti 2–3 min. kiekvienam žmogui)

2. **Perskaitykite Jūsų dalyko nacionalinę ugdymo programą.** To paties dalyko mokytojai tai gali daryti kartu. Ar programoje galima įžvelgti palankių vietų integracijai? Ant atskiro lapo užsirašykite visas matomas galimybes. Visos mintys yra geros – siekite pasižymėti visas idėjas, nieko nebraukite.

**Trukmė: 30–45 min.**

3. **Susipažinkite su strateginiais dokumentais ar moksliniais straipsniais** ir aptarkite juos su savo kolegomis (bei tėvais, mokiniais). Labai svarbu turėti platų požiūrį. Dokumentai, kuriuos galite nagrinėti: PISA, TALIS, Europos Sąjungos ar valstybės strategija, politika, plėtros planas, vizija ir t.t.

4. **Perskaitykite bent 1–2 dalykų, kurių pats nemokote, nacionalines ugdymo programas.** To paties dalyko mokytojai tai gali daryti kartu. Ar matote galimybių integruoti skirtingus dalykus? Jei randate kažką, kas susiję su Jūsų mokomu dalyku, pasižymėkite. Ant atskiro lapo užsirašykite visus skirtingus integracijos būdus. Naudinga viską apsirašyti kaip įmanoma detaliau. Visos mintys yra geros – siekite pasižymėti visas idėjas, nieko nebraukite.

**Trukmė: 30–45 min.**

Minčių lietus: Jums reikės lipnių lapelių užrašams. 7 min. dirbkite atskirai, 3 min. – kartu. Tema: Sugalvoti idėjų integracijai tarp dalykų. Visos idėjos yra geros, iš pat pradžių jų nekritikuojame. Būkite kūrybingi. 1 lapelis – 1 idėja. Lapelių išsidėstymas nėra svarbus. Pasirūpinkite, kad idėjų pateiktų kiekvienas.

5. **Pristatykite savo idėjas kitiems mokytojams.** Ar turite persidengiančių idėjų? Pastaba: jei prezentacijos metu atsiranda naujų minčių ar idėjų, užsirašykite jas, gal būt jos bus naudingos vėliau.

**Trukmė: kiekvienam žmogui ar grupei mažiausiai 5 min.**

6. **Atsižvelgiant į pristatytas idėjas suburkite naujas komandas.** Labai gerai, jei vienoje grupėje būtų bent trijų skirtingų dalykų mokytojai. Pradinių klasių mokyto-

jai gali burtis į grupes kartu su dalykų dėstytojais, kurie taip pat rūpinasi jų mokinių mokymu.

**Trukmė: apie 10 min.**

**7. Išsirinkite bendrą temą, kuri persidengia per skirtingus dalykus.** Galima ir išsirašyti temas, kurios apžvelgiamos per skirtingus laikotarpius (pavyzdžiui, spalio mėnesį). Ar yra galimybė lanksčiau išdėlioti temų eigą?

**8. Kartu perskaitykite bendrąsias programas** (bendrosios kompetencijos, tarpkultūrinės temos). Raskite sąsajų tarp pasirinktų temų.

**Trukmė: mažiausiai 20–30 min.**

**9. Apibrėžkite darbo kartu susitarimus.** Tai gali atrodyti ne itin reikšmingą, tačiau labai svarbu, kad prieš pradėdant darbą būtų susitarta dėl komunikacijos ir, kad kiekvienas išsakytų turimus lūkesčius, kol problemos dar neiškilo. Žmonės ir kiekvienam priimtina darbo kultūra skiriasi, tad išsiaiškinti kiekvieno lūkesčius ir darbo būdą yra svarbu norint, kad komunikacija tinkamai veiktų.

**Trukmė: mažiausiai 30–40 min.**

Keli dalykai, kurie galėtų įeiti į darbo kartu susitarimus:

- Kas įsitraukęs į šį modulį? Kokia kiekvieno komandos nario rolė?
- Kokios kiekvieno komandos nario stiprybės ir preferencijos?
- Kaip ir kiek dažnai komanda sąveikauja su moduliu?
- Kaip įtraukiami išoriniai ekspertai, patarėjai ir pagalbininkai, kurie reikalingi modulyje?
- Kaip priimami sprendimai?
- Kaip modulyje vykdomi pakeitimai?
- Kaip sprendžiami ginčai ar nesutarimai?

**10. Pasirinkite, kokį integracijos variantą taikysite.**

**Trukmė: mažiausiai 15 min.**

## 1 variantas: paremtas tema (multidiscipliniškumas)

Pasirenkama bendra tema. Skirtinguose dalykuose yra imamas šios temos. Nėra bendrų užduočių skirtinguose dalykuose. Kiekvienas mokytojas gali daryti ką nori ir kaip nori (neturėtų būti jokių apribojimų). Gali būti situacijų, kai mokytojai tiksliai nežino, ką daro ar kaip detalai į temą gilinas kiti mokytojai.

**Pavyzdys:** Pasirenkama viduramžių tema, kuri mokoma septintos klasės mokiniams. Istorijos pamokų metu mokiniai sužino apie viduramžių Europos miestus. Muzikos pamokų metu mokiniai mokosi apie viduramžių ir bažnytinę muziką. Viduramžių literatūra yra tema lietuvių kalbos pamokose, o per matematikos pamokas mokytojai pasakoja apie matavimu vienetis naudotus viduramžiais ir t.t.

## 2 variantas: tarpdiscipliniškumas

Pasirenkama bendra tema. Skirtinguose dalykuose yra imamas šios temos. Yra bendrų užduočių, atliekamų skirtinguose dalykuose. Kiti mokytojai aiškiai žino, ką daro ar kaip detalai į temą gilinas kiti mokytojai.

Mokytojai kartu planuoja mokymosi procesą ir uždavinius. Svarbu ne tik kiekvieno dalyko žiniomis paremti rezultatai, bet ir konceptai bei įgūdžiai. Dažniausia šios uždutys nėra paremtos gyvenimiškais situacijomis (dažniausiai tai paprastos uždutys, kaip, pavyzdžiui, padaryti plakatą ar žemėlapi).

**Pavyzdys:** penktos klasės gamtos pažinimo pamokose mokiniai mokosi apie mitybos grandines. Per dailės pamokas mokiniai piešia skirtingus augalus ir gyvūnus, kurios vėliau, per gamtos pažinimo pamokas naudoja kuriant skirtingas mitybos grandines.

**Pavyzdys:** šeštos klasės istorijos pamokose mokiniai mokosi apie senovės Graikiją. Literatūros pamokose mokiniai skaito apie senovės Graikijos mitologiją, dailės ir muzikos pamokose mokosi tas pačias temas. Kartu iš šių dalykų jie turi bendras didesnes uždutis.



### 3 variantas: transdiscipliniškumas

Realus ir praktiškas rezultatas, dažniausiai pasiekiamas projekcinio tipo mokymosi forma. Dažniausiai mokiniai dirba grupėse. Svarbiausia yra bendrosios kompetencijos, būtinos ateities veiklose. Skirtingų dalykų mokymosi rezultatai (dalykiniai) taip pat yra pasiekiami.

**Pavyzdys:** devintos klasės mokiniai du mėnesius kuria mokinių įmonę, kurios produktai (pavyzdžiui, padaryti iš šokolado) yra parduodami mokyklos bendruomenei per Kalėdines mugės. Mugių metu mokiniai turi pristatyti savo produktą skirtingomis užsienio kalbomis (pavyzdžiui, rusų, vokiečių, anglų kalbomis) ir savo gimtąja kalba (lietuvių). Mokiniai taip pat turi paruošti reklaminius maketus ir lankstinių tekstus ar parengti filmukus apie produktą (tai vykdoma per gimtosios kalbos bei užsienio kalbų pamokas).

Per matematikos pamokas mokiniai mokosi kaip parengti biudžetą (pavyzdžiui, įskaitant kaip apskaičiuoti darbo sąnaudas). Technologijų pamokos, kartu su dailės ir informacinių technologijų pamokomis padeda apipavidalinti ir pagaminti produkto pakuotę. Dailės pamokų metu mokiniai kuria savo įmonės logotipus. Maisto gamintojų pamokose jie mokosi kaip gaminti šokoladą ir išbando kelis skirtingus receptus. Per chemijos pamokas jie atlieka eksperimentus su šokoladu (kakava). Per geografijos, pilietiškumo pagrindų pamokas, mokymosi apie sąžiningą prekybą ir žmonių teises, o per anglų kalbos pamokas žiūrėdami dokumentinius filmus apie vaikų darbą, susipažįsta su kakavos keliu iš Afrikos į Europą ir su juo susijusiomis problemomis. Kviestinis mokytojas (verslininkas) supažindina mokinius su savo profesija. Papildomai vykdomos pamokos, kurios tiesiogiai susijusios su mokinių įmonės veikimu (pavyzdžiui, apie komandos formavimą, tikslinės auditorijos pasirinkimą, su produktu susijusias apklausas, produkto pasirinkimą, įmonės pavadinimo pasirinkimą, grįžtamojo ryšio rinkimą ir tobulinimą ir t.t.)

### 11. Diskutuokite su dalykų mokytojais ir atsakykite į kelis kertinius klausimus

Kertiniai klausimai prieš pradėdami dirbti su moduliais:

- Kodėl šis modulis reikalingas?
- Koks yra modulio turinys (trumpas aprašymas)?
- Kokia yra modulio paskirtis ar tikslas?
- Kokio rezultato yra tikimasi?
- Kas nėra modulio dalis, tačiau lengvai galėtų būti pridėta?
- Kokio tipo yra šis modulis (pavyzdžiui, tiriamasis, kūrybinis, kelių tipų kombinacija ir t.t.)?
- Kokia yra motyvacija pradėti?
- Kada prasidės modulio veiklos (laikotarpis)?
- Kur bus vykdomas modulis? Kokiose auditorijose? Kokioje mokymosi aplinkoje?
- Kokių įrankių reikia, kad būtų galima sėkmingai užbaigti modulį (pavyzdžiui, įranga, įrankiai, medžiagos, finansiniai resursai, technologijos, internetiniai įrankiai, knygos, žmogiškieji ištekliai ir t.t.)?
- Kaip bus vertinamas modulis (modulio kokybė ir rezultatai, mokymosi pasiekimai, naudotų metodų efektyvumas)?
- Kokios yra rizikos, susijusios su moduliu (įvykiai ar faktoriai, kurie gali sulėtinti darbą ir paveikti modulį)?

**12. Jei naudosite tarpdisciplinišką ar transdisciplinišką prieigą, visi kartu nuspręskite, kaip vertinsite mokinių pasiekimus ir pažangą.** Tai labai svarbu galvojant apie bendras užduotis, kadangi mokiniai (ir mokytojai) turi gauti grįžtamąjį ryšį apie jų mokymosi pasiekimus ir pažangą. Mokiniam taip pat turi būti sukurta galimybė patiems įsivertinti savo pasiekimus ir pažangą, kadangi tai padeda visam mokymo-

si procesui. Kai jau įmanoma, mokiniai turi būti įtraukti į vertinimo kriterijų kūrimą ir, prasidedant moduliui, šie kriterijai, kartu su modulio tikslais, turi būti pristatyti.

Prieš prasidedant mokymuisi mokiniai turi suprasti kaip tiksliai bus vertinami jų darbai ir kokiais kriterijais apibrėžiamas geras veiklos atlikimas. Atsakant į šiuos klausimus patartina vadovautis vertinimo rubrikomis (pavyzdžių galite rasti čia).

Vertinimo rubrikos turi aiškiai ir suprantamai aprašyti norimus gauti mokymosi pasiekimus. Jos turi būti parengtos taip, kad jas galėtų lengvai suprasti tiek mokiniai, tiek tėvai. Mokiniai turėtų būti įtraukti į šių aprašymų kūrimą. Rubrikos padeda mokiniams susitelkti į informuotą mokymąsi, padėti mokymosi proceso metu ir veikia kaip įsivertinimo ar tarpusavio vertinimo įrankiai. Rubrikos suteikia mokymosi įrankius, kurie padeda mokiniams pasiekti geresnių mokymosi rezultatų.

#### 5 vertinimo rubrikų naudojimosi žingsniai

1. Užduočių atlikimo metu apmokykite mokinius naudotis įsivertinimo rubrikomis. Kai mokiniai atlieka gautus darbus, priminkite vadovautis vertinimo moduliais.
2. Suteikite galimybę mokiniams įvertinti kito mokinio darbą.
3. Kad mokiniai galėtų patobulinti savo atliekamą darbą, remiantis rubrikomis, suteikite jiems grįžtamąjį ryšį.
4. Kai užduotis atliekama, leiskite mokiniams, naudojantis rubrikomis, įvertinti save.
5. Įvertinkite atliktą darbą pagal vertinimo rubriką.

#### 13. Apibendrinimas ir grįžtamasis ryšys.

Kas pasisėkė? Ką reikėtų keisti? Paprašykite mokinių suteikti grįžtamąjį ryšį. Ką kitą kartą būtų galima daryti kitaip? Kurias dalykus mokiniai įvardina kaip naudingiausias ir įdomiausias?



# MOKYKLŲ- VERSLO-ŅŅŅ BENDRADARBIA- VIMO GAIRĒS

Autoriai: Triin Noorkõiv, Koidu Tani-Jürisoo, Reili Pae



## VAIKUI UŽAUGINTI REIKIA VISO KAIMO.

### AFRIKIEČIŲ PATARLĖ

Kalbant apie visapusišką jaunimo augimą ir mokymuisi visą gyvenimą reikalingų kompetencijų ugdymą, svarbu nepamiršti, kad mokyklos nėra vienos šiame procese ši. Daugybė organizacijų ieško būdų, kaip prie to galima prisidėti. Mokyklos, kaip pagrindiniai jaunų žmonių mokymosi proceso šeimininkai, gali išnaudoti jų turimą norą ir atvirumą, užmezgant bendradarbiavimą, kuris nešytų naudą mokiniams.

Nepaisant to, kiek Jūsų mokykla yra pažengusi bendradarbiavimo su verslu ar nevyriausybinėmis organizacijomis (NVO) srityje, mes esame įsitikinę, kad visada galima surasti ir gauti daugiau.

---

**Dėmesio!** Etiniai klausimai, dirbant su mokiniais yra ypač svarbūs. Už tai Jūs esate atsakingi patys, tad skatiname gerai apgalvoti galimai jautresnius ar neįprastus bendradarbiavimo atvejus ir prireikus – konsultuotis su atitinkamomis institucijomis.

## (PER)MĄSTYTI „KODĖL“ – KAIP PADARYTI KAD BEN- DRADARBIAUTI BŪTŲ NAU- DINGA IR JUMS, IR JIEMS

Tikros, nuoširdžios ir abipusiai naudingos priežastys bendradarbiauti sudaro jo pagrindą. Aiškiai nusimatykite, ko Jūs norite pasiekti ir kas yra svarbu partneriui, su kuriuo bendradarbiaujate.

**Visų pirma – didysis „kodėl“.** Tai vienas pagrindinių klausimų. Kai visi ir taip esame labai užimti, kodėl verta dėti daug darbo ir pastangų į bendradarbiavimo tarp mokyklų, verslo ir NVO puoselėjimą Jūsų bendruomenėje? Kadangi atsakymas į šį klausimą ir bendras mokyklos sutarimas ar vizija šia tema yra pagrindinė bendradarbiavimo varomoji jėga – tai turi būti visų mokytojų ir mokyklos vadovų bendras sprendimas.

Kelios idėjos, kurios gali padėti rasti atsakymą į minėtą klausimą:

- Jūsų mokiniams reikia kontakto su organizacijomis ir žmonėmis visuomenėje – jiems tai gali padėti jaustis motyvuotais, įkvėptais, lengviau planuoti karjerą ar turėti bendresnį suvokimą kaip veikia pasaulis;
- Bendradarbiavimas tarp mokyklos darbuotojų ir verslo bei NVO galėtų padėti kurti sąsają tarp akademinų idėjų bei gyvenimiškų patirčių tokiu būdu, kuriuo mokyklai savarankiškai įgyvendinti būtų sudėtinga;
- Efektyviai išnaudojant papildomai atsiradusias galimybes, ar bendruomenėje egzistuojančias žinias, gebėjimus, tinklus ir išteklius, kurti naudą mokiniams ir mokytojams;
- Pasirūpinti, kad mokyklos gyvenimas judėtų vienodu ritmu su visuomene ir suprasti ugdymo institucijoms keliamus lūkesčius bei matomą vaidmenį visuomenėje.

Taip pat, galima naudotis šiais klausimais:

- Kokie šiuo metu yra mokinių poreikiai? (atsakymai į šį klausimą gali būti labai de-

talūs, apibūdinantys tam tikrų grupių ar individualių mokinių poreikius)

- Kokie yra mokytojų poreikiai padedantys kurti geresnę mokymosi aplinką mokiniams? (kaip ir anksčiau, galima aptarti tam tikrų grupių ar individualių mokytojų nuomonę, atsižvelgti į tai, kas padėtų jiems veikti)
- Kokie yra visos mokyklos poreikiai, padėsiantys geriau atlikti savo rolę (ieškant atsakymo verta atsižvelgti į mokyklos vystymosi bei plėtros planus)



**SIEKIANT ĮVARDINTI MOKYKLOS POREIKIUS, PATARIAMA ATSIŽVELGTI Į MOKYKLOS STRATEGIJĄ AR PLĖTROS PLANĄ, SAVIANALIZĖS DOKUMENTUS, KITAS ANALIZES, APŽVELGIANČIAS SITUACIJĄ JŪSŲ MOKYKLOJE AR ATLIKTI PAPILDOMUS TYRIMUS PATIEMS.**

**Taigi, bendradarbiavimas nėra tikslas savaime. Tai yra „įrankis“, kuris gali padėti pasiekti užsibrėžtų tikslų. Kitą vertus, siekis išmokti naudoti šį „įrankį“, kuriam laikui gali virsti tikslu. Dėl to, svarbu pažvelgti ir į partnerių poreikius.** Tai galima pasiekti bandant suprasti jų lūkesčius. Išsiaiškinkite, kas galėtų skatinti kitą organizaciją bendradarbiauti su mokykla. Naudokite šią informaciją ieškant būdų palaikyti jų susidomėjimą ir atsižvelkite į tai kuriant darbo kartu modelius.

Kelios bendros priežastys, kodėl kitos organizacijos gali norėti bendradarbiauti su ugdymo institucijomis:

- Noras prisidėti prie visuomenės vystymosi ir investuoti į geresnę švietimo kokybę (šiuo atveju „geresnė“ reikš skirtingus dalykus skirtingiems asmenims ar organizacijoms, pavyzdžiui, vieniems tai gali būti daugiau finansinio raštingumo ugdymo,

kitiems – didesnis dėmesys kritinio mąstymo, verslumo ar komandinio darbo kompetencijų ugdymui);

- Stiprinti organizacijos profilį / prekinio ženklo žinomumą / patrauklumą, kaip potencialios darbo vietos;
- Motyvuoti darbuotojus naujomis galimybėmis bei iššūkiais, sustiprinti komandinį darbą;
- Gerinti darbuotojų komunikacijos / pristatymo / mentorystės / ir kt. gebėjimus.



---

**KAD BŪTŲ GALIMA GERIAU SUPRASTI PARTNERIO, SU KURIU NORIMA MEGZTI BENDRADARBIAVIMĄ, POREIKIUS, REKOMENDUOJAMA SUSIPAŽINTI SU PARTNERIO VIZIJA, MISIJA, VERTYBĖMIS IR PRIEINAMAIS PLANAVIMO DOKUMENTAIS. JEI YRA GALIMYBĖ, SUSIPAŽINKITE SU PARTNERIO ANKSČIAU VYKDYTAIS PROJEKTAIS.**

---

Apgalvokite, kaip, leisdami padėti Jums, galėtumėte padėti potencialiam partneriui įgyvendinti jų tikslus. Ieškokite panašių arba vienas kitą papildančių temų, abipusiai naudingų sprendimų bei potencialios sinergijos. Svarbu, kad atsakymą į klausimą „kodėl?“ turėtų abi pusės.

## **(PER)GALVOKITE BENDRADARBIAVIMO PROCESĄ**

Čia galite rasti pagrindinius žingsnius, vedančius bendradarbiavimo link. Priklausomai nuo Jūsų norų bei poreikių, į kai kuriuos pavyzdžius galima gilintis labiau ar planuoti tolimesnes veiklas kiekvienam etapui. Naudinga

galvoti ir apie Jūsų pačių ir Jūsų organizacijos stilių, mėgstamą veiklą įgyvendinimo būdą ir kaip norėtumėte pagerinti tai, ką šiuo metu jau darote.

## **1. IDENTIFIKUOKITE PARTNERĮ, SU KURIU POTENCIALIAI NORĖTUMĖTE BENDRADARBIAUTI**

Su kokiais verslais ar NVO norėtumėte bendradarbiauti? Ko ieškote partneryje? Kokie verslai, NVO ar kitos organizacijos mokinius domina labiausiai? Kokiomis veiklomis užsiima mokinių tėvai? Kai kuriais atvejais galima rasti su švietimu susijusių NVO, kurios specifiskai dirba su mokyklomis ar įgyvendina iniciatyvas ar programas, skirtas vaikams ir jaunimui. Tokiais atvejais, jei organizacija jau yra vykdydusi panašių veiklų, ji gali turėti standartizuotus bendradarbiavimo procesus, kuriais galima vadovautis.



---

**IEŠKANT POTENCIALIŲ PARTNERIŲ GALIMA PRADĖTI NUO ORGANIZACIJŲ, KURIOSE DIRBA MOKINIŲ TĖVAI. TAIP PAT, GALBŪT YRA ORGANIZACIJŲ, VEIKIANČIU NETOLI JŪSŲ, AR TŲ, KURIOS BŪTŲ PAŽIŪSTAMOS IR LENGVAI PASIEKIAMOS JŪSŲ KOLEGŲ. RŪPESTINGAI ATLIKITE ŠIĄ PAIEŠKĄ IR NEBIJOKITE PAKLAUSTI PATARIMŲ AR PASIŪLYMŲ. GALBŪT VERTA PRADĖTI NUO ARČIAUSIAI ESAŪČIŲ POTENCIALIŲ PARTNERIŲ - TĖVŲ (IR JŲ DARBOVIEČIŲ) BEI SU ŠVIETIMU DIRBANČIŲ ORGANIZACIJŲ. O TUOMET PALAIPSNUI PLĖSTI ŠĮ RATĄ.**

---

## **2. UŽMEGZKITE KONTAKTĄ**

Parašykite, paskambinkite ar aplankykite potencialų partnerį. Dažniausia naudinga parašius el. laišką po kiek laiko papildomai susisiekti telefonu. Susitikimai yra puiki priemonė

užmegzti artimesnį ryšį ir giliau aptarti tam tikrus klausimus, pavyzdžiui, išsigryninti atsakymus į klausimą „kodėl“ ir sutarti dėl bendradarbiavimo tikslų bei pagrindinių principų.

### 3. KURKITE BENDRADARBIAVIMO TURINĮ

Kad būtų galima kurti turinį bendradarbiavimui, visų pirma nuspręskite ir sutarkite, kas iš kiekvienos pusės bus įtraukti į šį procesą. Pasirūpinkite, kad komanda, kuri turės įgyvendinti šiuos uždavinius, būtų kaip įmanoma anksčiau įtraukta, taip užtikrinant, kad jos nariai jaustų rūpestį ir atsakomybę šio klausimo įgyvendinimui. Rekomenduojama veiklas planuoti kartu, kadangi tai padeda didinti įsitraukimą ir sumažina nesusipratimų ar kitų trukdžių kiekį įgyvendinimo etape.

Po to, dirbkite ties turiniu, išsigryninkite tikslus ir veiksmų planą. Labai svarbu, kad sutartumėte, kaip dirbsite kartu, stebėsite ir vertinsite progresą bei bendrausite vieni su kitais, pavyzdžiui, kaip dažnai susitiksime, ar iškilus klausimams susisieksite el. paštu ar skambučiu ir t.t.



**SVARBU, KAD RUOŠIAMAS PLANAS BŪTŲ REALISTIŠKAS IR ATITIKTŲ JŪSŲ GALIMYBES. APGALVOKITE, KIEK JŪS ARBA JŪSŲ KOLEGOS TURITE LAIKO, ĮVERTINKITE SAVO GEBĖJIMŲ, REIKALINGŲ ĮGYVENDINTI PLANUOJAMAS VEIKLAS, LYGŲ IR ĮSITIKINKITE, KAD TURITE VISUS REIKIAMUS RESURSUS. BENDRAUJANT SU NAUJU PARTNERIU NAUDINGA PRADĖTI NUO PAPRASTESNIŲ, LENGVAI ĮGYVENDINAMŲ ĮSIPAREIGOJIMŲ IR LAIKUI BĖGANT, EITI PRIE SUDĖTINGESNIŲ.**

### 4. PALAIKYKITE DRAUGIŠKĄ SANTYKĮ

Reguliariai ir aktyviai bendraukite su savo partneriais. Užtikrinkite, kad veiklos yra įgyvendinamos laiku ir atitinka numatytus tikslus bei poreikius. Jei jaučiate, kad reikia atlikti korekcijas, peržiūrėkite planą ir susitarimus kartu su

partneriu. Savalaikė komunikacija ir dėkingumo Jūsų partnerio indeliui parodymas padės pasiekti geresnių rezultatų.



**BŪKITE AKTYVŪS IR DĖMESINGI. GANA NATŪRALU, KAD JŪSŲ MOKYKLOS DARBO PRINCIPAI IR KULTŪRA GALI STIPRIAUSI SKIRTIS NUO JŪSŲ PARTNERIO. JEI IŠKYLA NE-NUMATYTŲ KLAUSIMŲ AR NESUSIPRATIMŲ (KURIŲ VISADA ATSIKIRTA), REKOMENDUOJAMA NEDARYTI PRIELAUDŲ, O IŠSIAIŠKINTI VIENAS KITO LŪKESČIUS BEI ĮPRASTAS PRAKTIKAS.**

### 5. APTARKITE IR ĮVERTINKITE JŪSŲ BENDRADARBIAVIMĄ - KAS PUSMETĮ, KAS METUS, BENDRADARBIAVIMO PABAIGOJE IR T.T.

Suplanuokite kada peržiūrėsite ir įvertinsite bendradarbiavimo rezultatus. Priklausomai nuo to, ką darote ir kas atrodo protinga tai gali būti apžvalginiai susitikimai proceso eigoje ar metų / projekto pabaigoje. Atsiminkite, kad viso to svarbi dalis yra pasidžiaugti tuo ką darote ir tuo, ką pasiekėte kartu, tad pasirūpinkite, kad rezultatai būtų aiškiai matomi tiek Jums, tiek Jūsų partneriui.

## IDĖJŲ BANKAS

Čia pateikiamos kelios mintys, kurios gali tapti naudingos kuriant bendradarbiavimo turinį, įvertinant Jūsų poreikius ar potencialias bendradarbiavimo formas. Pateiktos idėjos yra suskirstytos tam tikromis temomis ir pateiktos nuo lengvesnių formatų iki sudėtingesnių. Įgyjant daugiau patirties bei žinių apie Jūsų ir partnerio tikslus bei veiklos principus, galima nuosekliai judėti toliau ir labiau gilintis į bendradarbiavimo procesą. Kai kurie formatai pakartotinai klasifikuojami skirtingomis temomis, tad veiklos metu galite juos drąsiai per-



grupuoti ar perdėlioti Jums patogesniu būdu.

## **MOKYMOŠI PROCESO PRATURTIMAS**

- Kviestinės partnerio organizacijos darbuotojų paskaitos, papildančios mokymosi turinį;
- Partnerių, kaip vertintojų ar ekspertų įtraukimas į su tam tikru mokymosi turiniu susijusius konkursus ar renginius;
- Su mokymosi turiniu susijusių mokinių tyrimų, renginių, konkursų ar priemonių rėmimas;
- Su mokymosi turiniu susijusių išvykų rėmimas ar organizavimas;
- Renginių, skirtų tam tikram mokymosi turiniui, organizavimas;
- Projektų, skirtų spręsti realias problemas, organizavimas;
- Individualus konkrečių mokinių ugdymas;
- Mokinių grupių, susidomėjusių specifiniu mokymosi turiniu, ugdymas;
- Partnerio, kaip mokinių mokslinių darbų vadovų ar konsultantų, įtraukimas.

## **KARJEROS GALIMYBIŲ SKLAIDA**

- Kviestinės partnerio paskaitos ar pokalbiai, kurių turinys – pasakojimai apie sėkmingos karjeros istorijas, tam tikrus darbus ar organizacijas;
- Apsilankymai partnerio organizacijoje;
- Darbo šešėliavimas;
- Projektų, skirtų spręsti realias problemas, organizavimas;
- Išvykų į profesines mokyklas ar universitetus (galbūt orientuotų į tam tikras sritis) organizavimas ar rėmimas;
- Galimybės mokiniams išbandyti konkrečiose profesijose atliekamas užduotis suteikimas;
- Praktika;
- Darbai vasaros laikotarpiu;
- Mokinių mentorystės programos;
- Stipendijų, skatinančių tyrimus tam tikroje srityse, skyrimas.

## **PILIETIŠKUMO SKATINIMAS**

- Kviestinės partnerio paskaitos ar pokalbiai pilietiškumo tema;

- Mokinių darbų, susijusių su pilietiškumu ar bendruomenės problemomis apdovanojimas;
- Dalyvavimas tvarkymosi dienų renginiuose, kitose savanoriškose veiklose, labdaros mugėse, gyvūnų prieglaudų vizituose, mokantis kažko naujo ir naudingo (pavyzdžiui, pirmoji pagalba, rūšiavimas, maisto gaminimas) ir t.t.
- Mokinių, puoselėjančių tam tikras vertybes, skatinimas;
- Bendruomenei aktualioms temoms skirtų renginių ar konkursų organizavimas ar rėmimas;
- Projektų, orientuotų į bendruomenės problemų sprendimų radimą, organizavimas.

## **PAGALBA ŠEIMOMS**

- Išteklių, išvykų, užklasinių ar šventinių veiklų rėmimas.

## **PAGALBA, SKATINIMAS IR APDOVANOJIMAI MOKYTOJAMS BEI ADMINISTRACIJAI**

- Išteklių skyrimas ar renginių, skirtų mokyklos darbuotojų apdovanojimui rėmimas;
- Mokytojų ar administracijos darbuotojų nominavimas vietiniam ar nacionaliniam apdovanojimui;
- Mokytojų ar administracijos darbuotojų kvietimas vizitams, darbo šešėliavimui ar praktikai;
- Kvietimai mokytojams ar administracijos darbuotojams, kartu su organizacijos darbuotojais, dalyvauti seminaruose ar konferencijose, susijusiose su jų darbo sritimis;
- Mokytojų ar administracijos darbuotojų konsultavimas, mentoriavimas, pagalbos teikimas, įvairiose srityse, pavyzdžiui teisiniais, finansiniais, komunikaciniais ar su mokomuoju dalyku susijusiais klausimais;
- Veiklų, skirtų pritraukti lėšas, reikalingas mokytojams ar administracijos darbuotojams norint įgyvendinti tam tikrais veikalais ar projektus inicijavimas arba pagalba organizuojant jas;
- Dotacijų programų, skirtų naujų projektų įgyvendinimo skatinimui, įsteigimas.



## PILDYMO INSTRUKCIJA

Šis šablonas skirtas paskatinti kritišką, nuoširdžią ir konstruktyvią diskusiją apie STEAM įgyvendinimą Jūsų mokykloje.

Čia rasite orientacinius klausimus, naudingus reflektuojant apie įgyvendinimo procesą. **Nėra būtina atsakyti į visus klausimus, tai tik gairės**, skirtos padėti apmąstyti skirtingus aspektus.

Įgyvendimo refleksija sudaryta iš 6 dalių:

1. Problemos identifikavimas ir analizė
2. Veiksmų planas
3. Įgyvendinimas
4. Įvertinkite pažangą
5. Tolesnis tobulinimas
6. Pasidžiaukite

# 1. PROBLEMOS IDENTIFIKAVIMAS IR ANALIZĖ

Kokia buvo problema, kurią sprendėte? Kokiais duomenimis rėmėtės, grįsdami, kad problema egzistuoja? Į kokių pagrindinių problemos priežasčių sprendimą orientavotės? Kam skyrėte prioritetą, siekdami išspręsti viena ar kelias pagrindines pasirinkto požymio priežastis?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# 2. VEIKSMŲ PLANAS

Kokių veiksmų nusprendėte imtis, kodėl? Ar galite apibūdinti savo veiksmų teoriją? Ar Jūsų mokyklos struktūra, turimi išteklių ir organizacijos kultūra padėjo efektyviai įgyvendinti suplanuotą veiksmų planą? Kas padėjo, o kas trukdė? Nurodykite, kokia buvo intervencijos logika ir pagrindiniai žingsniai?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# 3. ĮGYVENDINIMAS

Ar įgyvendinote suplanuotus veiksmus? Ką keitėte veiksmų plane įgyvendinimo eigoje? Ar Jūsų pasirinkti veiksmai buvo naudingi? Įvardinkite, kurių veiksmų įgyvendinimas pasisekė labiausiai? Kuriuos įgyvendinant kilo sunkumų?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 4. ĮVERTINKITE PAŽANGĄ

Apibūdinkite, kaip vyko įgyvendinto plano vertinimas? Kokį tikslą ir kokius tarpinius rezultatus buvote nusimatę? Kokius duomenis, pagal kuriuos galima spręsti apie tikslo įgyvendinimą, rinkote? Kaip juos rinkote? Ar pavyko pasiekti visus tarpinius rezultatus, kuriuos nusimatėte planuodami veiksmus? Ar išsprendėte pirminę problemą?

## 5. TOLESNIS TOBULINIMAS

Kokius kitus veiksmus planuojate atlikti po vertinimo? Kaip būtų galima patobulinti plano įgyvendinimą siekiant išspręsti ir kitas problemas priežastis?

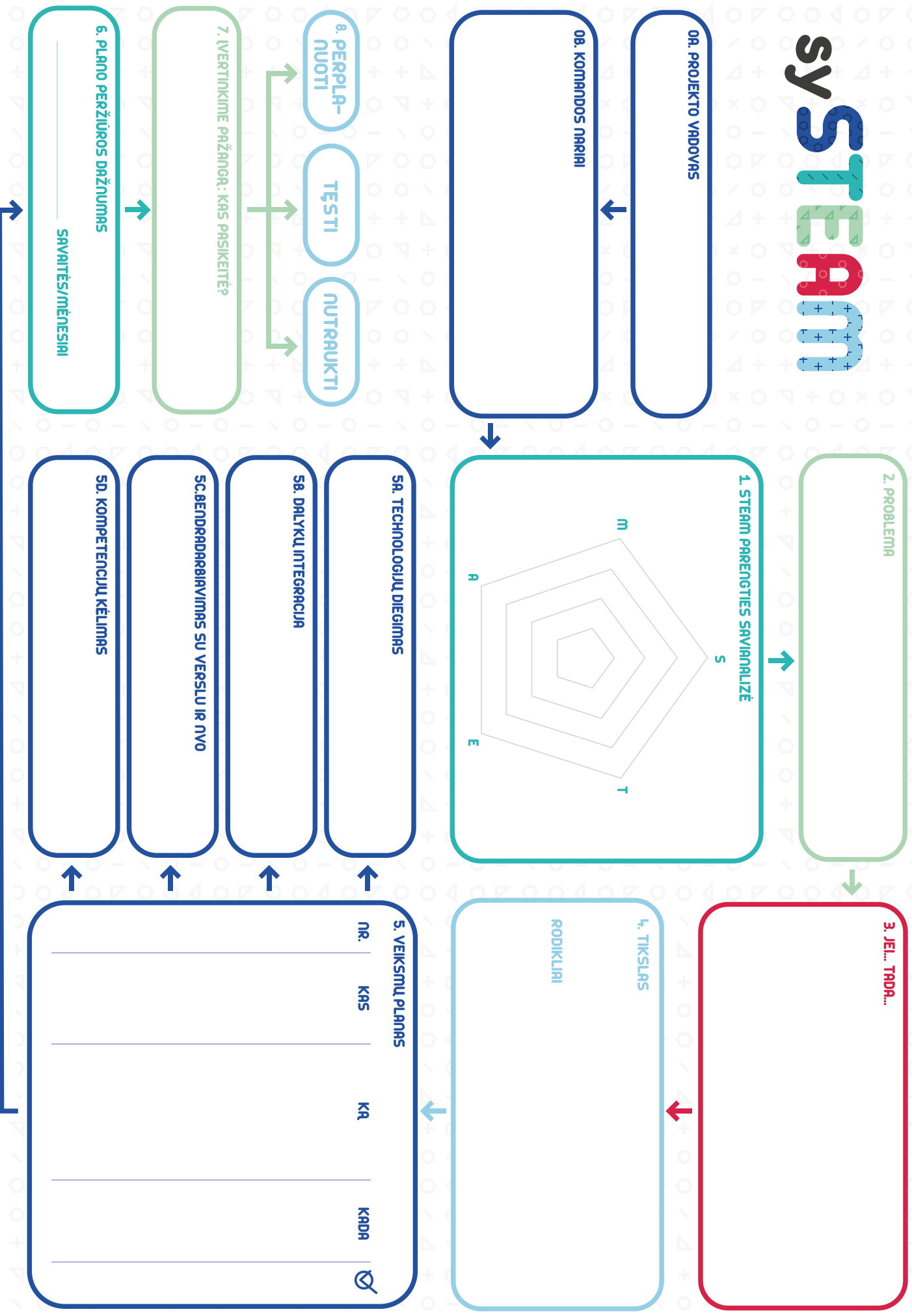
Kuo labiausiai didžiuojatės žvelgdami į įgyvendinimo procesą? Ko išmokote (įvardykite tris pagrindinius dalykus)? Ką kitą kartą darytumėte kitaip?

Kaip jaučiatės? Kas Jus neramina? Ko Jums reikia norint patekti ten, kur norėtumėte būti?

## 6. PASIDŽIAUKITE

Nepamirškite paskutinio savo žingsnio – pasidžiaugti pasiektu rezultatu! Kaip tą planuojate daryti?

# SYSTEM



DALYKAS

KLASĖ

PAMOKOS TIKSLAS

DĖMESIO PRITRAUKIMAS

KERTINIAI TEIGINIAI (SĄVOKOS,  
KONCEPTAI)

SĄSAJA SU MOKOMUOJU DALYKU

PAMOKOS GAIRĖS

RYŠIAI SU KITAIS MOKOMAJSAIS  
DALYKAIS

PRITAIKYMAS PRAKTIKOJE  
(PAVYZDŽIAI)

KAIP SUŽINOSIU, KAD PAVYKO PASIEKTI TIKSLĄ?

BENDRADARBIAVIMO SU NVO/VERSLU  
GALIMYBĖS