

VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
Programų sistemų katedra

Interaktyvumas švietimo, ugdymo srityje

Kursinis darbas

Atliko: Vardas Pavardė
Stud. Nr.: 2012345
Grupė: IFB-1/1
Vadovas: Doc. dr. Jonas Jonaitis

Vilnius, 2026

Turinys

Santrauka	5
Summary	6
ĮVADAS	7
Interaktyvumo samprata ir teorinė prieiga	8
Interaktyvumo sąvoka švietimo kontekste	8
Teorinė bazė	9
Istorinė raida: nuo lento iki ekrano	10
Ikiskaitmeninis laikotarpis	10
Kompiuterizacijos era (1990–2010)	11
Skaitmeninė transformacija (2010–dabar)	11
Šiuolaikinės interaktyvių technologijos ugdyme	12
Žaidybinimas	13
Virtualios ir papildytos realybės technologijos (VR/AR)	13
Dirbtinis intelektas švietime	14
Kitos interaktyvių technologijos	15
Pedagoginės teorijos ir metodikos	16
Aktyvaus mokymosi metodai	16
TPACK modelis	17
Formuojamasis vertinimas ir grįžtamasis ryšys	18
Praktiniai pavyzdžiai ir atvejų analizės	19
Tarptautiniai atvejai	19
Lietuvos atvejai	20
Palyginamoji analizė	21
Iššūkiai ir skaitmeninė atskirtis	22
Skaitmeninė atskirtis	22
Kiti iššūkiai	22
Pilnai skaitmenizuoto ugdymo vizija	24
Ateities tendencijos	24
Vizija Lietuvai	25
Išvados	25
Literatūros sąrašas	26
Literatūros sąrašas	26
Knygos ir monografijos	26
Moksliniai straipsniai	27
Instituciniai dokumentai ir ataskaitos	27
Internetiniai šaltiniai ir duomenų bazės	28

Paveikslėlių sąrašas

Lentelių sąrašas

Table 1 Interaktyvumo raida švietime: technologijos ir sąveikos lygiai	12
Table 2 Šiuolaikinių interaktyvių technologijų klasifikacija pagal interaktyvumo tipą ir pedagoginį tikslą	16
Table 3 Palyginamoji švietimo skaitmenizacijos analizė	21

Santrauka

Šiame darbe nagrinėjama interaktyvumo raida švietimo srityje – nuo ribotos prieigos prie skaitmeninių išteklių iki pilnai skaitmenizuoto ugdymo vizijos, vertinant Lietuvos situaciją tarptautiniame kontekste. Tema itin aktuali po COVID-19 pandemijos, kuri atskleidė spragas ir paskatino precedento neturinčią švietimo technologijų plėtrą visoje Europoje.

Darbo tikslas – išanalizuoti interaktyvumo raidą švietime, įvertinant technologijų, pedagoginių metodikų ir švietimo politikos sąveiką. Tyrimo objektas – interaktyvumas kaip ugdymo proceso sudedamoji dalis, apimanti technologinius įrankius, pedagogines metodikas ir besimokančiojo sąveiką su skaitmenine aplinka. Darbe keliami šeši uždaviniai: atskleisti interaktyvumo sampratos daugiasluoksnį, apžvelgti istorinę raidą, išnagrinėti šiuolaikines technologijas (gamifikaciją, VR/AR, dirbtinį intelektą), įvertinti pedagogines teorijas, atliliki lyginamąją analizę ir aptarti ateities viziją. Taikomi mokslinės literatūros sisteminės analizės, lyginamosios analizės ir atvejo studijų metodai.

Tyrimas atskleidė, kad interaktyvumo raida švietime yra ne tiesinis, o laipsniškas, krizių paskatintas procesas. Lyginamoji Estijos, Suomijos, Singapūro ir Lietuvos analizė parodė, kad sėkmingus modelius vienija strateginis nuoseklumas, o ne konkrečios technologijos. Lietuva turi pranašumą – gerą infrastruktūrą ir aukštą mokytojų DI adopciją (39 proc.), tačiau trūksta ilgalaikės strategijos ir kokybiško adaptyvaus turinio lietuvių kalba.

Pagrindinė išvada: pilnas ugdymo skaitmenizavimas néra tikslas savaime – technologijų vertė priklauso nuo pedagoginio tikslėliaus, mokytojo kompetencijos ir sisteminės strategijos.

Žmogiškasis ryšys turi išlikti ugdymo centre.

Raktažodžiai: interaktyvumas švietime, skaitmeninė transformacija, švietimo technologijos, gamifikacija, dirbtinis intelektas ugdyme.

Summary

This paper examines the evolution of interactivity in education – from limited access to digital resources to the vision of fully digitized learning – assessing Lithuania's position in the international context. The topic is particularly relevant following the COVID-19 pandemic, which exposed digital gaps and accelerated an unprecedented expansion of educational technologies across Europe.

The aim of the paper is to analyze the development of interactivity in education, evaluating the interplay of technologies, pedagogical methodologies, and education policy. The object of the research is interactivity as an integral component of the educational process, encompassing technological tools, pedagogical methods, and the learner's interaction with the digital learning environment. Six objectives are pursued: to reveal the multidimensional nature of interactivity, to review its historical development, to examine contemporary technologies (gamification, VR/AR, artificial intelligence), to evaluate pedagogical theories, to conduct a comparative analysis, and to discuss future vision. The methods applied include systematic literature analysis, comparative analysis, and case studies.

The research revealed that the development of interactivity in education is not a linear but a gradual, crisis-driven process. A comparative analysis of Estonia, Finland, Singapore, and Lithuania demonstrated that successful models are united by strategic consistency rather than specific technologies. Lithuania possesses certain advantages – strong infrastructure and high teacher AI adoption (39%), yet lacks a long-term strategy and quality adaptive content in Lithuanian.

The principal conclusion is that full digitization of education is not an end in itself – the value of technology depends on pedagogical purpose, teacher competence, and systemic strategy. The human connection must remain at the center of education.

Keywords: interactivity in education, digital transformation, educational technology, gamification, artificial intelligence in education.

ĮVADAS

Temos aktualumas. Skaitmeninė transformacija fundamentaliai keičia šiuolaikinės visuomenės funkcionavimo principus, o švietimo sritis šiame procese užima ypatingą vietą. Interaktyvumas – daugiausė sąveika tarp besimokančiojo, turinio ir technologijų – tapo vienu esminių šiuolaikinio ugdymo kokybės rodiklių, tačiau kelias nuo pirmųjų kompiuterių mokyklose iki visiškai skaitmenizuoto ugdymo vizijos buvo ir tebéra kupinas iššūkių, nelygybės bei fundamentalių pedagoginių klausimų. Interaktyvumo švietime aktualumą itin pabrėžė COVID-19 pandemija, kuri 2020 metais privertė švietimo sistemas visame pasaulyje skubiai pereiti prie nuotolinio mokymo. Europos Komisijos atliktos apklausos atskleidė, kad iki pandemijos tik apie 40 proc. Europos Sajungos mokytojų jautėsi pasirengę naudoti skaitmenines technologijas ugdymo procese (OECD, 2019). Ši krizė ne tik išryškino egzistuojančias skaitmenines spragas, bet ir paskatino precedento neturinčią švietimo technologijų plėtrą. Reaguodama į šiuos pokyčius, Europos Komisija 2020 m. priėmė Skaitmeninio švietimo veiksmų planą 2021–2027 m. (*Digital Education Action Plan*), kuriame suformuluota strateginė vizija dėl kokybiško, įtraukaus ir prieinamo skaitmeninio švietimo Europoje (European Commission, 2020).

Mokslinė literatūra patvirtina, kad interaktyvių technologijų integracija švietime duoda reikšmingų rezultatų, tačiau tik esant pedagoginiams tikslams. Freeman ir kiti (2014) atlikta didžiausia STEM disciplinų meta-analizė, apėmusi 225 tyrimus, parodė, kad aktyvaus mokymosi aplinkose, grindžiamose besimokančiojo ir turinio sąveika, egzaminų rezultatai vidutiniškai pagerėjo 0,47 standartinio nuokrypio dydžiu, o nesékmės rodiklis tradicinių paskaitų grupėse buvo 55 proc. didesnis. Hamari, Koivisto ir Sarsa (2014), išanalizavę 24 empirinius tyrimus, nustatė, kad gamifikacija – viena populiariausių interaktyvumo strategijų – teikia teigiamų rezultatų, tačiau jos efektyvumas labai priklauso nuo konteksto ir vartotojų. Moore'as (1989) suformulavo tris esminius sąveikos tipus nuotoliniame ugdyme – besimokančiojo ir turinio, besimokančiojo ir dėstytojo, besimokančiojo ir besimokančiojo sąveiką, – kurie iki šiol sudaro interaktyvumo analizės pagrindą. Mishra ir Koehleris (2006), pasiūlę TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) modelį, parodė, kad efektyvi technologijų integracija reikalauja technologinių, pedagoginių ir dalykinio turinio žinių sankirtos, o ne technologijos naudojimo dėl paties naujumo. Šie tyrimai rodo, kad interaktyvumo tema reikalauja ne tik technologinės, bet ir pedagoginės, socialinės bei strateginės analizės.

Lietuva šiame kontekste atsiduria savitoje pozicijoje. 2022 m. OECD PISA tyrimo duomenys rodo, kad Lietuvos penkiolikmečių matematinis raštingumas (475 taškai) nežymiai viršija OECD vidurkį (472 taškai), o šalis buvo pripažinta viena iš keturių atspariausių švietimo sistemų pasaulyje – sugebėjusia išlaikyti arba pagerinti mokymosi rezultatus net pandemijos sąlygomis (OECD, 2023). Pagal 2024 m. TALIS tyrimo duomenis, dirbtinio intelekto priemones naudojo 39 proc. Lietuvos mokytojų – rodiklis, viršijantis Estijos, Suomijos ir OECD vidurkį (ŠMSM, 2025). Vis dėlto skaitmeninė atskirtis tarp miesto ir kaimo mokyklų, fragmentiška strategija ir kokybiško interaktyvaus turinio lietuvių kalba trūkumas išlieka reikšmingomis problemomis, reikalaujančiomis nuodugnios analizės.

Darbo problema. Nors interaktyvių technologijų prieinamumas švietime per pastaruosius dešimtmečius išaugo eksponentiškai, jų pedagogiškai tikslumas ir sistemingas integravimas į ugdymo procesą tebéra neišspręsta problema. Technologijų buvimas klasėje savaime negarantuojama mokymosi kokybės – daugelyje atvejų skaitmeniniai įrankiai naudojami kaip tradicinių priemonių pakaitalai, neišnaudojant interaktyvumo potencialo. Lietuvoje ši problema ypač aktuali: šalis pasižymi gera interneto infrastruktūra ir aukštų mokytojų DI adopcijos lygiu, tačiau stokoja ilgalaikės, nuo ES projektų ciklų nepriklausomos skaitmeninio švietimo strategijos, sisteminančios atskiras iniciatyvas į vientisą ekosistemą. Kyla klausimas: kaip interaktyvumas švietime

evoliucionavo nuo ribotos skaitmeninės prieigos iki dabartinės situacijos ir kokia kryptimi turėtų judėti Lietuvos švietimo sistema, siekdamai pedagogiškai prasmingos ir visiems prieinamos skaitmeninės transformacijos?

Darbo objektas – interaktyvumas kaip ugdymo proceso sudedamoji dalis, apimanti technologinius įrankius, pedagogines metodikas ir besimokančiojo sąveiką su skaitmenine mokymosi aplinka.

Darbo tikslas – išanalizuoti interaktyvumo raidą švietimo srityje nuo ribotos skaitmeninės prieigos iki visiško skaitmenizavimo vizijos, įvertinant Lietuvos situaciją tarptautiniame kontekste.

Darbo uždaviniai. Tikslui pasiekti keliami šie uždaviniai:

1. Atskleisti interaktyvumo sampratos daugiasluoksnįšumą ir teorinius pagrindus, apibrėžiant sąveikos tipus ir lygius švietime.
2. Apžvelgti istorinę interaktyvumo raidą švietime – nuo ikiskaitmeninių priemonių iki šiuolaikinės skaitmeninės transformacijos, identifikuojant esminius lūžio taškus.
3. Išnagrinėti šiuolaikines interaktyvias technologijas ugdyme – gamifikaciją, virtualią ir papildytą realybę, dirbtinį intelektą – ir įvertinti jų pedagoginį efektyvumą remiantis empiriniais tyrimais.
4. Atliliki lyginamąjį analizę, gretinan Lietuvos skaitmeninio švietimo patirtį su Estijos, Suomijos ir Singapūro modeliais, identifikuojant sėkmės veiksnius ir perkeliamumo galimybes.
5. Suformuluoti pedagogiškai pagrįstą pilnai skaitmenizuoto ugdymo viziją, aptariant pagrindinius iššūkius ir rekomendacijas Lietuvos kontekstui.

Darbo metodai. Darbe taikomi šie metodai: mokslinės literatūros sisteminė analizė, apimanti edukaciinių technologijų, mokymosi teorijų ir empirinių tyrimų šaltinių apžvalgą; lyginamoji analizė, skirta Lietuvos ir užsienio šalių (Estijos, Suomijos, Singapūro) švietimo skaitmenizacijos patirčių gretinimui pagal strategijos, mokytojų rengimo, platformų, DI integracijos ir mokymosi pasiekimų kriterijus; atvejo studijos, iliustruojančios konkrečių technologijų ir metodikų taikymą praktikoje.

Darbo struktūra. Referatas struktūriškai suskirstytas į septynias dalis. Pirmajame skyriuje analizuojama interaktyvumo samprata ir teoriniai pagrindai – Moore'o sąveikos tipai, konstruktyvizmo, konektyvizmo ir patirtinio mokymosi teorijos. Antrajame skyriuje apžvelgiama istorinė raida nuo kreidos lento ir radijo iki debesų kompiuterijos ir pandemijos poveikio, ypatingą dėmesį skiriant Lietuvos kontekstui. Trečiajame, plačiausiai, skyriuje nagrinėjamos šiuolaikinės interaktyvios technologijos: gamifikacija, VR/AR, dirbtinis intelektas ir kiti įrankiai, pateikiant empirinių tyrimų rezultatus ir praktinio taikymo pavyzdžius. Ketvirtajame skyriuje aptariamos pedagoginės teorijos ir metodikos – aktyvaus mokymosi tyrimai, TPACK modelis ir formuojamasis vertinimas, – pagrindžiančios technologijų integraciją. Penktajame skyriuje pateikiami Estijos, Suomijos, Singapūro ir Lietuvos praktiniai pavyzdžiai bei palyginamoji analizė. Šeštajame skyriuje aptariami iššūkiai: trijų lygių skaitmeninė atskirtis, mokytojų pasirengimas, turinio kokybė, ekranų laikas ir duomenų privatumas. Septintajame skyriuje formuluojama pilnai skaitmenizuoto ugdymo vizija ir konkrečios rekomendacijos Lietuvai.

Interaktyvumo samprata ir teorinė prieiga

Siekiant analizuoti interaktyvumo raidą švietime, pirmiausia būtina apibrėžti pačią sąvoką ir jos teorinius pagrindus. Šis skyrius atskleidžia interaktyvumo daugiasluoksnįšumą – nuo etimologinės kilmės iki šiuolaikinių edukaciinių-technologinių koncepcijų – bei susieja jį su pagrindinėmis mokymosi teorijomis.

Interaktyvumo sąvoka švietimo kontekste

Sąvoka *interaktyvumas* kildinama iš lotyniškų žodžių *inter* (tarp) ir *actio* (veiksmas), tiesiogine prasme reiškiančių tarpusavio veikimą arba sąveiką. Nors terminas ilgą laiką buvo vartojamas

socialinių mokslų kontekste kaip sinonimas bendravimui, pastaraisiais dešimtmečiais jis įgavo specifinę reikšmę edukacinių technologijų srityje, kur žymi aktyvią, daugiakryptę sąveiką tarp ugdymo proceso dalyvių ir skaitmeninės aplinkos.

Viena įtakingiausių interaktyvumo klasifikacijų švietime priklauso Michaelui G. Moore'ui, kuris 1989 metais suformulavo tris esminius sąveikos tipus nuotoliniame ugdyme. Pirmasis tipas – *besimokančiojo ir turinio sąveika (learner-content interaction)* – apibūdina intelektinį procesą, kurio metu besimokantysis sąveikauja su studijuojama medžiaga, o tai lemia jo supratimo, perspektyvos ir kognityvinių struktūrų pokyčius. Moore'o teigimu, tai yra esminė švietimo charakteristika, be kurios ugdymo procesas neįmanomas (Moore, 1989). Antrasis tipas – *besimokančiojo ir dėstytojo sąveika (learner-instructor interaction)* – aprépia mokytojo vaidmenį motyvuojant, pateikiant turinį, organizuojant taikymą bei teikiant grįztamajį ryšį. Trečasis tipas – *besimokančiojo ir besimokančiojo sąveika (learner-learner interaction)* – apima bendramokslių tarpusavio komunikaciją grupiniuose ar individualiuose kontekstuose. Moore'as akcentavo, kad būtent ši trečioji sąveikos forma taps didžiausiu iššūkiu ir galimybe artėjant XXI amžiui (Moore, 1989).

Vėliau Hillmanas, Willisas ir Gunawardena (1994) praplėtė Moore'o modelį, pridėdami ketvirtąjį sąveikos tipą – *besimokančiojo ir sąsajos sąveiką (learner-interface interaction)*, kuri apibūdina besimokančiojo gebėjimą naudotis technologine priemone kaip mokymosi įrankiu. Šis papildymas ypač aktualus šiandieniniame kontekste, kai technologinė aplinka tampa neatsiejama ugdymo proceso dalimi.

Interaktyvumą taip pat galima klasifikuoti pagal besimokančiojo įsitraukimo lygi. Žemiausiamame lygyje – *pasyvaus vartojimo* – mokinys tik stebi ar klausosi pateiktamos informacijos, pavyzdžiui, žiūri vaizdo įrašą be galimybės jį valdyti. *Reakcinio atsako* lygmenyje besimokantysis reaguoja į pateiktus stimulus, pavyzdžiui, atsako į testo klausimus su iš anksto parengtais atsakymų variantais. *Aktyvaus dalyvavimo* lygmenyje mokinys tikslingai manipuliuoja mokymosi aplinka – keičia simuliacijos parametrus, kuria turinį ar sprendžia atviras užduotis. Aukščiausiamame – *kūrybinės sąveikos* – lygmenyje besimokantysis pats kuria naujas žinias, bendradarbiauja su kitais ir formuoja mokymosi aplinką, pavyzdžiui, programuoja interaktyvų projektą ar kuria bendradarbiavimo pagrindu grįstą tyrimą.

Svarbu skirti interaktyvumą nuo daugiaterpės mokymosi aplinkos (*multimedia*). Multimedija apibūdina įvairių informacijos pateikimo formatų – teksto, garso, vaizdo, grafikos – derinimą, tačiau pats savaime daugiaterpės turinio buvimas negarantuojas interaktyvumo. Vaizdo paskaita, net ir kokybiškai pagaminta, lieka pasyviu formatu, jei nesukuria dvikryptės sąveikos galimybės. Interaktyvumas reikalauja besimokančiojo veiksmų, kurie keičia turinio patekimą arba mokymosi proceso eigą, – tai esminis skirtumas, lemiantis pedagoginę šių sąvokų vertę.

Teorinė bazė

Interaktyvumo švietime svarbą pagrindžia kelios fundamentalios mokymosi teorijos, kurios, nors ir suformuluotos skirtingais laikotarpiais, tiesiogiai siejasi su aktyvios sąveikos principu.

Konstruktivizmas, kurio pamatus padėjo Jeano Piaget ir Levo Vygotsky'o darbai, mokymąsi traktuoją kaip aktyvų žinių konstravimo procesą, o ne pasyvų informacijos priėmimą. Piaget (1954) pabrėžė, kad vaikai konstruoja supratimą per sąveiką su aplinka, asimiliuodami naują informaciją į esamas kognityvines schemas arba jas modifikuodami (akomodacija). Vygotsky'o (1978) socialinio konstruktivizmo teorija papildė šį požiūrį *artimiausios raidos zonas (Zone of Proximal Development, ZPD)* koncepcija, teigiančia, kad mokymasis efektyviausiai vyksta socialinėje sąveikoje su labiau patyrusiu partneriu – mokytoju ar pažengusiu bendramoksliu. Interaktyvios technologijos, tokios kaip bendradarbiavimo platformos ar adaptyvios mokymosi sistemos, gali atliglioti tokio partnerio

vaidmenį, teikdamos individualizuotą pagalbą ir palaikydamos besimokantį jo artimiausios raidos zonoje.

Konektyvizmas, kurį George'as Siemensas suformulavo 2005 metais, pretenduoja būti pirmaja mokymosi teorija, specialiai sukurta skaitmeniniam amžiui. Siemensas argumentavo, kad tradicinės mokymosi teorijos – biheviorizmas, kognityvizmas ir konstruktivizmas – buvo sukurtos epochoje, kai technologijos dar nebuvo fundamentaliai pakeitusios mokymosi proceso (Siemens, 2005).

Konektyvizmo požiūriu, mokymasis yra specializuotų mazgų (*nodes*) arba informacijos šaltinių jungimo procesas, o žinios gali būti laikomos ne tik žmogaus atmintyje, bet ir organizacijoje, duomenų bazėse ar technologiniuose tinkluose. Tarp esminių konektyvizmo principų – gebėjimas matyti ryšius tarp skirtingu sričių, nuolatinis ryšių palaikymas kaip mokymosi sąlyga ir supratimas, kad šiandienos žinios rytoj gali tapti nebeaktualios. Nors konektyvizmo statusas kaip savarankiškos mokymosi teorijos tebéra diskutuojamasis akademinėje bendruomenėje, jo principai yra itin aktualūs analizuojant interaktyvumą šiuolaikinėje skaitmeninėje mokymosi aplinkoje.

Patirtinio mokymosi teorija, kurią Davidas A. Kolbas pristatė 1984 metais, aprašo mokymąsi kaip ciklinį procesą, susidedantį iš keturių stadijų: konkrečios patirties, reflektivaus stebėjimo, abstrakčios konceptualizacijos ir aktyvaus eksperimentavimo (Kolb, 1984). Interaktyvios technologijos gali palaikyti kiekvieną šio ciklo stadiją: simuliacijos ir virtualios laboratorijos suteikia konkrečią patirtį; analitiniai įrankiai ir mokymosi analitika padeda reflektiviam stebėjimui; adaptyvios platformos palengvina abstrakčią konceptualizaciją; o kūrybinės aplinkos bei programavimo įrankiai skatina aktyvų eksperimentavimą.

Galiausiai, Edgaro Dale'o **patirties kūgis** (*Cone of Experience*), pirmą kartą pristatytas 1946 metais ir atnaujintas 1969 m. knygoje *Audiovisual Methods in Teaching*, vizualizuojant mokymosi patirčių spektrą nuo labiausiai abstrakčių (verbaliniai simboliai, t. y. skaitymas) iki konkrečiausių (tiesioginė tikslinė patirtis, t. y. praktinė veikla). Nors Dale'o modelis dažnai klaidingai interpretuojamas kaip mokymosi efektyvumo hierarchija su konkrečiais įsiminimo procentais, pats autorius pabrėžė, kad kūgis yra vizualinė analogija, skirta parodyti patirčių abstraktumo progresą, o ne nustatyti, jog viena mokymosi forma yra objektyviai pranašesnė už kitą (Dale, 1969). Vis dėlto Dale'o modelis išlieka naudingas konceptualus įrankis, parodantis, kad mokymosi aplinkos, jungiančios kelis jutiminius kanalus ir skatinančios aktyvų besimokančiojo dalyvavimą – tai yra interaktyvios aplinkos – kuria turtingesnę (*rich*) mokymosi patirtį.

Apibendrinant, teorinė bazė rodo, kad interaktyvumas nėra vien technologinė savybė, bet fundamentalus pedagoginis principas, siejamas su aktyviu žinių konstravimu, tinkliniu mokymusi, patirtiniu ciklu ir daugiajutimi suvokimu. Šios teorijos sudaro pagrindą tolimesnei analizei, kaip konkrečios technologijos ir pedagoginės metodikos realizuoja interaktyvumo potencialą ugdymo praktikoje.

Istorinė raida: nuo lentos iki ekrano

Interaktyvumo švietime raida neatsiejama nuo technologinių pokyčių, kurie keitė mokymo ir mokymosi procesus per pastaruosius kelis dešimtmečius. Šis skyrius apžvelgia tris esminius laikotarpius: ikiskaitmeninį, kompiuterizacijos erą ir šiuolaikinę skaitmeninę transformaciją, ypatingą dėmesį skiriant Lietuvos kontekstui.

Ikiskaitmeninis laikotarpis

Pirmaja interaktyvumo forma švietime galima laikyti Sokratinį dialogą – struktūruotą klausimų ir atsakymų metodą, kuriuo senovės graikų filosofas skatino mokinius pačius atrasti tiesas per kritinį mąstymą. Tačiau daugelį amžių dominavo priešinga paradigma: mokytojas kaip vienintelis žinių šaltinis, o mokinys – pasyvus klausytojas. Klasikinė kreidos lenta, plačiai paplitusi nuo XIX amžiaus

vidurio, leido vizualizuoti informaciją ir tam tikru mastu palaikė sąveiką, tačiau komunikacijos srautas liko iš esmės vienpusis.

XX amžiaus pirmojoje pusėje atsirado pirmosios vizualinės priemonės, praturtinusios ugdymo procesą: flanelgrafai (didelės lento su veltinio paviršiumi, ant kurio buvo klijuojami elementai), grafoskopai (skaidruolių projektoriai) ir vėliau – diafilmų projektoriai. Šios priemonės leido mokytojams pateikti turinį vaizdžiai, tačiau besimokančiojo vaidmuo liko pasyvus – jis galėjo tik stebėti ir klausyti.

Radijas ir televizija XX amžiaus viduryje atvėrė naujas galimybes švietime, tačiau veikė pagal transliavimo modelį (*broadcast model*) – informacija buvo siunčiama viena kryptimi iš centrinio šaltinio auditorijai be grįztamojo ryšio galimybės. Lietuvoje ši laikotarpį reprezentuoja mokomosios laidos per LRT (Lietuvos radiją ir televiziją), kurios, nors ir buvo vertingas papildomas šaltinis mokytojams, neleido mokiniams aktyviai dalyvauti mokymosi procese. Tokį interaktyvumą galima apibūdinti kaip *pasyvu* arba, geriausiu atveju, *reakcinį* – mokinys galėjo tik suvokti pateikiamą medžiagą, bet ne ją formuoti.

Kompiuterizacijos era (1990–2010)

Dešimtasis praėjusio amžiaus dešimtmetis Lietuvai buvo esminis lūžio taškas – nepriklausomybės atkūrimas sutapo su kompiuterių eros pradžia švietime. Pirmieji kompiuteriai Lietuvos mokyklose atsirado dar devintojo dešimtmecio pabaigoje, tačiau sistemingą jų diegimą paskatino tarptautinė parama, visų pirma ES PHARE programa, finansavusi informacinių technologijų kabinetų kūrimą bendraoję ugdymo mokyklose. Tuo laikotarpiu mokyklose dažniausiai buvo įrengiamas vienas kompiuterių klasė su 10–15 darbo vietų, kuriomis naudojosi visa mokyklos bendruomenė pagal grafiką.

CD-ROM technologija atvėrė galimybes kurti ir naudoti mokomąsias programas su multimediniu turiniu. Lietuvoje buvo sukurta ir adaptuota įvairių interaktyvių mokomųjų programų – enciklopedijų, kalbų mokymo kursų, interaktyvių testų. Šios programos leido mokiniams pirmą kartą patirti dvipusę sąveiką su skaitmeniniu turiniu: atsakyti į klausimus, gauti grįztamajį ryšį, rinktis mokymosi tempą. Tačiau šis interaktyvumas dar buvo ribotas – dažniausiai apsiribojo iš anksto suprogramuotais scenarijais be galimybės juos individualizuoti.

Laikotarpiu tarp 2005 ir 2010 metų Lietuvos mokyklose pradėtos diegti interaktyvios lento (*interactive whiteboards*), kurios tapo pirmuoju rimtu žingsniu link dvipusės sąveikos klasės aplinkoje. Mokytojas galėjo ne tik projektuoti skaitmeninį turinį, bet ir tiesiogiai su juo sąveikauti – piešti, perkelti objektus, atverti papildomą medžiagą liečiant lentą. Mokiniai taip pat galėjo būti įtraukiami į šią sąveiką, nors praktikoje dėl laiko ribotumo ir klasės dydžio tai ne visada buvo įgyvendinama.

Paraleliai plėtojosi interneto infrastruktūra ir pirmosios e. mokymosi platformos. Moodle – atvirojo kodo mokymosi valdymo sistema – nuo 2005–2006 metų pradėta diegti Lietuvos universitetuose, visų pirma Vilniaus universitete ir Kauno technologijos universitete. Moodle suteikė galimybę kurti struktūruotus kursus, talpinti medžiagą, organizuoti diskusijų forumus ir teikti užduotis nuotolinii būdu. Tačiau daugelis dėstytojų Moodle naudojo tik kaip failų saugykłą, neišnaudodami platformos interaktyvumo potencialo – ši tendencija atskleidė svarbų dėsningumą: technologijos prieinamumas savaimė negarantuoja pedagoginio interaktyvumo.

Skaitmeninė transformacija (2010–dabar)

Nuo 2010 metų prasidėjo kokybiškai naujas etapas, kurį lėmė planšetinių kompiuterių ir išmaniujuju telefonų masinės paplitimas. BYOD (*Bring Your Own Device*) konцепcija – kai mokiniai mokymosi tikslais naudoja savo asmeninius įrenginius – natūraliai įsitvirtino daugelyje mokyklų, nors

Lietuvoje šis procesas vyko nevienodai: didžiųjų miestų mokyklose jis buvo spartesnis, kaimo mokyklose – lėtesnis dėl infrastruktūros ir socialinės atskirties problemų.

Debesų kompiuterija (*cloud computing*) ir bendradarbiavimo įrankiai fundamentaliai pakeitė mokymosi proceso organizavimą. Google Workspace for Education ir Microsoft 365 Education platformos suteikė galimybę mokiniams ir mokytojams dirbti su bendrinamais dokumentais realiu laiku, organizuoti vaizdo konferencijas, kurti bendrus projektus. Ši transformacija reiškė perejimą nuo individualaus mokymosi prie kompiuterio prie kolaboratyvinio mokymosi debesijoje – interaktyvumo dimensija prasiplėtė nuo žmogaus ir turinio sąveikos iki žmogaus ir žmogaus sąveikos skaitmeninėje erdvėje.

COVID-19 pandemija 2020 metais tapo išbandymu visoms švietimo sistemoms. Lietuvoje, kaip ir visoje Europoje, mokyklos buvo priverstos skubiai pereiti prie nuotolinio mokymosi. Nors Lietuva PISA 2022 tyime buvo pripažinta viena atspariausią švietimo sistemų, pandemija atskleidė reikšmingų spragų: ne visos šeimos turėjo tinkamą interneto prieigą ir įrangą, mokytojų skaitmeninės kompetencijos lygis buvo nevienodas, o nuotolinio mokymosi metodikos – nepakankamai išplėtotos. 2020 m. Vilniaus universiteto tyrimas parodė, kad pandemijos metu itin nukentėjo socialiai pažeidžiamų grupių vaikai, specialiųjų ugdymosi poreikių turintys mokiniai ir pabėgelių šeimų vaikai, kuriems skaitmeninė atskirtis pasireiškė visais trimis lygmenimis – techninio aprūpinimo, skaitmeninio raštingumo ir gebėjimo gauti naudą iš technologijų.

Po pandeminis laikotarpis pasižymėjo hibridinio mokymosi modelių plėtra. Nacionalinė švietimo agentūra įsigijo per 1800 hibridinės įrangos komplektų mokykloms, leidžiančių organizuoti mišrų mokymą, kai dalis mokinii dalyvauja klasėje, o dalis jungiasi nuotoliniu būdu. Šis laikotarpis taip pat paskatino platesnę diskusiją apie skaitmeninio turinio kokybę, mokytojų kvalifikacijos kėlimą ir subalansuotą technologijų integraciją – ne technologijų diegimą dėl pačių technologijų, bet pedagogiškai pagrįstą jų taikymą.

Žemiau pateikiama chronologinė lentelė, apibendrinanti interaktyvumo raidą švietime:

Laikotarpis	Technologija	Interaktyvumo lygis
Iki 1990	Lenta, grafoskopas, TV	Pasyvus / reakcinis
1990–2000	PC, CD-ROM programos	Reakcinis / dalinis aktyvus
2000–2010	Interaktyvios lentos, Moodle	Aktyvus dalyvavimas
2010–2020	Planšetės, debesija, MOOC	Kūrybinė sąveika
2020–dabar	AI, VR/AR, adaptyvios platformos	Personalizuota sąveika

Table 1: Interaktyvumo raida švietime: technologijos ir sąveikos lygiai

Istorinė apžvalga atskleidžia, kad interaktyvumo raida švietime nebuvo tiesinis procesas, o veikiau laipsniškas – kartais krizių paskatintas – perėjimas nuo vienpusio informacijos perdavimo prie daugiakryptės sąveikos, kurioje besimokantysis tampa aktyviu proceso dalyviu. Tolimesniame skyriuje nagrinėjamos konkrečios šiuolaikinės technologijos, kurios šią sąveiką daro įmanomą.

Šiuolaikinės interaktyvios technologijos ugdyme

Šiuolaikinis ugdymo procesas pasitelkia vis platesnį interaktyvių technologijų spektrą, kuris fundamentaliai keičia mokymosi patirtį. Šis skyrius, plačiausias referato dalyje, nagrinėja keturias pagrindines technologijų kryptis: gamifikaciją, virtualią ir papildytą realybę, dirbtinį intelektą bei

kitas interaktyvias priemones, kurios kartu formuoja šiuolaikinės skaitmeninės mokymosi aplinkos pagrindą.

Žaidybinimas

Žaidybinimas – žaidimo elementų taikymas nežaidiminiam kontekste – per pastarajį dešimtmetį tapo viena populiariausią interaktyvumo strategijų švietime. Sąvoka, kurią Sebastianas Deterdingas su kolegomis 2011 metais apibrėžė kaip žaidimo dizaino elementų naudojimą ne žaidimų kontekstuose (Deterding ir kt., 2011), apima platų priemonių arsenalą: taškų sistemas, ženklelius (*badges*), lyderlenčių lenteles, progreso juostas, lygių sistemą ir iššūkius. Šie elementai veikia pasitelkdami tiek vidinę (*intrinsic*), tiek išorinę (*extrinsic*) motyvaciją, skatindami besimokantį aktyviai dalyvauti mokymosi procese.

Viena reikšmingiausių mokslinių apžvalgų šioje srityje – Hamari, Koivisto ir Sarsos (2014) atlikta empirinių tyrimų analizė, pristatyta 47-ojoje Havajų tarptautinėje sistemų mokslų konferencijoje. Autoriai išanalizavo 24 recenzuotus empirinius tyrimus ir nustatė, kad gamifikacija iš esmės teikia teigiamų rezultatų, tačiau jos efektyvumas labai priklauso nuo konteksto, kuriame ji taikoma, ir nuo vartotojų, kurie ja naudojasi (Hamari ir kt., 2014). Iš analizuotų atvejų 62,5 proc. parodė teigiamą poveikį motyvacijai ir įsitraukimui. Vėlesnės meta-analizės (Sailer ir Homner, 2020) patvirtino šias išvadas, nustatydamos statistiškai reikšmingą, nors ir nedidelį, gamifikacijos poveikį kognityviams ($g = 0,49$), motyviniam ($g = 0,36$) ir elgesio ($g = 0,25$) mokymosi rezultatams.

Tarp plačiausiai naudojamų žaidybinimo įrankių švietime išskiria keletas platformų. *Kahoot!* – interaktyvių viktorinų platforma, leidžianti mokytojui kurti klausimus, į kuriuos mokiniai atsako realiu laiku per savo įrenginius, varžydamiesi dėl taškų ir vietas lyderlentelėje. *Quizizz* siūlo panašią funkcionalumą, tačiau su galimybe mokiniams atlirkti užduotis savo tempu (*self-paced mode*).

Classcraft transformuoja visą mokymosi procesą į vaidmenų žaidimą (*RPG*), kuriame mokiniai kuria personažus, bendradarbiauja komandose ir kaupia patirties taškus. *Duolingo* – kalbų mokymosi platforma – yra vienas sėkmingiausių gamifikacijos pavyzdžių pasaulyje, naudojanti taškus, serijas (*streaks*), lygius ir socialinį varžymąsi kaip pagrindines motyvacines priemones.

Lietuvoje žaidybinimo taikymas švietime nuosekliai plėtojamas, nors sisteminį tyrimų šioje srityje dar trūksta. eMokykla.lt platforma ir kiti nacionaliniai skaitmeninio švietimo projektai integruoja žaidybinimo elementus – progreso stebėjimą, pasiekimų ženklelius, interaktyvias užduotis. Tačiau dažnai žaidybinimas Lietuvos mokyklose apsiriboja atskirų įrankių, tokų kaip Kahoot!, naudojimu pamokose, o ne sisteminu mokymosi proceso žaidybinimu.

Virtualios ir papildytos realybės technologijos (VR/AR)

Virtualios realybės (VR) ir papildytos realybės (AR) technologijos atveria kokybiškai naujas interaktyvumo galimybes švietime, leisdamos besimokančiam ne tik sąveikauti su skaitmeniniu turiniu, bet ir *panirimo* (*immersion*) būdu patirti mokymosi aplinką. VR ir AR sąvokas ir jų santykį geriausiai paaiškina Milgramo ir Kishino (1994) pasiūlytas *realybės–virtualumo kontinuumas* (*reality–virtuality continuum*). Šis modelis vaizduoja nepertraukiama spektrą: viename gale yra visiškai reali aplinka, kitame – visiškai virtuali aplinka, o tarp jų – įvairios mišrios realybės (*mixed reality*) formos. Papildyta realybė (AR) papildo realų pasaulį virtualiais objektais, o papildytas virtualumas (*augmented virtuality*) atvirkščiai – virtualią aplinką papildo realaus pasaulio elementais (Milgram ir Kishino, 1994).

VR taikymas švietime apima virtualias laboratorijas, istorinių įvykių rekonstrukcijas ir anatominius modelius. *Labster* – viena pažangiausią virtualių laboratorijų platformų – leidžia studentams atlirkti cheminius, biologinius ir fizikinius eksperimentus visiškai imersyvioje aplinkoje, nereikalaujant brangios laboratorinės įrangos. *3D Organon* siūlo detalų žmogaus anatomijos modelį, kurį studentai

gali tyrinėti erdvėje – pasukti, priartinti, „pjaustyti“ audinius ir stebėti organų sistemas iš vidaus. Istorijos pamokose VR leidžia „apsilankyt“ senovės Romoje ar antrojo pasaulinio karo mūšio lauke, sukuriant emocinę ir kognityvinę patirtį, kurios tradicinis vadovėlis negali suteikti.

AR taikymas švietime yra prieinamas nei VR, nes dažniausiai nereikalauja specializuotos įrangos – pakanka išmaniojo telefono ar planšetės. *Google Expeditions* (veikusi iki 2021 m., vėliau funkcijos integruotos į kitas Google platformas) leido mokytojams organizuoti virtualias ekskursijas po pasaulio lankytinas vietas. *Merge Cube* – nedidelis fizinis kubas, kuris per išmaniojo telefono kameras tampa interaktyviu 3D objektu: besimokantysis gali laikyti rankose virtualų širdies modelį, Saulės sistemos planetą ar archeologinį radinį.

Radianti ir kiti (2020) atliko sisteminę imersyvios VR taikymo aukštajame moksle apžvalgą ir nustatė 18 taikymo sričių, tačiau atskleidė ir reikšmingų spragų: daugumos VR aplikacijų kūrimas nebuvo grindžiamas mokymosi teorijomis, o vertinimas dažniausiai koncentravosi į VR programų patogumą (*usability*), o ne į mokymosi rezultatus (Radianti ir kt., 2020). Apie 70 proc. analizuotų tyrimų nenurodė jokios mokymosi teorijos kaip VR veiklos pagrindo, o tai kelia klausimą dėl pedagoginio pagrįstumo – ar technologija taikoma dėl jos naujumo, ar dėl realaus pedagoginio tikslų.

Pagrindinės kliūtys VR/AR plėtrai švietime išlieka ekonominės ir techninės: kokybiški VR ausinukai (*head-mounted displays*, HMD) kainuoja šimtus eurų vienam įrenginiui, dalis naudotojų patiria kibernetinę ligą (*cybersickness*) – pykinimą ir dezorientaciją, o kokybiško edukacinio VR turinio kūrimas reikalauja specializuotų kompetencijų ir didelių investicijų. Lietuvos kontekste VR/AR taikymas švietime kol kas yra sporadiškas ir dažniausiai susijęs su atskirais projektais ar pilotinėmis iniciatyvomis, o ne su sistemine integracija.

Dirbtinis intelektas švietime

Dirbtinis intelektas (DI) švietime atveria plačiausias interaktyvumo galimybes, nes leidžia kurti mokymosi aplinkas, kurios prisitaiko prie kiekvieno besimokančiojo individualių poreikių, tempo ir mokymosi stiliaus. DI taikymo kryptys švietime apima keturias pagrindines sritis: adaptyvų mokymąsi, automatinį vertinimą, virtualius asistentus ir turinio personalizavimą.

Adaptyvios mokymosi platformos naudoja DI algoritmus, kurie analizuoją besimokančiojo veiksmų duomenis – atsakymų teisingumą, sprendimo laiką, klaidų dėsningumus – ir pagal juos koreguoja mokymosi kelią. *Khan Academy* kartu su savo DI asistentu *Khanmigo* siūlo personalizuotą pagalbą, kuri veikia kaip virtualus tutorius: ne pateikia atsakymą, bet veda besimokantį per klausimus ir užuominas link savarankiško sprendimo. *DreamBox* (matematikos mokymosi platforma) ir *Century Tech* (Jungtinės Karalystės platforma, apimanti kelis dalykus) taiko panašius adaptyvius algoritmus, kurie realiu laiku vertina mokinio supratimo lygį ir pateikia atitinkamo sudėtingumo užduotis.

Generatyvaus DI atsiradimas – visų pirma *ChatGPT* (OpenAI, 2022), *Claude* (Anthropic) ir *Gemini* (Google) – sukėlė fundamentalią diskusiją apie šių technologijų vietą ugdymo procese. Viena vertus, generatyvus DI gali padėti mokiniams generuoti idėjas, aiškintis sudėtingas sąvokas individualizuotu tempu, gauti grįztamą ryšį apie rašto darbus ir praktikuoti svetimas kalbas dialogo formatu. Kita vertus, šios technologijos kelia rimtų akademinių sąžiningumo problemų – mokiniai ir studentai gali pasitelkti DI savarankiškam darbui, kuris turėtų atspindėti jų pačių kompetencijas.

UNESCO 2023 metais išleido pirmąsias pasaulines rekomendacijas dėl generatyvaus DI naudojimo švietime ir moksle (*Guidance for Generative AI in Education and Research*). Šis dokumentas, grįstas humanistinė vizija, siūlo konkretius žingsnius: privalomą duomenų privatumo apsaugą, amžiaus cenzo nustatymą savarankiškam bendravimui su DI platformomis, etinį ir pedagoginį DI įrankių vertinimą prieš jų diegimą ugdymo įstaigose (UNESCO, 2023). Rekomendacijose pabrėžiama, kad DI

turėtų stiprinti žmogaus veiksnumą (*human agency*), o ne jį pakeisti, ir kad švietimo institucijos turi kritiškai vertinti DI sistemas prieš jas integruodamas į ugdymo procesą.

Lietuvoje DI integracija švietime intensyviai plėtojama nuo 2023 metų. Švietimo, mokslo ir sporto ministerija (ŠMSM) subūrė darbo grupę, kurioje dalyvavo daugiau kaip dešimt organizacijų – nuo ministerijų iki universitetų ir verslo asociacijų – ir parengė rekomendacijas „Mokykla dirbtinio intelekto amžiuje: atsakingo naudojimo principai ir gairės“. Pagal 2024 m. OECD TALIS tyrimo duomenis, DI priemones naudojo 39 proc. Lietuvos mokytojų – rodiklis, viršijantis Estijos, Suomijos, Švedijos mokytojų rezultatus ir OECD vidurkį (ŠMSM, 2025). Nacionalinė švietimo agentūra mokiniams atnaujino 330 tūkst. licencijų, papildytų Microsoft 365 Copilot Chat DI funkcijomis, o mokytojams – per 20 tūkst. licencijų. Trisdešimt šešiose mokyklose diegama bandomoji platforma su integruotu DI, kuri padeda mokiniams geriau suprasti užduotis ir suteikia mokytojui galimybę stebėti visą mokinio mokymosi kelią (ŠMSM, 2025). Tuo pat metu tik apie 4 proc. mokyklų turėjo pasirengusios DI naudojimo tvarkas, nors 65 proc. matė tokį poreikį ateityje.

DI raštingumo ugdymas – gebėjimas suprasti DI veikimo principus, kritiškai vertinti jo rezultatus, etiškai juo naudotis – tampa nauja esmine kompetencija tiek mokiniams, tiek mokytojams. Tai nėra vien techninis įgūdis, bet apima kritinį mąstymą, etinį sprendimų priėmimą ir supratimą, kaip DI veikia visuomenės procesus, demokratiją ir informacijos ekosistemą.

Kitos interaktyvios technologijos

Be trijų pagrindinių krypčių, šiuolaikiniame ugdyme naudojamas platus papildomų interaktyvių technologijų spektras, kuris kartu sudaro turtingą mokymosi įrankių ekosistemą.

Interaktyvios vaizdo įrašų platformos transformuoja pasyvų vaizdo turinio stebėjimą į aktyvų mokymosi procesą. *Edpuzzle* leidžia mokytojams į bet kurį vaizdo įrašą integruti klausimus, pastabas ir pauzės, sustabdančias vaizdo įrašą ir reikalaujančias besimokančiojo atsakymo prieš tēsiant peržiūrą. *H5P* – atvirojo kodo platforma – siūlo dar platesnį interaktyvaus turinio kūrimo galimybų spektrą: nuo interaktyvių vaizdo įrašų iki šakotų scenarių (*branching scenarios*), kuriuose besimokančiojo pasirinkimai lemia tolimesnę mokymosi eiga.

Bendradarbiavimo įrankiai leidžia mokiniams ir mokytojams dirbtį kartu realiu laiku, nepriklausomai nuo fizinės vietos. *Padlet* veikia kaip virtuali skelbimų lenta, kurioje mokiniai gali talpinti tekstus, nuotraukas, vaizdo įrašus ir nuorodas bendrame skaitmeniniame erdvėje. *Miro* siūlo virtualią lentą su plačiomis vizualizacijos galimybėmis – sąvokų žemėlapiais, proceso diagramomis, brainstorming sesijomis. Šie įrankiai realizuoja Moore'o (1989) apibrėžtą besimokančiojo ir besimokančiojo sąveikos tipą skaitmeninėje erdvėje.

Programavimo mokymosi platformos ugdo ne tik techninius programavimo įgūdžius, bet ir platesnį kompiuterinį mąstymą (*computational thinking*), kuris apima problemų skaidymą, šablonų atpažinimą, abstrakciją ir algoritmų kūrimą. *Scratch* (sukurta MIT Media Lab) leidžia vaikams nuo 8 metų kurti interaktyvias istorijas, žaidimus ir animacijas naudojant vizualinę blokų programavimo kalbą. *Code.org* siūlo struktūruotus kursus visoms amžiaus grupėms, o *micro:bit* – fizinis programuojamas mikrokompiuteris – sujungia programavimą su materialiu pasauliu, leidžiant kurti interaktyvius projektus su sensoriais, LED šviesos diodais ir varikliukais. Šios platformos yra ypač svarbios STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*) ugdymo kontekste.

Simuliacijos ir modeliavimas suteikia mokiniams galimybę eksperimentuoti su reiškiniais, kurie realioje aplinkoje būtų sunkiai prieinami, pavojingi ar pernelyg brangūs. *PhET Interactive Simulations* (Kolorado universitetas, JAV) siūlo daugiau kaip 160 nemokamų interaktyvių simuliacijų fizikoje, chemijoje, biologijoje, žemės moksluose ir matematikoje. Mokinys gali, pavyzdžiui, keisti elektrinės grandinės parametrus ir realiu laiku stebėti srovės pokyčius arba modeliuoti gravitacijos

poveikį skirtinę masių objektams. *GeoGebra* – interaktyvi matematikos platforma – jungia geometriją, algebrą, statistiką ir analizę vienoje aplinkoje, leisdama mokiniam manipliuoti matematiniais objektais ir tiesiogiai stebeti sąryšius.

Žemiau pateikiama technologijų klasifikacija pagal interaktyvumo tipą ir pedagoginių tikslą:

Technologija	Interaktyvumo tipas	Pedagoginis tikslas	Pavyzdžiai
Žaidybinimas	Žmogus–turinys	Motyvacija, įsitraukimas	Kahoot!, Duolingo
VR/AR	Žmogus–technologija	Imersinis patyrimas	Labster, Merge Cube
AI platformos	Žmogus–turinys/ technol.	Personalizavimas	Khanmigo, Century Tech
Vaizdo platformos	Žmogus–turinys	Aktyvus vartojimas	Edpuzzle, H5P
Bendradarbiavimo įrank.	Žmogus–žmogus	Kolaboracija	Padlet, Miro
Programavimo platf.	Žmogus–technologija	Kompiuterinis mąstymas	Scratch, micro:bit
Simuliacijos	Žmogus–turinys	Eksperimentavimas	PhET, GeoGebra

Table 2: Šiuolaikinių interaktyvių technologijų klasifikacija pagal interaktyvumo tipą ir pedagoginių tikslą

Apibendrinant, šiuolaikinės interaktyvios technologijos ugdyme sudaro daugiamatę ekosistemą, kurioje kiekviena technologijų kryptis atitinka specifinį pedagoginį poreikį ir realizuoja skirtinę interaktyvumo tipą bei lygi. Gamifikacija stiprina motyvaciją, VR/AR kuria imersinę patirtį, DI personalizuojasi mokymosi kelią, o bendradarbiavimo ir kūrybos įrankiai skatina socialinę sąveiką ir aktyvų žinių konstravimą. Tačiau pati technologijų buvimas negarantuoja efektyvaus mokymosi – būtinės pedagoginės tikslingumas, kuris aptariamas kitame skyriuje.

Pedagoginės teorijos ir metodikos

Technologijų buvimas klasėje savaime negarantuoja kokybiško mokymosi – lemiamą vaidmenį atlieka pedagoginės teorijos ir metodikos, kurios suteikia interaktyvių įrankių naudojimui prasmę ir kryptį. Siame skyriuje nagrinėjami aktyvaus mokymosi metodai, TPACK modelis kaip technologijų integracijos sistema ir formuojamomojo vertinimo bei grįztamojo ryšio vaidmuo interaktyviajame ugdyme.

Aktyvaus mokymosi metodai

Aktyvus mokymasis (*active learning*) – tai ugdymo požiūris, kuriame besimokantysis yra ne pasyvus informacijos gavėjas, bet aktyvus žinių konstravimo proceso dalyvis. Šio požiūrio empirinę pagrindimą suteikė Freeman ir kiti (2014), atlikę didžiausią iki tol STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) disciplinų meta-analizę, publikuotą prestižiniame *Proceedings of the National Academy of Sciences* žurnale. Autoriai išanalizavo 225 tyrimus, lyginančius studentų pasiekimus tradicinių paskaitų ir aktyvaus mokymosi aplinkose. Rezultatai buvo nedviprasmiški: aktyvaus mokymosi grupėse egzaminų rezultatai vidutiniškai pagerėjo 0,47 standartinio nuokrypio dydžiu, o nesékmės rodiklis tradicinių paskaitų grupėse buvo 55 proc. didesnis nei aktyvaus

mokymosi grupėse (Freeman ir kt., 2014). Šie duomenys reiškia, kad aktyvus mokymasis vidutiniškai pakelė studentų pažymius maždaug pusės balo raide, o tradicinės paskaitos studentai buvo 1,5 karto labiau linkę neišlaikyti kurso. Tyrėjai padarė drastišką išvadą: toliau naudoti tradicines paskaitas kaip palyginimo standartą yra etiškai nepagrįsta – lygiai taip pat, kaip vaistų tyrimuose nebūtų priimtina lyginti naują antibiotiką su krauso nuleidimu.

Viena konkrečiausių aktyvaus mokymosi realizacijų yra **apverstos klasės** (*Flipped Classroom*) modelis, kurį Bergmannas ir Samsas (2012) sisteminizavo ir populiarino. Šio modelio esmė – apversti tradicinę mokymosi struktūrą: teorinę medžiagą mokiniai įsisavina savarankiškai namuose (dažniausiai per vaizdo paskaitas ar interaktyvų turinį), o klasėje laikas skiriamas aktyviai veiklai – diskusijoms, problemų sprendimui, grupiniam darbui ir individualizuotai mokytojo pagalbai. Interaktyvios technologijos yra būtina šio modelio sąlyga: vaizdo turinio platformos (*Edpuzzle*, *YouTube*), bendradarbiavimo įrankiai (*Padlet*, *Miro*) ir momentinio grįžtamojo ryšio sistemas (*Kahoot!*, *Socrative*) leidžia apverstą klasę realizuoti praktiskai.

Probleminis mokymasis (*Problem-Based Learning*, PBL) – dar vienas aktyvaus mokymosi metodas, kuriame besimokantieji sprendžia autentiškas, atviras problemas, neturinčias vieno teisingo atsakymo. Interaktyvios technologijos čia atlieka dvejopą vaidmenį: pirma, jos leidžia modeliuoti realias situacijas (pvz., PhET simuliacijos fizikoje, virtualios laboratorijos chemijoje); antra, jos palengvina grupinį bendradarbiavimą ir tyrimo procesą (informacijos paieška, duomenų analizę, rezultatų vizualizavimas ir pristatymas).

Projektinis mokymasis sujungia ilgalaikę kūrybinę veiklą su skaitmeniniu bendradarbiavimu. Mokiniai, naudodami projektų valdymo įrankius (*Trello*, *Notion*), kūrybines platformas (*Canva*, *Google Sites*) ir programavimo aplinkas (*Scratch*, *micro:bit*), kuria realius produktus – tinklalapius, programėles, tyrimų ataskaitas, multimedijos projektus. Tokia veikla realizuojama aukščiausią interaktyvumo lygį – kūrybinę sąveiką, kai besimokantysis ne tik vartoja turinį, bet pats jį kuria.

TPACK modelis

Viena įtakingiausių teorinių sistemų, padedančių suprasti, kaip pedagogiškai prasmingai integrnuoti technologijas į ugdymą, yra TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) modelis, pasiūlytas Mishros ir Koehlerio (2006). Modelis grindžiamas idėja, kad efektyviams technologijų naudojimui švietime būtina trių žinių sričių sankirta: technologinių žinių (TK – *Technological Knowledge*), pedagoginių žinių (PK – *Pedagogical Knowledge*) ir dalykinio turinio žinių (CK – *Content Knowledge*).

Technologinės žinios (TK) apima gebėjimą naudotis konkretiomis technologijomis – programine įranga, interaktyviomis lentomis, mokymosi platformomis, VR ausinukais. Pedagoginės žinios (PK) apima mokymosi teoriją, ugdymo metodą, vertinimo strategijų supratimą. Dalykinio turinio žinios (CK) – tai konkretaus mokomojo dalyko faktai, sąvokos, principai ir procedūros. Kiekviena iš šių sričių turi vertę atskirai, tačiau tikroji pedagoginė inovacija gimsta jų sankirtose: pedagoginės-turinio žinios (PCK) – gebėjimas pritaikyti mokymo metodus konkretiam turiniui; technologinės-turinio žinios (TCK) – supratimas, kaip technologijos gali reprezentuoti dalykinį turinį; technologinės-pedagoginės žinios (TPK) – gebėjimas naudoti technologijas kaip mokymosi įrankius. TPACK – centrinė visų trių sričių sankirta – yra gebėjimas tinkamai pasirinkti ir integrnuoti technologiją konkretiam pedagoginiam tikslui konkretiame dalykiname kontekste (Mishra ir Koehler, 2006).

TPACK modelis yra ypač aktualus šiuolaikiniame Lietuvos švietimo kontekste, nes jis padeda formuliuoti esminį principą: technologija ugdyme turi tarnauti pedagoginiams tikslui, o ne būti naudojama dėl paties technologijos naujumo. Pavyzdžiu, mokytojas, turintis stiprius TPACK kompetencijas, nesirinks VR ausinukų vien todėl, kad jie yra modernus įrankis, bet pasirinks juos tik

tada, kai imersyvi patirtis bus efektyvesnė už alternatyvius metodus – pavyzdžiui, anatomijos pamokoje, kurioje trimatė erdinė orientacija yra kritiškai svarbi.

Lietuvos mokytojų skaitmeninės kompetencijos ugdomas vykdomas remiantis Europos pedagogų skaitmeninių kompetencijų sistema *DigCompEdu*, kuri apibrėžia šešias kompetencijų sritis: profesinį įsitraukimą, skaitmeninių išteklių kūrimą ir naudojimą, mokymąsi ir mokymą skaitmeninėje aplinkoje, vertinimą, besimokančiųjų įgalinimą ir besimokančiųjų skaitmeninės kompetencijos ugdomą. Nuo 2023 metų atnaujintose Bendrosiose programose skaitmeninė kompetencija įtraukta kaip viena iš septynių ugdomų kompetencijų – greta komunikavimo, kultūrinės, kūrybiškumo, pažinimo, pilietiškumo bei socialinės-emocinės ir sveikos gyvensenos kompetencijų. Tai signalizuja sisteminį poziūrio pokytį: skaitmeninė kompetencija nebéra atskirtas informatikos dalykas, bet integruota tarpdalykinė kompetencija, ugdoma visų dalykų pamokose. Nacionalinės kvalifikacijos tobulinimo programos, finansuojamos ES „NextGenerationEU“ lėšomis pagal pažangos priemonę „Pirmiausia – mokytojas“, apima plėtias skaitmeninių kompetencijų tobulinimo veiklas, grindžiamas *DigComp 2.2* ir *DigCompEdu* gairėmis.

Vis dėlto praktikoje TPACK kompetencijų lygis tarp Lietuvos mokytojų išlieka netolygus. Dalis mokytojų technologijas naudoja pažengusiu lygiu – kuria interaktyvų skaitmeninį turinį, taiko adaptyvias platformas, integruoja gamifikaciją. Tačiau nemaža dalis apsiriboja baziniu lygiu: naudoja technologijas kaip skaitmenines tradicinius įrankių pakaitalus (pvz., projektuoja skaidres vietoj rašymo lentoje), neišnaudodami interaktyvumo potencialo. Ši spraga tarp technologinio prieinamumo ir pedagoginio tikslų yra vienas svarbiausių Lietuvos skaitmeninio švietimo iššūkių.

Formuojamasis vertinimas ir grįztamasis ryšys

Interaktyvios technologijos fundamentaliai keičia vertinimo procesą – nuo suminio (*summative*) vertinimo, kuris fiksuoja galutinį rezultatą, link formuojamoho (*formative*) vertinimo, kuris lydi patį mokymosi procesą ir suteikia besimokančiajam bei mokytojui nuolatinį grįztamajį ryšį. Momentinis grįztamasis ryšys (*instant feedback*) yra vienas stipriausiai interaktyvių technologijų pranašumų: besimokantysis sužino apie savo klaidas ne po savaitės, gavęs patikrintą kontrolinį darbą, bet iš karto – sprendimo metu.

Konkretūs interaktyvaus formuojamoho vertinimo įrankiai apima skirtingus funkcionalumus. *Socrative* leidžia mokytojui kurti viktorinas ir apklausas, kurių rezultatus mato realiu laiku – klasės ekrane rodoma, koks procentas atsakė teisingai, ir mokytojas gali iš karto koreguoti paaiškinimą. *Mentimeter* siūlo interaktyvias apklausas su žodžių debesimis, skalėmis ir atvirais klausimais – ypač naudinga diskusijų pradžioje ar žinių aktyvavimui pamokos pradžioje. *Plickers* – unikalus sprendimas klasėms, kuriose mokiniai neturi individualių įrenginių: kiekvienas mokinys gauna popierinę kortelę su unikaliu QR kodu, kurią pasuka atitinkama puse aukštyn, o mokytojas vienu telefono nuskaitymu nuskaito visos klasės atsakymus.

Platesnę perspektyvą atveria **mokymosi analitika** (*learning analytics*) – duomenų apie besimokančiųjų veiklą rinkimas, analizė ir interpretavimas, siekiant optimizuoti mokymosi procesą. Mokymosi valdymo sistemose (*LMS*), tokiose kaip *Moodle* ar *EMA* (Lietuvos kontekste), kaupiami duomenys apie prisijungimo laiką, užduočių atlikimo tempą, klaidų dažnumą ir pobūdį, bendradarbiavimo aktyvumą. Šie duomenys leidžia mokytojui anksti identifikuoti mokinius, kuriems reikia papildomos pagalbos, ir individualizuoti ugdomo procesą dar prieš tai, kai problemos atspindi galutiniame vertinime.

Formuojamoho vertinimo ir interaktyvių technologijų sėsa yra ypač svarbi Lietuvos švietimo reformos kontekste. Nuo 2023 metų diegiamos atnaujintos Bendrosios programos akcentuoja kompetencijomis grįstą ugdomą ir aprašomajį vertinimą pradiniame ugdyme, kai mokinį

pasiekimai vertinami ne pažymiais, o aprašomaisiais komentarais, nusakančiais stiprybes ir tobulintinas sritis. Interaktyvios technologijos šiame procese gali tapti neįkainojamu pagalbininku: jos automatizuoją rutinių duomenų rinkimą, vizualizuoja mokymosi pažangą per laiką ir leidžia mokytojui koncentruotis į tai, kas svarbiausia – individualų dialogą su mokiniu apie jo mokymosi kelią.

Tačiau svarbu pabrėžti, kad duomenimis grįstas ugdymas kelia ir etinių klausimų: kiek detaliai turėtų būti stebimas mokinio mokymosi procesas, kas turi prieigą prie šių duomenų, kaip užtikrinti, kad analitika netaptų mokinijų klasifikavimo ir stigmatizavimo priemone. Šie klausimai siejasi su platesnėmis duomenų privatumo problemomis, aptariamomis šeštajame referato skyriuje.

Apibendrinant, pedagoginės teorijos ir metodikos yra tiltas tarp technologinio potencialo ir realaus mokymosi efektyvumo. Aktyvaus mokymosi tyrimai įtikinamai parodo, kad interaktyvi mokymosi aplinka duoda geresnius rezultatus nei pasyvus klausymasis, TPACK modelis suteikia sistemą pedagogiškai prasmingai technologijų integracijai, o formuojamasis vertinimas su interaktyviais įrankiais transformuoja grįztamąjį ryšį iš retrospektyvaus į proaktyvų procesą. Kaip šie principai realizuojami konkrečiose šalyse, aptariama kitame skyriuje.

Praktiniai pavyzdžiai ir atvejų analizės

Ankstesniuose skyriuose aptartos technologijos ir pedagoginės teorijos skirtingoje šalyse realizuojamos labai nevienodai – nuo sistemingų nacionalinių strategijų iki fragmentiškų iniciatyvų. Šiame skyriuje nagrinėjami konkretūs tarptautiniai ir Lietuvos atvejai, siekiant identifikuoti sékmės veiksnius ir pamokas, aktualias Lietuvos skaitmeninio švietimo plėtrai.

Tarptautiniai atvejai

Estija yra bene ryškiausias pavyzdys, kaip maža Baltijos valstybė per tris dešimtmečius tapo pripažinta skaitmeninio švietimo lydere. Estijos skaitmeninės transformacijos švietime pradžia laikoma 1996 m. inicijuota *Tiger Leap (Tiigrihüpe)* programa, kurios tris ramsčius sudarė kompiuterizacija, mokytojų mokymas ir skaitmeninio turinio kūrimas estų kalba. Iki 2000 m. visos Estijos mokyklos buvo aprūpintos kompiuteriais, o iki 2001 m. – prijungtos prie interneto. Vėlesnės programos tėsė ir plėtojo šią kryptį: *Tiger Leap Plus* stiprino IKT kompetencijas, o 2012 m. paleista *ProgeTiger* programa buvo skirta programavimo, robotikos ir STEAM ugdymui – maždaug 67 proc. Estijos mokyklų šiandien turi vieną ar daugiau pasirenkamų technologinio ugdymo dalykų savo programose. PISA 2022 rezultatais Estijos mokiniai buvo pirmi Europoje gamtos moksluose ir skaitymo gebėjimuose bei pirmieji-antrieji matematikoje (kartu su Šveicarija), užimdami aukščiausias pozicijas tarp visų ES šalių.

2025 m. Estija pradėjo naują etapą – *AI Leap* programą, kurios tikslas – integruoti dirbtinio intelekto įrankius į visą švietimo sistemą nacionaliniu mastu. Programa prasidėjo 2025 m. rugpjūtį, apimant 20 000 dešimtų-vienuoliktų klasių mokinį ir 3 000 mokytojų, su planu iki 2027 m. pavasario pasiekti beveik 58 000 mokinį ir 5 000 mokytojų. *AI Leap* yra viešojo ir privačiojo sektorius partnerystės projektas, kuriame dalyvauja tokios technologijų įmonės kaip *OpenAI* ir *Anthropic*. Estijos prezidentas Alaras Karisas, programos iniciatorius, tai apibūdino kaip naują skyrių šalies skaitmeninės visuomenės raidoje – analogiškai tam, ką *Tiger Leap* padarė prieš tris dešimtmečius.

Suomija atstovauja kitokiam technologijų integravimo modeliui, kuriame centrinę vietą užima mokytojo profesinė autonomija ir pedagoginė laisvė. Suomijos Nacionalinis bendrasis ugdymo turinys (*National Core Curriculum*), atnaujintas 2016 m., apibrėžia septynis tarpdalykinius kompetencijų blokus, tarp kurių – IKT raštingumas ir daugiaterpiškumas (*multiliteracy*), tačiau konkretių technologijų ar įrankių pasirinkimą palieka mokytojams ir mokykloms. Suomijos sistema grindžiama pasitikėjimo kultūra: mokytojai, visi turintys magistro laipsnį, laikomi autonominiai

profesionalais, kurie patys sprendžia dėl mokymo metodų ir priemonių. Nėra standartizuotų testų ar mokytojų vertinimo inspekcijų – vertinimas yra formuojamasis, orientuotas į mokymosi procesą, o ne į galutinį rezultatą.

Technologijų požiūriu Suomija akcentuoja lygybę: Suomijos Nacionalinė švietimo agentūra (*EDUFI*) užtikrina, kad visos mokyklos – nuo Helsinkio iki atokiausią Laplandijos kaimų – gautų lygiavertę prieigą prie skaitmeninių išteklių, interneto ir mokytojų kvalifikacijos kėlimo programų. 2019 m. šešių Suomijos miestų koalicija pradėjo kurti *DigiOne* platformą, siekiančią integruoti švietimo paslaugas į vieną sistemą mokyklos administratoriams, mokytojams, mokiniams ir šeimoms, su tikslu iki 2028 m. apimti 70 savivaldybių. Suomijos modelio stiprybė – subalansuotas požiūris: technologijos vertinamos ne kaip tikslas, o kaip įrankis, kurio naudojimas grindžiamas moksliniai tyrimai ir pedagoginiu tikslinguu.

Singapūras demonstruoja centralizuotą, valstybės valdomą skaitmeninio švietimo modelį, kuriame technologijų integracija yra sisteminė ir nacionalinio masto. 2023 m. Švietimo ministerija (*MOE*) pristatė *EdTech Masterplan 2030* – dešimties metų strategiją, kurios vizija: „Technologijomis transformuotas mokymasis, rengiant mokinius technologijomis transformuotam pasaulei.“ Strategija apima penkias kryptis: mokinų skaitmeninį įgalinimą, mokytojų technologinės praktikos stiprinimą, mokyklų kultūros vystymą, skaitmeninio raštingumo ir XXI amžiaus kompetencijų ugdymą.

Singapūro sistemos branduolys – *Student Learning Space* (SLS), nacionalinė mokymosi platforma, prieinama visiems mokiniams ir mokytojams. SLS, pradėjusi veikti 2018 m. kaip išteklių platforma, šiandien evoliucionavo į generatyvinio AI pagrindu veikiančią sistemą su keletu integruotų AI įrankių. *Adaptive Learning System* (ALS) – AI pagrindu veikianti adaptyvaus mokymosi sistema – kuria personalizuotus mokymosi keliai kiekvienam mokinui, šiuo metu matematikoje (5–8 klasės) ir geografijoje (vidurinė mokykla). *Learning Enhancement Assistant* (LEA) – AI asistentas, kuris padeda mokiniams mokytis, užduodamas orientuojančius klausimus ir skatinamas mąstymą. *Data Assistant* (DAT) padeda mokytojams analizuoti mokinų atsakymus realiu laiku, identifikuoti klaidingus supratimus ir klasterizuoti mokinius pagal pasiekimų lygį. Singapūro atveju itin svarbu, kad visi AI įrankiai kuriami su integruotomis saugumo priemonėmis ir atitinka MOE AIEd etikos sistemą, kuri reglamentuoja atsakingą ir amžiui tinkamą AI naudojimą švietime.

Lietuvos atvejai

Lietuvos skaitmeninio švietimo infrastruktūrą formuoja kelios pagrindinės sistemos. **Elektroniniai dienynai** tapo universalia švietimo valdymo priemone: TAMO dienynas naudojamas maždaug pusėje šalies mokyklų, „Mano dienynas“ – 29 proc., EDUKA – 11 proc. mokyklų. Šios sistemos atlieka administracines funkcijas – pažymių fiksavimą, lankomumo stebėjimą, komunikaciją su tėvais – ir yra viena plačiausiai naudojamų skaitmeninių švietimo priemonių Lietuvoje. 8 iš 10 Lietuvos mokytojų naudojasi elektroniniu dienynu, kuriame daugelis funkcijų yra automatizuotos. Vis dėlto svarbu pastebeti, kad elektroniniai dienynai iš esmės yra administraciniės valdymo sistemas, o ne interaktyvios mokymosi aplinkos – jų interaktyvumo potencialas mokymosi procesui yra ribotas.

EMA pamokos (emapamokos.lt) ir **EDUKA klasė** – tai skaitmeninio ugdymo turinio platformos, sukurtos dalinai ES struktūrinių fondų finansavimu. Jos siūlo vadovėlių skaitmenines versijas, interaktyvias užduotis, testus ir multimedijos išteklius. EDUKA klasė apima kelių leidyklų turinį, integruotą į vieną platformą su mokytojų ir mokiniių darbo aplinkomis. Šių platformų stiprybė – turinio lokalizavimas lietuvių kalba, silpnybė – ribotas adaptivumas (turinys neprisitaiko prie individualaus mokinio lygio) ir nepakankamai išplėtotas interaktyvumo lygis, dažnai apsiribojantis reakciniu atsakymu (testai, pasirinkimai) be kūrybinės sąveikos galimybų.

Aukštojo mokslo lygmenyje Lietuvos universitetai – Vilniaus universitetas, Kauno technologijos universitetas, Vytauto Didžiojo universitetas – turi ilgametę *Moodle* platformos naudojimo patirtį. COVID-19 pandemija paspartino mišraus (*blended*) mokymosi modelių diegimą: vaizdo paskaitos, diskusijų forumai, automatizuotas vertinimas tapo kasdienybė. Tačiau daugelyje atvejų technologijos buvo naudojamos tradicinės paskaitos skaitmeniniams perdavimui, o ne mokymosi proceso transformacijai – *Moodle* dažnai funkcionavo kaip failų saugykla su testų funkcija, neišnaudojant bendradarbiavimo, analitikos ar adaptatyvumo galimybių.

Nevyriausybinės organizacijos ir iniciatyvos papildo formalųjį švietimą reikšmingu technologinio ugdymo komponentu. Tokios organizacijos kaip programavimo klubai, robotikos iniciatyvos ir kūrybinių technologijų centrai vaikams ir jaunimui siūlo STEAM veiklas – programavimą, robotiką, 3D modeliavimą, elektronikos pagrindus. Nors šios iniciatyvos pasiekia ribotą mokinių dalį, jos atlieka svarbų katalizatoriaus vaidmenį, formuodamos mokinių technologinę kompetenciją ir motyvaciją, kurią formalusis švietimas ne visada sugeba užtikrinti.

Palyginamoji analizė

Lyginant aptartas šalis, išryškėja keli esminiai skirtumai ir panašumai, kuriuos galima struktūruoti pagal penkis kriterijus.

Kriterijus	Estija	Suomija	Singapūras	Lietuva
Strategija	Nuosekli nuo 1996 m. (<i>Tiger Leap</i> → <i>ProgeTiger</i> → <i>AI Leap</i>)	Decentralizuota, grįsta mokytojo autonomija	Centralizuota, valstybės valdoma (<i>EdTech Masterplan 2030</i>)	Fragmentiška, priklausoma nuo ES projektų ciklų
Mokytojų vaidmuo	Mokomi nacionalinėmis programomis, savanoriška integracija	Aukšta autonomija, magistro kvalifikacija	Sistemingas kvalifikacijos kėlimas, centrinis koordinavimas	Netolygios kompetencijos, didėjanti AI adopcija
Platforma	<i>E-kool, e-koolikott</i> , AI integracija	<i>DigiOne</i> (kuriama), lokali laisvė	SLS su AI (<i>ALS, LEA, DAT</i>)	TAMO/Mano dienynas, EMA, EDUKA
AI integracija	Nacionalinė <i>AI Leap</i> nuo 2025	Atsargi, tyrimais grįsta	Pažengusi: <i>ALS, LEA</i> platformoje	Pradinis etapas: 36 pilotinės mokyklos, TALIS 39 proc.
PISA rezultatai	1–2 vieta Europoje	Aukšti, stabilūs	Pasaulio lyderiai	Apie ES vidurkį

Table 3: Palyginamoji švietimo skaitmenizacijos analizė

Iš palyginimo matyti, kad sėkmingus skaitmeninius švietimo modelius vienija ne konkrečios technologijos, bet strateginis nuoseklumas ir aiškūs prioritetai. Estijos sėkmė kyla iš trijų dešimtmiečių nuoseklios politikos, kur kiekviena nauja programa logiškai tėsia ankstesnę. Suomija demonstruoja, kad aukšti pasiekimai įmanomi ir be agresyvių technologizacijos, jei sistema remiasi aukšta mokytojų kvalifikacija ir pasitikėjimu. Singapūras rodo, kaip centralizuotas, gerai finansuojamas modelis leidžia greitai ir vienodai diegti inovacijas nacionaliniu mastu.

Lietuvos pozicija šiame kontekste yra ambivalentiška. Šalis turi tam tikrų pranašumų: gerą interneto infrastruktūrą, universaliai naudojamus elektroninius dienynus, aukštą mokytojų AI adopcijos

rodiklį (39 proc. pagal TALIS 2024 – daugiau nei Estijoje, Suomijoje ar Švedijoje). Tačiau trūksta to, kas skiria sėkmingas šalis nuo vidutiniokių: ilgalaiškės, nuo politinių ciklų nepriklausomos strategijos, sisteminančios atskiras iniciatyvas į vientisą ekosistemą. Dabartinė Lietuvos situacija primena mozaiką iš atskirų, dažnai ES projektais finansuojamų fragmentų, kuriems trūksta bendro rišumo ir tēstinumo. Ką Lietuva galėtų perimti iš aptartų šalių, ir kokie iššūkiai tai apsunkina, nagrinėjama kitame skyriuje.

Iššūkiai ir skaitmeninė atskirtis

Ankstesniuose skyriuose aptartos technologijos ir tarptautiniai pavyzdžiai atskleidžia interaktyvius skaitmeninio ugdymo potencialą, tačiau šis potencialas realizuojamas toli gražu ne visada ir ne visiems vienodai. Šiame skyriuje nagrinėjami pagrindiniai iššūkiai, stabdantys interaktyvumo plėtrą švietime, pradedant nuo fundamentaliausio – skaitmeninės atskirties.

Skaitmeninė atskirtis

Skaitmeninė atskirtis nėra vienmatis reiškinys. Mokslinėje literatūroje ir OECD dokumentuose skiriama trys jos lygiai. **Pirminė atskirtis** – tai nelygiavertė prieiga prie fizinės infrastruktūros: įrangos ir interneto ryšio. Vidutiniškai OECD šalyse beveik 9 iš 10 mokinį turi ir internetą, ir kompiuterį namuose, tačiau šis rodiklis maskuoja reikšmingus skirtumus tarp socioekonomiškai palankios ir nepalankios aplinkos mokinį, tarp miesto ir kaimo gyventojų. Lietuvoje ši problema sprendžiama: 2025 m. projektas „Itin spartaus ryšio infrastruktūra“ pasiekė esminį lūžį – gigabitinės spartos internetas užtikrintas 2 580 subjektams regionuose, tarp jų mokykloms ir bibliotekoms. Vis dėlto pirminė atskirtis Lietuvoje nėra visiškai įveikta, ypač atokiausiose kaimo vietovėse.

Antrinė atskirtis – tai skaitmeninių kompetencijų skirtumai. Net turint prieigą prie įrangos ir interneto, ne visi mokiniai (ir ne visi mokytojai) sugeba efektyviai naudotis technologijomis mokymosi tikslais. Europoje 7 iš 10 jaunuolių (16–24 m.) turi bazinius skaitmeninius įgūdžius, tačiau tarp vyresnio amžiaus žmonių (55–64 m.) – tik 4 iš 10. Lietuvoje 2023 m. internetu naudojosi 89 proc. gyventojų (16–74 m.), bet vyresnėje amžiaus grupėje (65–74 m.) – tik 65 proc. Švietimo kontekste antrinė atskirtis pasireiškia tuo, kad socialiai nepalankios aplinkos mokiniai dažniau naudoja technologijas pramogoms, o ne mokymuisi, ir pasiekia žemesnius skaitmeninio raštingumo rezultatus.

Tretinė atskirtis – tai gebėjimo gauti realią naudą iš technologijų nelygybė. Net turėdami prieigą ir kompetencijas, skirtingų socialinių grupių mokiniai nevienodai pasinaudoja skaitmeninėmis galimybėmis – informacijos paieška apie karjerą, aukštajį mokslą ar profesinį tobulėjimą. Ši atskirtis yra sunkiausiai matoma ir sunkiausiai sprendžiama, nes ji atspindi gilesnes socialines nelygybes, kurias technologijos gali ne mažinti, bet didinti.

COVID-19 pandemija skaudžiai atskleidė visų trijų lygių atskirties mastą. Priverstinis perėjimas prie nuotolinio mokymosi 2020 m. parodė, kad dalis Lietuvos mokinį neturėjo nei tinkamų įrenginių, nei stabilaus interneto ryšio, nei tinkamos darbo vietas namuose, o jų tėvai negalėjo suteikti pagalbos. ES Skaitmeninio švietimo veiksmų planas 2021–2027 buvo tiesioginis atsakas į šias pandemijos metu išryškėjusias spragas, siekiantis užtikrinti, kad skaitmeninė transformacija būtų įtrauki ir nepaliktų né vieno nuošalyje.

Kiti iššūkiai

Mokytojų pasirengimas ir pasipriešinimas. OECD *Digital Education Outlook 2023* duomenimis, maždaug 20 proc. pagrindinės mokyklos mokytojų OECD šalyse nurodo poreikį tobulintis IKT srityje, nors 60 proc. jau buvo dalyvavę skaitmeninio ugdymo mokymuose per pastaruosius metus. Ši spraga tarp formalų mokymų ir realaus pasirengimo rodo, kad problema yra ne tiek mokymų trūkumas, kiek jų kokybė ir atitinkamas praktiniams poreikiams. Lietuvoje ši situacija papildomai

komplikuojama kartų skirtumo: daliai vyresniosios kartos mokytojų technologijos kelia ne tik techninius, bet ir psichologinius sunkumus – baimę suklysti prieš mokinius, kurie technologijas valdo geriau už juos. TPACK modelis (aptartas 4 skyriuje) siūlo sisteminį sprendimą, tačiau jo įgyvendinimas reikalauja nuolatinio, ne epizodinio kvalifikacijos kėlimo.

Turinio kokybė ir „pramoginio ugdymo“ kritika. Ne visa, kas skaitmeniniame formate ir kas vadinasi „interaktyvu“, turi pedagoginę vertę. Terminas *edutainment* (angl. *education + entertainment*) apibūdina turinį, kuris prioritetizuoją pramogą mokymosi sąskaita – spalvingus, garsius, bet paviršutiniškus skaitmeninus išteklius, kurie sukuria mokymosi iliuziją be realaus žinių konstrukto. Ši problema itin aktuali gamifikacijos kontekste: kaip aptarta 3 skyriuje, žaidimo elementai gali stipriai padidinti motyvaciją, tačiau tik tada, kai jie tarnauja pedagoginiams tikslui, o ne pakeičia jį.

Ekranų laikas ir mokinių sveikata. UNESCO 2023 m. pasaulinė švietimo stebėsenos ataskaita (*Global Education Monitoring Report: Technology in Education – A Tool on Whose Terms?*) pateikė kritinį vertinimą: moksliųjų apie skaitmeninių technologijų pridėtinę vertę švietime yra mažai, o pernelyg didelis ekranų laikas neigiamai veikia vaikų psichinę sveikatą ir emocinį stabilumą. PISA 2022 duomenys tai patvirtina konkrečiais skaičiais: trys ketvirtadaliai OECD šalių mokinių praleidžia daugiau nei valandą per darbo dieną socialiniuose tinkluose, o beveik kas trečias mokinys pripažįsta, kad skaitmeniniai įrenginiai blaško dėmesį matematikos pamokose. Mokiniai, kurių dėmesį blaško kitų naudojami įrenginiai, pasiekia reikšmingai žemesnius rezultatus – skirtumas atitinka maždaug tris ketvirčius mokslo metų. Tačiau svarbu atkreipti dėmesį į niuansą: PISA duomenys taip pat rodo, kad saikingas skaitmeninių įrenginių naudojimas mokymosi tikslais yra susijęs su geresniais rezultatais ir didesniu priklausymu mokyklai jausmu. Problema, vadinas, nėra pačiose technologijose, o jų naudojimo būde ir intensyvume.

Duomenų privatumas ir etika. Interaktyvios mokymosi platformos renka didelius kiekius mokinių duomenų: mokymosi tempą, klaidų pobūdį, aktyvumo laiką, sąveikos modelius. Mokymosi analitika (aptarta 4 skyriuje) teikia vertingų ižvalgų mokytojams, tačiau kelia fundamentalius klausimus apie privatumą: kiek detaliai turėtų būti stebimas mokinio mokymosi procesas? Kas turi prieigą prie šių duomenų? Kaip užtikrinti, kad analitika netaptų mokinių klasifikavimo ir stigmatizavimo įrankiu? Europos Sajungoje Bendrasis duomenų apsaugos reglamentas (BDAR) nustato griežtas taisykles, tačiau praktikoje daugelis švietimo institucijų naudoja komercinių bendrovių platformas (Google, Microsoft), kurių duomenų tvarkymo mechanizmai nėra pilnai skaidrūs. Vaikų duomenų apsauga reikalauja ypatingos priežiūros – tai ne tik teisinis, bet ir etinis klausimas.

Finansavimas ir tēstinumas. Technologijos švietime reikalauja nuolatinį investicijų: ne tik pradiniam įsigijimui, bet ir atnaujinimui (technologijų gyvavimo ciklas – vidutiniškai 3–5 metai), programinės įrangos licencijoms, turinio kūrimui ir mokytojų mokymui. Lietuvoje ši problema ypač opa, nes nemažai iniciatyvų finansuojamos ES struktūrinių fondų projektų ciklais – pasibaigus projektui, neretai nutrūksta ir finansavimas, ir palaikymas. Kaip parodė 5 skyriaus palyginamoji analizė, sėkmingus modelius (Estiją, Singapūrą) nuo fragmentiškų skiria būtent ilgalaikis, nuo projektinių ciklų nepriklausomas finansavimas, integruotas į nuolatinį švietimo biudžetą.

Visi aptarti iššūkiai nėra neįveikiami, tačiau jie primena, kad interaktyvumo plėtra švietime nėra tik technologinis, bet kompleksinis – pedagoginis, socialinis, ekonominis ir etinis – procesas. Ši sudėtingumą būtina turėti omenyje formuluojant pilnai skaitmenizuoto ugdymo viziją, kuri aptariama paskutiniame skyriuje.

Pilnai skaitmenizuoto ugdymo vizija

Apžvelgus interaktyvumo raidą, šiuolaikines technologijas, pedagogines metodikas, tarptautinius pavyzdžius ir iššūkius, galima bandyti formuluoti viziją: kaip galėtų atrodyti ugdymas artimiausioje ateityje ir kokį vaidmenį jame atliktų interaktyvios technologijos? Šis skyrius nagrinėja ateities tendencijas ir jų implikacijas Lietuvai, pabrëžiant, kad vizija turi būti grindžiama ne technologiniu determinizmu, o pedagoginiu tikslingu.

Ateities tendencijos

AI tutoriai ir Bloomo „2 Sigma“ problemos sprendimas. 1984 m. švietimo psychologas Benjaminas Bloomas paskelbė reikšmingą atradimą: mokiniai, mokomi individualiai (1:1 tutoriaus principu) kartu taikant meistriškumo mokymąsi (*mastery learning*), pasiekdavo dviem standartiniais nuokrypiais (2σ) geresnius rezultatus nei tradiciškai mokomi bendraamžiai. Tai reiškia, kad vidutinis individualiai mokomas mokinys pranoko 98 proc. tradicinės klasės mokinių. Tačiau Bloomas pats pripažino, kad individualus tutoriavimas yra per brangus, kad būtų prieinamas masiniu mastu – tai ir buvo vadinta „2 Sigma problema“: kaip pasiekti individualaus mokymosi efektyvumą grupinio mokymosi sąlygomis?

Keturis dešimtmečius ši problema liko neišspręsta. Generatyvinio dirbtinio intelekto proveržis nuo 2022 m. atvérė principiškai naują galimybę: AI tutoriai gali teikti personalizuotą grįztamajį ryšį, prisitaikyti prie kiekvieno mokinio tempo ir lygio, būti prieinami visą parą ir kainuoti daugybę kartų mažiau nei žmogaus tutorius. Tokie sprendimai kaip *Khan Academy* su *Khanmigo* AI asistentu, Singapūro *Adaptive Learning System* ar Estijos *AI Leap* programoje integruiojami įrankiai jau bando šią viziją realizuoti. Tačiau svarbu neperlenkti lazdos: AI tutorius gali efektyviai tarpininkauti perteikiant turinį ir teikiant grįztamajį ryšį, bet negali pakeisti autentiško žmogiško santykio tarp mokytojo ir mokinio – santykio, kuris apima empatiją, motyvavimą sudėtingose situacijose ir asmenybės ugdymą. Ateities ugdymas greičiausiai bus ne „AI vietoje mokytojo“, bet „mokytojas, sustiprintas AI galimybėmis“ – kur AI perima rutinius darbus (vertinimą, turinio pritaikymą, administravimą), o mokytojas susitelkia į tai, kas žmogui sekasi geriausiai: santykių kūrimą, kritiinių mąstymo skatinimą ir vertybinių ugdymą.

Imersinis mokymasis ir metaverse koncepcija. Virtualios ir papildytos realybės technologijos (aptartos 3 skyriuje) evoliucionuoja link imersinio mokymosi aplinkų, kuriose mokiniai ne tik stebi, bet ir „gyvena“ mokymosi patirtis. Metaverse koncepcija švietime – virtualių mokymosi pasaulių, kuriuose mokiniai iš skirtinų geografinių vietovių gali bendradarbiauti, eksperimentuoti ir kurti – kelia daug entuziastiškų lūkesčių. Virtualios laboratorijos, istorinių epochų rekonstrukcijos, erdvinės geometrijos ar molekulinės biologijos modeliavimas 3D erdvėje – visa tai jau šiandien yra techniškai įmanoma. Tačiau pragmatiškas vertinimas verčia pripažinti, kad masinis VR/AR diegimas mokyklose vis dar ribotas dėl įrangos kainos, turinio kūrimo sudėtingumo ir fizinio diskomforto (*cybersickness*) problemų. Tikėtina, kad artimiausiu laikotarpiu imersinis mokymasis bus nišinė, bet vertinga priemonė specifiniams dalykams – gamtos mokslams, medicinai, inžinerijai – kur erdinis suvokimas ir eksperimentavimas yra ypač svarbūs.

Mokymosi visą gyvenimą ekosistema ir mikrokredencialai. Ketvirtoji pramonės revoliucija ir sparti technologijų kaita reiškia, kad formalus švietimas nebegali būti baigtinis procesas, apsiribojantis mokykla ir universitetu. Mokymosi visą gyvenimą (*lifelong learning*) koncepcija tampa ne tik pedagogine idėja, bet ekonomine būtinybe. Interaktyvios technologijos šiame kontekste atveria galimybes mikrokredencialų sistemoms – trumpiem, moduliniams, skaitmeniniu būdu sertifikuojamiesi mokymosi vienetams, kurie gali būti kaupiami ir pripažystomi darbdavių. Blockchain technologija potencialiai gali užtikrinti tokį kredencialų patikimumą ir

neklastojamumą. Nors ši sistema dar tik formuoja, ji gali fundamentaliai pakeisti santykį tarp formalaus švietimo ir darbo rinkos.

Vizija Lietuvai

Valstybės pažangos strategija „Lietuva 2050”, patvirtinta Seimo, su švietimu sieja esminius lūkesčius: ateiciai pasirengusio, empatiško ir kūrybingo asmens ugdymą, intelektualinį šalies savarankiškumą ir gebėjimą kritiškai mąstyti globalių iššukių akivaizdoje. Tačiau, kaip pažymi Seimo Ateities komiteto diskusijos dalyviai, iki šiol trūksta ilgalaikės švietimo pažangos vizijos, kuri konkrečiai susietų šiuos lūkesčius su šiandien priimamais politiniais sprendimais.

Remiantis šiame referate atlikta analize, galima formuluoti tris konkretius veiksmus, kurie leistų Lietuvai pereiti nuo fragmentiškos skaitmenizacijos prie sisteminės interaktyvaus ugdymo plėtros.

Pirma – nacionalinė skaitmeninio ugdymo strategija, nepriklausoma nuo ES projektų ciklų. Estijos ir Singapūro patirtys rodo, kad sėkminga skaitmeninė transformacija švietime reikalauja ilgalaikio, nuoseklaus planavimo, integruoto į nuolatinį švietimo biudžetą. Lietuva turėtų sukurti analogišką *Tiger Leap* ar *EdTech Masterplan* tipo strategiją, apibrėžiančią 10–15 metų perspektyvą su aiškiais etapais, rodikliais ir atsakomybės struktūra. ES finansavimas turėtų būti papildomas, o ne pagrindinis tokios strategijos ištaklius.

Antra – mokytojų skaitmeninės kompetencijos kėlimas kaip sisteminė, o ne epizodinė investicija. TPACK modelio logika (4 skyrius) ir Suomijos patirtis rodo, kad technologijų integracija priklauso ne nuo įrangos kiekio, o nuo mokytojo gebėjimo ją prasmingai naudoti. Lietuvai reikia nuolatinės, ne projektinės kvalifikacijos kėlimo sistemos, grindžiamos *DigCompEdu* standartais, apimančios ne tik techninius, bet ir pedagoginio dizaino kompetencijas – kaip kurti interaktyvių veiklas, kaip naudoti mokymosi analitiką, kaip integrnuoti AI įrankius etiškai ir efektyviai.

Trečia – skaitmeninio turinio lietuvių kalba ekosistemos kūrimas. Viena didžiausių mažų kalbinių bendruomenių problemų – turinio trūkumas gimtaja kalba. Dabartinės platformos (EMA, EDUKA) yra geras pradžios taškas, tačiau joms trūksta adaptyvumo ir kūrybinės sąveikos galimybių. Generatyvinis AI atveria naują galimybę: turinio kūrimo kaštai dramatiškai mažėja, o personalizavimo galimybės auga. Valstybė galėtų investuoti į atvirą skaitmeninio ugdymo turinio platformą, kurioje mokytojai būtų ne tik naudotojai, bet ir kūrėjai, o AI padėtų adaptuoti turinį skirtiniems mokymosi lygiams ir poreikiams.

Visus šiuos veiksmus turi vienytis vienas principas: **technologijos yra įrankis, o ne tikslas.** Kaip parodė šis referatas, pati galingiausia technologija neduoda rezultatų, jei nėra pedagoginio tikslų, mokytojo kompetencijos ir sisteminės strategijos. Pilnai skaitmenizuotas ugdymas nereiškia ugdymo be žmogaus – priešingai, jis reiškia ugdymą, kuriame technologijos išlaisvina žmogų nuo rutinos ir suteikia erdvę tam, kas svarbiausia: mąstymui, kūrybai ir santykiams.

Išvados

Šiame referate buvo analizuojama interaktyvumo raida švietimo srityje – nuo ribotos prieigos prie skaitmeninių ištaklių iki pilnai skaitmenizuoto ugdymo vizijos, vertinant Lietuvos situaciją tarptautiniame kontekste. Atlikta analizė leidžia formuluoti šias pagrindines išvadas.

Interaktyvumas švietime yra daugiasluoksnė sąvoka, apimanti ne tik žmogaus ir technologijos sąveiką, bet ir žmogaus–žmogaus bei žmogaus–turinio dimensijas. Moore'o interakcijų klasifikacija ir konstruktivizmo, konektivizmo bei patirtinio mokymosi teorijos pagrindžia, kad interaktyvumas nėra technologinė savybė – tai pedagoginis principas, kurio technologijos yra vienos iš realizavimo būdų.

Istorinė raida nuo kreidos lento iki dirbtinio intelekto atspindi ne tiesišką, o eksponentinį interaktyvumo galimybių augimą: kiekviena nauja technologijų karta – kompiuteriai, interaktyvios lento, planšetės, debesų kompiuterija, AI – ne tik pridėjo naujų įrankių, bet ir kokybiškai pakeitė galimos sąveikos pobūdį, nuo pasyvaus vartojimo pereinant prie personalizuotos kūrybinės sąveikos.

Šiuolaikinės interaktyvios technologijos – gamifikacija, VR/AR, dirbtinis intelektas, adaptivios platformos – teikia precedento neturinčias galimybes individualizuoti mokymąsi. Tačiau tyrimų duomenys rodo, kad technologijų efektyvumas priklauso ne nuo jų naujumo ar sudėtingumo, o nuo pedagogiškai tikslingo integracijos: Freeman ir kt. (2014) meta-analizė patvirtina aktyvaus mokymosi pranašumą, o TPACK modelis pateikia sistemą, padedančią mokytojams derinti technologines, pedagogines ir dalykines žinias.

Tarptautinė lyginamoji analizė atskleidė, kad sėkmingas šalių modelius – Estijos, Suomijos, Singapūro – vienija ne konkrečios technologijos, o strateginis nuoseklumas ir aiškūs prioritetai. Estijos trijų dešimtmeciu strateginė tasa nuo *Tiger Leap* iki *AI Leap*, Suomijos pasitikėjimas mokytojo autonomija ir Singapūro centralizuotas, AI integruojantis modelis rodo, kad keliai gali būti skirtini, bet sėkmės sėlyga yra viena: ilgalaikė vizija, nepriklausoma nuo politinių ciklų.

Lietuvos pozicija šiame kontekste yra ambivalentiška. Šalis turi gerą interneto infrastruktūrą, universaliai naudojamus e. dienynus ir palyginti aukštą mokytojų AI naudojimo lygi (39 proc. pagal TALIS 2024). Tačiau trūksta to, kas skiria sėkmingas šalis nuo vidutinių: integruotos ilgalaikės strategijos, sisteminės mokytojų kompetencijų kėlimo programos ir kokybiško adaptivaus turinio lietuvių kalba.

Kartu analizė parodė, kad skaitmenizacija kelia rimtų iššūkių: trijų lygių skaitmeninė atskirtis gresia pagilinti socialinę nelygybę, pernelyg didelis ekranų laikas kenkia mokiniių sveikatai ir dėmesiui, o mokymosi duomenų rinkimas kelia privatumo ir etikos klausimų, reikalaujančių aiškaus reguliavimo.

Apibendrinant, pagrindinė šio referato ižvalga yra tokia: **pilnas ugdymo skaitmenizavimas nėra ir neturėtų būti tikslas pats savaimė**. Technologijų vertė švietime matuojama ne jų naujumu ar kiekiu, o tuo, kiek jos padeda kiekvienam mokinui mokytis geriau, giliau ir prasmingiau. Interaktyvumo ateitis priklauso ne nuo to, kokias technologijas turėsime, o nuo to, kaip sugebėsime jas panaudoti – pedagogiškai tikslangi, etiškai atsakingai ir visiems prieinamai. Žmogiškasis ryšys tarp mokytojo ir mokinio buvo, yra ir turi išlikti ugdymo centre – technologijos ši ryši gali sustiprinti, bet ne pakeisti.

Literatūros sąrašas

Literatūros sąrašas

Knygos ir monografijos

1. Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education.
2. Dale, E. (1969). *Audiovisual Methods in Teaching* (3rd ed.). Dryden Press.
3. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.
4. Piaget, J. (1954). *The Construction of Reality in the Child*. Basic Books.

5. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

Moksliniai straipsniai

1. Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16.
2. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9–15.
3. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
4. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? – A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3025–3034.
5. Hillman, D. C. A., Willis, D. J., & Gunawardena, C. N. (1994). Learner-interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners. *American Journal of Distance Education*, 8(2), 30–42.
6. Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), 1321–1329.
7. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
8. Moore, M. G. (1989). Three types of interaction. *American Journal of Distance Education*, 3(2), 1–7.
9. Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and a research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
10. Sailer, M., & Homner, L. (2020). The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 77–112.
11. Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.

Instituciniai dokumentai ir ataskaitos

1. European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan 2021–2027: Resetting education and training for the digital age*. European Commission.
2. OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing.
3. OECD. (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023*. OECD Publishing.
4. OECD. (2024). Managing screen time: How to protect and equip students against distraction. *PISA in Focus*, No. 124. OECD Publishing.
5. OECD. (2024). *Students, Digital Devices and Success*. OECD Publishing.
6. OECD. (2025). *TALIS 2024 Results: The State of Teaching*. OECD Publishing.

7. OECD. (2025). Digital equity and inclusion in education. *OECD Education Working Papers*. OECD Publishing.
8. Singapore Ministry of Education. (2023). *EdTech Masterplan 2030*. Ministry of Education, Singapore.
9. Švietimo, mokslo ir sporto ministerija. (2025). *Mokykla dirbtinio intelekto amžiuje: atsakingo naudojimo principai ir gairės*. ŠMSM.
10. UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in Education – A Tool on Whose Terms?* UNESCO Publishing.
11. UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. UNESCO Publishing.

Internetiniai šaltiniai ir duomenų bazės

1. Estijos Švietimo ir mokslo ministerija. (2025). AI Leap programa. Prieiga per internetą: <https://www.hm.ee>
2. Lietuvos Respublikos Vyriausybė. (2023). *Valstybės pažangos strategija „Lietuva 2050”*. Prieiga per internetą: <https://lrv.lt/lt/lietuva-2050/>
3. Nacionalinė švietimo agentūra. (2023). *Skaitmeninė kompetencija atnaujintose bendrosiose programose*. Prieiga per internetą: <https://www.nsa.smm.lt>