

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS METODIKOS KATEDRA

**Ramunė Sinicaitytė-Karikova**

**INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS IR  
MATEMATIKOS MOKYMO FILOSOFIJA**

Magistro baigiamasis darbas

Vadovas  
doc. dr. Ričardas Kudžma

Leidžiu ginti: \_\_\_\_\_  
(Vadovo parašas)

VILNIUS 2011

## TURINYS

ĮVADAS .....	3
1. INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS IR MOKYMO(SI) PROCESAS.....	5
1.1. Informacinių technologijų samprata.....	5
1.2. Mokymo(si) procesas ir mokymosi proceso koncepcijos.....	5
1.3. Mokymosi proceso sąvoka technologinio kitimo amžiuje.....	6
1.4. Šiuolaikinės mokymo(si) ir klasikinės mokymo paradigms palyginimas.....	8
1.5. Informacinės technologijos mokymo(si) procese.....	11
2. KONSTRUKTYVIZMAS – KAIP PRIEMONĖ ĮGYVENDINANT ŠIUOLAIKINES DIDAKTINES NUOSTATAS.....	13
2.1. Konstruktyvistinis mokymas.....	13
2.2. S. Papertas ir jo mokymo filosofija – konstrukcionistinė pedagogika.....	14
2.3. Konektyvizmas: skaitmeninio amžiaus teorija.....	15
3. MATEMATIKOS MOKYMO FILOSOFIJA.....	18
3.1. Matematikos filosofijos nagrinėjami klausimai.....	18
3.2. Matematikos mokymo filosofijos keliami klausimai.....	19
3.3. Kitokia matematika: naujas požiūris į matematikos mokymąsi.....	19
4. MATEMATIKOS MOKYMAS IR INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS: TECHNOLOGIJŲ VAIDMUO MATEMATIKOS MOKYMOSI PROCESO METU.....	21
IŠVADOS .....	23
REZIUMĖ .....	24
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	25

## IVADAS

Vienas pirmųjų dar aštuntajame dešimtmetyje pradėjęs kalbėti apie vaikus, mokymąsi ir kompiuterius – apie tamprų šių trijų objektų tarpusavio ryšį, yra Seymouras Papertas. Jis iškėlė naujas idėjas mokymo tema ir, galėtume teigti, dar anuomet išprognozavęs ateities pokyčius mokymo ir mokymosi procese; numatęs ateities – kompiuterinės kultūros epochą. Dar tada S. Papertas išvelgė ateities besimokančios visuomenės vaizdą ir apie tai prabilo garsiai.

Minėtąją „kompiuterinę“ kultūrą formuoja kompiuteriai ir kitos sparčiai į visuomenę besiveržiančios naujos technologijos. Tokia kultūrinė terpė, pilna informacinių technologijų, lemia kitokį požiūrį ir į švietimą. Čia ne tik mokymosi procesas tampa kitoks, bet ir mokytojų elgesio nuostatos kinta. „Technologija keičia ne tik pamoką, ji keičia mūsų sąmonę, siūlo naujus žodžius mokytojavimui apibūdinti, suteikia švietimo reformai kryptį.“ (Iš R. Ališausko pratarinės S. Paperto „Minčių audrų“ lietuviškajam leidimui).

Tokiame sparčios kaitos ir technologijų amžiuje, kai nieko nėra pastovaus, idėjos ir tiesos taip pat kinta: *informacinės technologijos* įtakoja ugdymo filosofiją, įtakoja konkrečias ugdymo sritis, taigi taip pat įtakoja ir *matematikos mokymo* bei *mokymosi* procesą. Matematikos mokslas anuomet pirmasis iškėlė informacinių technologijų poreikį – elektroninės skaičiavimo mašinos (pirmieji kompiuteriai, 1939 m., 1945 m.), vėliau asmeninių kompiuterių (8-ojo dešimtmečio pradžia) pirmoji paskirtis buvo matematinių uždavinių sprendimas (žodis „kompiuteris“ kilęs iš anglų k. žodžio *compute*, reiškiančio „skaičiuoti“), dabar gi – jau nesiliaujantis technologijų virsmas verčia keisti požiūrį į pačią matematiką. IT tapo ne tik įrankiu, bet ir mokymo (-osi) medžiaga, dalyku, kurio reikia mokytis, kurį reikia suprasti.

Šio darbo tikslas – pabandyti aptarti informacinių technologijų fenomeną dabarties žinių visuomenės amžiuje, interneto technologijas siejant su mokymo(si) procesu; susipažinti su matematikos mokymo filosofijos (matematikos filosofijos) keliamais klausimais, bei atskleisti šių dviejų minėtų objektų tarpusavio sąsajos aspektus.

Baigiamąjį darbą sudaro keturi skyriai. Pirmame skyriuje aptariamos informacinių technologijų bei informacinės visuomenės sąvokos, pateikiama mokymosi proceso samprata technologinio kitimo amžiuje, išryškunami skirtumai tarp klasikinės mokymo ir šiuolaikinės mokymo(si) paradigmu, bei pateikiami pavyzdžiai, kaip galima pajvairinti mokymo(si)

procesą pasitelkiant populiariesnes ir plačiau taikomas informacinių technologijų – daugiau naujos kartos interneto paslaugų ir technologijų teikiamas galimybes.

Antrasis skyrius yra skirtas plačiai pastaruoju metu paplitusioms konstruktyvizmu besiremiančioms mokymo(si) teorijoms ir jų bruožams aptarti: atskleidžiamos pagrindinės konstruktyvizmo idėjos, jų kilmė, pristatoma konstrukcionizmo pedagoginė teorija, bei jos autoriaus S. Paperto konstrukcionizmu grindžiamo mokymosi aiškinimas. Paliečiamas naujasis 2004 m. G. Siemens'o pasiūlytas požiūris į mokymąsi – konektyvizmo teorija, bei pateikiami esminiai šios teorijos principai.

Trečiasis skyrius skirtas pristatyti matematikos mokymo filosofijos keliamiems klausimams, pradedant nuo matematikos filosofiją dominančių klausimų ir apsistoiant ties mokymo bei mokymosi prigimtį ir esmę gvildenančiais klausimais. Paskutiniajame skyriuje siekiama susieti matematikos mokymą bei mokymąsi ir informacines technologijas: ieškoma atsakymų į klausimus, kokią reikšmę kompiuteris, interneto technologijos ir paslaugos, kitos skaitmeninį amžių apibūdinančios naujovės technologijų srityje turi matematikos mokymo(si) procesui, kaip jį paliečia, kokias naujas galimybes atveria, kokių vaidmenį atlieka ir kokią įtaką daro (naudą ar nenaudą neša), kaip keičia matematikos mokymo filosofiją apskritai.

## 1. INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS IR MOKYMO(SI) PROCESAS

*We are all learners. We are all teachers.*

M. Prensky

### 1.1. Informacinių technologijų samprata

Visuotinėje lietuvių enciklopedijoje (T. VIII, 2005) pateikiamas toks informacinių technologijų sąvokos apibrėžimas: *informacinės technologijos (informacijos technologijos)* tai priemonių ir būdų informacijai rinkti, laikyti, persiųsti, apdoroti ir kitaip tvarkyti kompiuteriu visuma. Kitaip tariant informacinės technologijos (IT) apima informatikos (mokslo apie informaciją (angl. „*computer science*“), Lietuvoje informatikos terminas paplito nuo 1986 m., kai į bendrojo lavinimo mokyklų programas buvo įtrauktas informatikos ir skaičiavimo technikos pagrindų kursas) praktinę dalį – kompiuterių taikymą. Pagrindine informacijos tvarkymo priemone kompiuteris tapo XX a. 2-oje pusėje.

IT sąvokai yra gimininga platesnė *informacinių ir komunikacinių technologijų (IKT)* sąvoka. Į šią sąvoką įeina telekomunikacijos sąvoka, reiškianti informacijos (garsinių, skaitmeninių, vaizdinių duomenų) perdavimą (apdorojimą) per atstumą ryšių priemonėmis (pvz. kompiuterių tinklais).

Šiuolaikinė visuomenė stipriai susijusi su informacijos technologijų taikymu. Pagrindinis jos bruožas yra tai, jog svarbiausias jos produktas – informacija, o ištekliai – žinios. Todėl dabarties amžiaus visuomenė apibūdinama *informacinės visuomenės* (kitaip *informacijos visuomenė, žinių visuomenė*) terminu. Visa informacinės visuomenės veikla paremta informacinėmis technologijomis, turinčiomis didelę pasiūlą ir paklausą. Keli esminiai informacinės visuomenės bruožai: nuotolinis darbas (įprasto darbo atlikimas naudojantis telekomunikacijos priemonėmis namie ar kur kitur), nuotolinis mokymasis (mokymasis nebūtinai mokymo įstaigoje, o bet kur, kur yra galimybės naudotis telekomunikacijos priemonėmis) ir kt.

### 1.2. Mokymo(si) procesas ir mokymosi proceso koncepcijos

Mokymo teorija, nagrinėjanti mokymo ir mokymosi klausimus, yra vadinama *didaktika*. Pirmiausia šis, iš senosios graikų kalbos kilęs terminas, etimologiškai reiškia, jog mokymo bei mokymosi procesas yra mokslas ir menas. Išsamesnė didaktikos definicija

skambėtų taip: didaktika – tai mokslas apie mokymą ir mokymąsi, mokymo(si) tikslus, turinį, metodus, priemones, organizavimą bei siekiamus rezultatus (V.Kukušin, 2003). Kalbėdami apie mokymą(si), šio termino turiniui priskirsime tiek proceso, tiek veiklos, tiek mokinio - mokytojo sąveikos charakteristikas.

Mokymosi procesą apibrėšime kaip interaktyvų dinamišką individualų procesą. Modernų, šiuolaikinį požiūrį atitinkantį, mokymosi proceso apibūdinimą pateikė J.Novak (1998): mokymasis yra aktyvus ir konstruktyvus procesas, kuris skatina mąstymo, jausmų ir veiklos integraciją.

Mokymosi, kaip *žinių įsisavinimo* proceso aiškinimo pradininkas J.A.Komenskis (pirmasis pavartojo didaktikos terminą, laikomas mokymo teorijos kūrėju) teigė, kad mokymasis pirmiausia yra žinių įsisavinimas, bei sugebėjimas spręsti klausimus, remiantis šiomis žiniomis. Vienas iš pagrindinių šio požiūrio principų yra tai, kad *mokymasis yra vienas iš pažinimo būdų*, įsisavinimas susiklosčiusios žinių sistemos. Vėliau ši koncepcija vis labiau buvo siejama su pažintine patirtimi. Patirties įsisavinimas traktuojamas kaip mokymosi rezultatas, kaip žinių įtvirtinimas, patikrinimas ir panaudojimas.

Kita kryptis mokymąsi aiškina kaip *patirtį*, susiejančią mokymąsi su žmonių *elgesiu-veikla* (šios krypties šalininkai vadinami bihevioristais). Čia mokymasis traktuojamas kaip naujų kognityvinių elgesio modelių, kurie įgyvendinami probleminėse situacijose, įgyjimas. Ž. Piažė išskyrė patyrimo įsisavinimo per mokymąsi formas: asimiliaciją (naujo objekto įjungimas į senas jau esamas mąstymo schemas) ir akomodaciją (aktualių išėities schemų pritaikymas naujiems veiklos objektams, keičiant pastarųjų struktūras).

### 1.3. Mokymosi proceso sąvoka technologinio kitimo amžiuje

Gyvename kaitos procesų ir informacinės visuomenės vystymosi laikotarpiu. Pasaulis nėra statinis, pasaulis kasdien vis mažiau laukia – jame vykstantys įvykiai, besisukantys reiškiniai palieka vis mažiau vilties tikėtis, jog turime pakankamai laiko tiems reiškiniams atskleisti. Vienas idėjas keičia kitos, senas sąvokas papildo naujos, dalykai greičiau pasensta nei spėjame prie jų priprasti. Pasaulis kaskart vis labiau keičiasi žmonėms su juo sąveikaujant. Jaunoji karta susiduria vis su didesniais iššūkiais.

Informatikos mokslo raida ir vis didesnis įsigalėjimas išryškino didelę žinių vertę, bei praktinę naudą. Kompiuterio reikšmė su laiku tapo ir toliau kasdien įgyja vis svarbesnę reikšmę kiekvieno mūsų gyvenime ne tik siekiant sutaupyti darbo sąnaudas ir laiką siekiant užsibrėžtų tikslų. Šie visuomenės gyvenimo pokyčiai palieka pėdsakus ir švietime: IT

neišvengiamai skverbiasi ne tik į kiekvieno iš mūsų namus, bet ir į mokyklas, bei kitas švietimo įstaigas, keičia mokymo bei mokymosi procesą.

M. Prensky („*How to teach with technology -- keeping both teachers and students comfortable in an era of exponential change*“) 21 a. apibūdina, kaip eksponentinio technologinio kitimo amžių, kurio pagrindinis iššūkis mokytojui, bei besimokančiajam – technologijomis pagrįstas mokymas(is). Šiuolaikinis informacijos technologijų kupinas pasaulis verčia iš naujo apvarstyti mokytojo bei besimokančiojo vaidmenį, principus, kuriais remiasi šis santykis.

Švietimo sistemos pasaulyje pasikeitė iš esmės. Mokyklos akis į akį susiduria su technologijų teikiamomis naujovėmis, kurios verčia keistis, atsisakyti kai kurių taip giliai įsišaknijusių ir atrodytų per amžius nesenstančių tradicinių tapusių principų.

Švietimo ir mokslo ministerijos duomenimis (ŠMM) Lietuvoje 2010 m. m. daugiau nei 110 mokyklų pradėjo atsisakiusios popierinių dienynų ir pasikliaudamos vien elektroniniais. Netgi pradinukai pradeda mokytis kompiuteriais: nuo 2011 m. pradžios keliose Lietuvos mokyklų pradinėse klasėse vykdomas projektas mokymosi procese panaudojant kompiuterius ir ugdymui skirtą programinę įrangą (Moksleivių ir mokytojo kompiuteriai bei skaitmeninė, į paspaudimus reaguojanti lenta yra sujungta į vieną, pedagogo valdomą sistemą. Mokytojas vienu metu visiems vaikams gali įjungti atitinkamas programas, nurodyti užduotis, stebėti jų sprendimą bei iškart analizuoti rezultatus.).

Dar neseniai tokios skaitmeninės technologijos, kaip mobilieji telefonai ir skaitmeninės kameros buvo uždrausta daugelyje mokymo įstaigų. Dabar gi ne tik šios technologijos tapo kasdienybe net ir ugdymo proceso metu, bet kasdien žengiama vis toliau – viename Japonijos universitetų tikrinamas studentų paskaitų lankomumas bei gerinamas dėstytojų ir studentų darbas bei paskaitų kokybė naudojantis ne kuo kitu, kaip „*iPhone*“ telefonais (REUTERS). Maža to, šiai naujovei prognozuojama vis didesnio pritaikomumo švietimo procese ateitis. Taip pat Japonija ketina popierinius moksleivių vadovėlius pakeisti elektroniniais (BNS), o minėtos šalies vyriausybė patvirtino programą, jog iki 2020 m. kiekvienas moksleivis per pamokas turėtų kompiuterį. Ir tai atrodo natūralu vaikams, kurie dabartiniame laikmetyje yra pažįstami su skaitmeninėmis technologijomis nuo pat gimimo.

Taip pat šalia formaliojo ugdymo vis didesnę reikšmę įgyja neformalusis – ryškėja vis didesnis bendrųjų socialinių ir asmeninių kompetencijų lavinimo poreikis.

Bene pagrindinė idėja, padariusi perversmą mokymo(si) proceso suvokime ir kuri pakeitė šios sąvokos prasmę, buvo ta, kad *mokymas nėra vien žinių perdavimas, tų žinių priėmimas ir jų pritaikymas konkrečioje situacijoje*. Nebegalime būti tikri, kad tai, ko

mokome mokinius šiandien, bus naudinga ateityje. Taigi turime koncentruotis ties tuo, jog mokyklose daugiau dėmesio reikia skirti ne žinioms (kurias galime rasti *google* paieškos sistemoje internete), o gebėjimui mąstyti, suvokti, kūrybingai panaudoti ir pritaikyti naujose situacijose tai, ką išmoko, bei dirbti komandoje ugdymui. Padėti mokiniams išmokti mokytis, priešingai anksčiau laikytosios nuomonės, jog mokiniai mokykloje įgys žinių visam gyvenimui. Tokias mintis išreiškė ką tik Lietuvoje viešėjęs Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos (OECD) tarptautinių PISA tyrimų vadovas prof. Andreasas Schleicheris [6].

Taigi šiandieną mokymo(si) procesui apibūdinti prireikia kitokių žodžių: keičiasi ugdymo metodai, ugdymo procesas ir jo įrankiai, atsiranda kiti ugdymo tikslai, keliama kur kas daugiau uždavinių. „Skaitmeninė karta“ susiduria vis su didesniu vis sudetingesnių informacinių komunikacinių technologijų antplūdžiu. Mokymo(si) sąvoka įgyja naujas prasmes ir reikšmes. Vis dažniau girdime akcentuojant mainus (dalijimąsi) mokymosi proceso metu, kalbant apie aiškia kryptį turintį į save (besimokantį) nukreiptą mokymąsi, į rytdieną orientuotą mokymąsi, mokymąsi už mokyklos ribų, kūrybišką ir aktyvų mokymą(si), mokymąsi dalykų, kurie įdomūs ir kurie domina vaikus, teisę atsiskleisti, pasirinkti ir didesnę šio pasirinkimo laisvę, mokytis su galimybe suklysti.

Šiandienos visuomenė pripažįsta, jog mokymasis vyksta visą gyvenimą. Išskyla mokymosi mokytis (metamokymasis) būtinybė. Mažiau dėmesio skiriama mokymo(si) turiniui, kur kas svarbiau – pats mokymosi procesas, jo eiga.

#### **1.4. Šiuolaikinės mokymo(si) ir klasikinės mokymo paradigų palyginimas**

Keičiantis visuomenės egzistavimo formoms, bei kintant pasauliui, keičiasi ir mokymo paradigma. Mokymo proceso samprata įgyja naujas prasmes (šalia *mokymo* atsiranda *mokymasis*), mokymo(si) sąvoka tampa vis labiau dinamiška, nes turi prisitaikyti prie pasaulio, išgyvenančio socialinius, ekonominius ir technologinius pokyčius.

Jau anuomet, daugiau nei prieš 20 metų, pedagogės, mokslininkės, habil. dr. prof. M. Lukšienės darbuose randame išreikštas mintis apie globalizaciją, technologijų virsmą, nuolatinę kaitą [4]. Šie procesai vertė imtis priemonių, diktavo sprendimus, skatino naujus iššūkius švietimo srityje. Aktyvi naujo laikotarpio švietimo strategijos iniciatorė, modeliuodama Lietuvos švietimo ateitį, savo darbuose kalbėjo apie laikmetį, keliantį uždavinį mąstyti visumiškai, globaliai, kaip sukurti naują bendruomenę, kuri gebėtų pereiti nuo vietinio mąstymo prie visuminio mąstymo būdo, atmetant nereikšmingas ir menkas



detales; su tuo susijusį neišvengiamą ugdymo turinio integravimą; apie tai, jog nėra vienos tiesos, yra tik skirtingi požiūriai; apie tai, jog ugdymas – tai žmogaus auginimas (o ne formavimas), todėl švietimo ir mokyklos siekis – ugdyti žmogų, gebantį savarankiškai kelti klausimus bei formuoti savo paties pasaulėžiūrą. Daktarė M. Lukšienė taip pat kėlė mokyklos, kaip bendruomenės, gyvenimo mokykloje, kaip gyvenimo visuomenėje, mokymosi visą gyvenimą idėjas [4]. Šiomis idėjomis gyvename ir dabar. Lietuvos švietimo reformos kūrėjos ugdymo idealas, kuriuo yra grindžiamas ugdymo turinys (vienas iš svarbesnių aspektų) – *savarankiškai mąstantis, kūrybiškas, konstruktyviai veikiantis asmuo* [4].

2003 m. formuojant ilgalaikes švietimo strategijos nuostatas Lietuvoje vienais iš esminių iššūkių švietime buvo laikomi informacijos „sprogimas“, pasireiškiantis itin didele jos gausa, bei sparti kaita, o tuo tarpu švietimui buvo keliami uždaviniai, vienas kurių – „sukurti sąlygas tęstiniam, visą gyvenimą trunkančiam mokymuisi“. Sustiprintas dėmesys skiriamas informacinės kultūros ugdymui [3]. Valstybinės švietimo strategijos nuostatose taip pat kalbama apie tai, jog visuose švietimo lygiuose turi būti diegiami „aktyvūs, savarankiškumą ir bendradarbiavimą skatinantys mokymosi metodai ir savarankiškos veiklos praktika“. Kintantis mokytojo vaidmuo žinių visuomenėje apibrėžiamas bei mokytojas apibūdinamas, kaip „mokytoją – žinių turėtoją ir perteikėją keičia mokytojas – mokymosi organizatorius, mokymosi galimybių kūrėjas, mokymosi patarėjas, partneris, tarpininkas tarp mokinio ir įvairių šiuolaikinių informacijos šaltinių“.

Kiti Lietuvos švietimą reglamentuojantys dokumentai (*Mokinių pažangos ir pasiekimų vertinimo samprata, Bendrojo lavinimo mokyklų bendrieji ugdymo planai* ir kt.) taip pat rekomenduoja metodus, skatinančius mokinių *aktyvų mokymą(si)*. Ir IT čia atlieka svarbų vaidmenį – gali sukurti tokią aktyvaus mokymo(si) aplinką.

Valstybės pažangos strategijos „Lietuva 2030“ projekte ([www.lietuva2030.lt](http://www.lietuva2030.lt)) atsižvelgiant į dinamišką pasaulio aplinką, technologijų ir ryšių revoliuciją, verčiančią keistis ir kaip įmanoma greičiau prisitaikyti prie naujų pokyčių, matomas *kūrybingas, atsakingas, veiklus* ir *atviras* iššūkiams bei naujovėms Lietuvos pilietis. Todėl švietimui keliami uždaviniai: kurti mokymosi visą gyvenimą sistemą, ugdyti individualius asmens gebėjimus, stiprinti kritinį mąstymą, skatinti idėjas; sudaryti mokymo programas, kurios būtų nukreiptos į skatinimą mąstyti, analizuoti, ieškoti, kurti (ne atkartoti), veikti kūrybiškai.

Šiuolaikinė mokymosi paradigma remiasi supratimu, jog mokymasis yra paties individo konstruktyvi veikla, sudarant jam mokymosi sąlygas bei suteikiant reikiamą pagalbą. Mokymasis – mokinio aktyvus dalyvavimas mokymo procese. Mokymasis gali

vykti visur, kur tik besimokantysis turi galimybę naudotis informacijos šaltiniais ir priemonėmis.

Pagrindiniai skirtumai tarp klasikinės mokymo ir šiuolaikinės mokymo(si) paradigų pateikti žemiau esančioje lentelėje. Sparčiai kintančios visuomenės ir informacijos pertekliaus paskatintas esminis skirtumas – pakitęs požiūris į mokymo(si) tikslus.

*1 lentelė. Klasikinės mokymo ir šiuolaikinės mokymo(si) paradigų palyginimas*

	<b>Klasikinė MOKYMO paradigma</b>	<b>Šiuolaikinė MOKYMO(SI) paradigma</b>
<b>Mokymo(si) tikslas</b>	Racionalus formalių žinių pateikimas, faktų ir informacijos kaupimas, įsiminimas bei tikslus atkūrimas ir atkartojimas	Žinių transformavimas į supratimą, mokinių aktyvumas, kūrybiškumo skatinimas; mąstymo ugdymas, mokymas mokytis, kritiškai mąstyti, spręsti problemas
<b>Požiūris į žinias</b>	Žinios – užbaigti kitų žmonių mąstymo produktai; žinios nekintamos, tokios, kurias galima perteikti	Žinios gali būti diskutuotinos, abejotinos, kintamos; žinojimas – asmenišką (subjektyvus), reikšmę žinioms konstruojame mes patys, remdamiesi savo patirtimi
<b>Mokymosi aplinka</b>	Griežta, pastovi: klasė, auditorija	Lanksti: visur, kur yra informacijos šaltiniai ir priemonės
<b>Mokymo(si) pobūdis</b>	Pasyvus mokymas(is)	Aktyvus mokymas(is), dalykų integracija, mokymasis veikiant, susiduriant su problema, kurios sprendimo ieškoma
<b>Mokymo metodai ir priemonės</b>	Žodiniai; Lenta, sąsiuvinis, rašiklis (vien tik realūs objektai)	Savarankiškumą, bendradarbiavimą, mokymąsi mokytis skatinantys; Informacinės komunikacinės technologijos (virtualūs objektai)
<b>Mokytojo - mokinio santykis</b>	Mokytojas – žinių teikėjas; santykis vienkryptis (mokytojas mokiniui), paremtas autokratišku mokytojo vaidmeniu	Mokytojas – mokymosi aktyvintojas, pagalbininkas, kuris nukreipia, pastumia; santykis lygiavertis, bendradarbiavimas, sąveika, bendravimas (paritetiniai santykiai); mokytojas autoritetas
<b>Atsakomybė už mokymosi sėkmę</b>	Mokymosi procesą kontroliuoja mokytojas	Ir mokytojas, ir mokinys – abu vienodai atsakingi
<b>Vertinimas</b>	Vertinamos tik žinios	Vertinama pažanga, gebėjimas analizuoti
<b>Mokymo teorijos</b>	BIHEVIORIZMAS (mokomasi to, už ką galima gauti atlygį; B.F.Skinneris)	KONSTRUKTYVIZMAS (uždavinių sprendimas, savarankiškas darbas, atradimai; Ž.Piažė, S.Papertas, L.Vygotskis)

Matome, koks didelis atotrūkis tarp to, kas buvo laikoma klasika mokymo procese, ir to, kur link žengiame šiandien – tarp mokymo, paremto principu „įdėk žinias į mokinį“ bei nuolat „testuok, ar jos ten yra“ ir mokymo, nustūmusio šį griežtą klasikinį formalaus mokymosi principą į naują šiuolaikinį mokymą, kuris sako: „pasiimk žinias pats, kurios manai tau esant reikalinga“.

### 1.5. Informacinės technologijos mokymo(si) procese

Kompiuterių tinklas (saitynas) socialinės programinės įrangos (*social software*) pagalba gali sujungti žmones, turinčius tuos pačius ar panašius interesus, tam, kad jie galėtų gilinti savo žinias ir ugdytų gebėjimą mokytis. Pastaraisiais metais ypatingai daug kalbama ir pastebima, jog ypač sociali yra interneto projektų ir paslaugų grupė – vadinamosios Web 2.0 technologijos (tinklaraščiai (*blog*), vikisvetainės (*wiki*), tinklalaidžių prenumerata (*podcasting*), socialinių tinklų kūrimo įrankiai („MySpace“, „Facebook“) ir kt.). B. Benzingeris savo trijų dalių straipsnyje „Back to school with the class of Web 2.0“ [20] pateikia visą Web 2.0 sistemų, skirtų taikymui švietimo srityje, sąrašą.

E. Šiaudvytienė [19] pateikia tokius minėtos socialinės programinės įrangos ir šių technologijų nešamos naudos mokymo(si) procese pavyzdžius:

- *Tinklaraščiai (edu-blogging)*. Kadangi tinklaraščiuose publikuojami chronologine tvarka išdėstyti straipsniai-užrašai, tai jų autorius (mokinys) savo asmeniniuose užrašuose ir komentaruose gali ne tik kurti tarpusavyje susijusių žinių bloką, bet tuo pačiu sekti savo mąstymo eigą bėgant laikui (o mokytojas gali stebėti mokinio darbo procesą). Mokytojas tinklaraščio dėka gali pristatyti savo dėstomą kursą (skelbti naujienas, užduotis, kitą aktualią medžiagą).
- *Socialinis žymėjimas (social bookmarking)*, kuris suteikia galimybę interneto vartotojui ar vartotojų grupei fiksuoti pasirinktus interneto svetainių adresus bei susieti juos su reikšmingais žodžiais (*tags*), kurie apibūdina žymimą tinklalapį, gali būti naudingas tuo, jog mokiniai ar mokytojai gali lengvai sudaryti interneto svetainių registrą arba pateikti literatūros šaltinių kuria nors tema sąrašą. Vartotojas savo interneto adresų sąrašu gali dalintis su kitais.
- *Socialinio rašymo platformos (social writing platforms)* – tai vikisvetainės (*wikis*), kurių žinomiausia Vikipedija (*Wikipedia*) ar bendro redagavimo įrankių (*collaborative editing tools*) naudojimas, kurie suteikia galimybę interneto vartotojams, esantiems skirtingose vietose, vienam asmeniui vadovaujant, drauge

dirbti redaguojant tą patį dokumentą vienu metu. Bendro redagavimo įrankiai mokykloje – puiki priemonė darbui grupėse.

M. Prensky (2007) iš didelio įmanomo sąrašo išskiria tokius naudingo darbo mokymosi procese, pasitelkiant arčiausiai mūsų esančias technologijas, pavyzdžius (kaip jis pats teigia – „labiausiai ginčytinus ir keliančius abejonių“, tačiau jam puikiai argumentuotai pavyksta juos pagrįsti): Vikipedija (*Wikipedia*), tinklalaidžių prenumerata (*podcasting*), tikralaikis pokalbis arba tekstinių žinučių siuntimas (keitimasis) telefonu (*instant messaging*), mobiliųjų telefonų fotoaparatai (*phone-based cameras*).

Taip pat svarbią reikšmę ugdymo procese, jei tik jomis apgalvotai ir tinkamai naudojamosi, gali turėti šios per pastaruosius daugiau nei dešimtį metų sparčiai paplitusios technologijos, tokios kaip elektroninis paštas ir elektroniniai laišakai (*email*), paieška (*search*), apklausa (*polling devices*), lygiarangiai(-ės) (*peer-to-peer*), kompleksiniai kompiuteriniai vaizdo žaidimai (*complex computer and video games*), socialinių tinklų (*social networking*) sistemos („MySpace“, „Facebook“, „Frype“, „Second Life“, „Elgg“), įvairaus skaitmeninio turinio dalinimosi (*media sharing*) paslaugos („Flier“ (nuotraukos), „YouTube“ (video), „Odeo“ (garso įrašai), „DeviantArt“ (meno kūriniai), „Scribd“ (tekstiniai dokumentai)), papildyta realybė (*augmented reality*), skaitmeninis fotoaparatas / vaizdo kamera (*digital cameras/videocams*), globalinė padėties nustatymo sistema (*GPS*), spartos greitintuvai (*speed enhancers*), interaktyvioji lenta (*interactive whiteboard*), skaitmeniniai vaizdo (universalieji) diskai (*DVDs*), belaidės technologijos (*wireless technologies*). Ir tai nėra visi įmanomi variantai toli gražu, taip pat visai tikėtina, jog per ateinančius 5-10 metų mes išvysime pasirodant dar daugiau ir naujesnių technologijų nei pamatėme per pastarąjį dešimtmetį.

Informacinių ir komunikacinių technologijų panaudojimas, naujosios interneto paslaugos ir technologijos mokymo bei mokymosi proceso metu įgalina įgyvendinti mokymo(si) proceso principus, kuriais remiasi šiuolaikinė mokymo(si) paradigma.

## 2. KONSTRUKTYVIZMAS – KAIP PRIEMONĖ ĮGYVENDINANT ŠIUOLAIKINES DIDAKTINES NUOSTATAS

*Konstruktivizmas: mokymasis vyksta visą gyvenimą, jis turtina žmogų ir teikia džiaugsmo.*

### 2.1. Konstruktyvistinis mokymas

Siekdamas suprasti ir atsakyti į klausimą, kaip žmonės mokosi ir kaip vyksta žinių kūrimo procesas, šveicarų psichologas Ž. Piažė (*J. Piaget*) suformulavo *konstruktyvizmo* teoriją [17]. Atlikdamas tyrimus mokslininkas pastebėjo, jog įvairiais amžiaus tarpsniais vaikų bendrojo mąstymo ypatumai yra skirtingi. Tokiu būdu buvo padarytos išvados, kurios ir paskatino to, ką vadiname konstruktyvizmo teorija, atsiradimą. Ši teorija teigia, jog žinios palaipsniui yra dekontekstualizuojamos nuo „čia ir dabar“ iki „ten ir tada“, o tai reiškia, jog vaikai palaipsniui įgyja gebėjimą atitolti nuo konkrečių juos supančių ir matomų objektų, ir su laiku pradėti jau mintyse manipuliuoti simboliniais šio realaus ar hipotetinio pasaulio objektais ir reiškiniais [17]. Ž. Piažė atradimai parodė, kad vaikas nuo pat gimimo *patys aktyviai kuria žinojimą (konstruoja žinias)*, remdamasis savąja gyvenimo *patirtimi*: vaikui augant vyksta mokymosi procesas, kurio metu yra konstruojamos vis stabilesnės ir sudėtingesnės žinių (mentalinės) struktūros. Naudodamasis šiomis savo paties sukonstruotomis struktūromis vaikas interpretuoja pasaulį. Būtent todėl palaipsniui pradėjo rasti supratimas, bei tvirtinimai, jog nebegalime žiūrėti į vaiką kaip į tuščią popieriaus lapą, kurį vien tik suaugusieji gali pripildyti žinių.

Visos konstruktyvizmo besiremiančios teorijos, ieškomos ir siūlydamos būdus mokymuisi pagerinti, remiasi požiūriu, jog žinios nėra informacija, bet tai pamokos, kurias įsisaviname iš savo patirties. Todėl mokytojas čia nėra visa galintis – o tik pagalbininkas, skatinantis tyrinėti, veikti, išreikšti, dalintis. Mokytojo uždavinys – siūlyti tokius konstravimo metodus, kurių pagalba, galėtume patirti pamokas, kurių metu įgyjame žinių.

Būtent konstruktyvizmo teorijos grindžiamais žinių įgijimo metodais edukacinis procesas virsta *mokymo bei mokymosi* procesu, skirtingu tradiciniam *mokymui*.

## 2.2. S. Papertas ir jo mokymo filosofija – konstrukcionistinė pedagogika

Seymouras Papertas (*S. Papert*), matematikas, edukologas, informatikas bei vienas iš dirbtinio intelekto teorijos pradininkų, o taip pat plačiai pasaulyje paplitusios Logo programavimo kalbos vaikams autorius, išplėtojo Ž. Piažė konstruktyvizmo teoriją, pasiūlydamas konstrukcionistinį požiūrį į mokymą(si). *Konstrukcionizmas* – nekonstruktyvistinė pedagoginė teorija, kuri pripažindama žinių konstravimo ypatumus ieško būdų (siūlo priemones ir metodus) mokymuisi pagerinti.

Laikydamasis prielaidos, jog žinojimą vaikas aktyviai kuria pats, S. Papertas siekė suprasti, kokiomis sąlygomis vaikams geriausiai sekasi kurti savo žinias, ir pradėjo ieškoti būdų, galinčių paskatinti ir padėti vaikui aktyviau kurti savąjį žinojimą. Taip gimė naujas supratimas ir mokymosi proceso efektyvumo, bei jo metu patiriamos sėkmės aiškinimas: anot Paperto, mokymasis geriausiai vyksta tada, kai besimokantysis *aktyviai kuria išorinio pasaulio objektus* (o ne tik žinių struktūras, kaip mentalinius objektus – ką teigia konstruktyvizmas) ir yra įsitraukęs į įdomaus, jam reikšmingo ir suprantamo produkto kūrimą. Iš čia atsiranda frazė „*learning by making*“, arba „mokymasis kuriant“. Kitaip tariant, vaikui konstruojant ir kuriant materialiame pasaulyje, kartu sukuriamas žinojimas ir jo galvoje. Nes tikros, fundamentinės žinios neįgyjamos automatiškai vien tik išgirdus ar perskaičius, jos susiformuoja kaip asmenybės vidinio kūrybinio aktyvumo rezultatas.

S. Papertas daug dėmesio skyrė individo potyriams mokymosi proceso metu, kalbėjo apie emocingą gimstančio žinojimo išgyvenimą. Mokslininkas pats išsamiai aprašė, kokias emocijas jis patyrė vaikystėje stebėdamas pradžioj nesuprantamo mechanizmo veikimą ir ką jis jautė tuo momentu, kai atėjo supratimas: „Aš labai aiškiai atsimenu savo jaudulį, kurį patyriau pastebėjęs, kad sistema, kuri nėra griežtai determinuota, gali būti valdoma tam tikrų dėsnių ir nesunkiai suprantama. <...> Mano ryšys su krumpliaračiais buvo kupinas jausmo, meilės, ne tik supratimo“ (Papertas, 1995).

Tam, kad besimokantysis konstruodamas savo žinias, galėtų aktyviai kurti išorinio pasaulio objektus, konstruoti, statyti ir kitaip aktyviai veikti įsitraukiant į reikšmingo ir jam suprantamo produkto kūrimą – reikalingos galimybės šiai veiklai ir įrankiai. Čia šalia turi atsirasti suaugusysis, kurio užduotis – sudaryti vaikui tinkamą aplinką, galimybes bei priemones įsitraukti ir dalyvauti kūrybinėje veikloje.

Ieškodamas būdų, kaip sudaryti tokias mokymosi sąlygas, kad vaikai galėtų aktyviai kurti ir konstruoti, įsitraukdami į jiems įdomią veiklą, S. Papertas savo idėjomis ir darbais atvėrė kelią informacinių technologijų taikymo mokymosi procese pradžiai.

### 2.3. Konektyvizmas: skaitmeninio amžiaus teorija

Nuo 2007 m. vis labiau kreipiamas dėmesys ir imta vis garsiau kalbėti apie naujos kartos interneto paslaugas ir technologijas – Web 2.0 (šis terminas atsirado po pirmosios O'Reilly Media kompanijos surengtos konferencijos 2004 m., kuri jau dabar vyksta kasmet ir vadinasi *Web 2.0 Summit*). Tuo laiku buvo pastebėtas ryškus technologijų pasikeitimas interneto vartotojo naudai: t.y. kiekvienas vartotojas palaipsniui įgyja vis didesnę galią įtakoti tai, ką randame internete – vartotojas tampa ne vien tik turinio, kurį jis randa internete, pasyviu priėmėju, tačiau dabar jau ir to turinio pateikėju.

Įvykus šiam pokyčiui ir pradėjus kalbėti apie Web 2.0 erą, atsirado tyrimų apie Web 2.0 vaidmenį švietime, organizuojamos konferencijos šia tema, svarstoma apie Web 2.0 pritaikymo ugdymo srityje galimybes, keliami klausimai, ką naujo ir naudingo gali atnešti šios naujos kartos interneto technologijos ir paslaugos švietimo srityje. Tuo tikslu 2010 m. spalio 1-5 d. Vilniuje vyko tarptautinė konferencija, skirta naujosios kartos saityno technologijoms ir jų taikymui mokyme „Mokymosi bendruomenė ir antrosios kartos saityno (Web 2.0) technologijos“.

Panašiu laiku, pradėjus kalbėti apie Web 2.0 naujoves ir gausų jų paplitimą bei didelį vartotojų aktyvumą jų panaudojime, 2004 m. G. Siemens'as pasiūlė *konektyvizmo (connectivism)* teoriją. Ši mokymo teorija (arba požiūris į mokymąsi) būtų tai, kas seka po biheviorizmo, kognityvizmo ir socialinio konstruktyvizmo. Konektyvizmo teorija teigia, jog dėl žinių senėjimo greičio augimo kur kas svarbiau šiandien jau yra ne faktinės žinios (*know-what*) ar žinojimas, kaip veikti (*know-how*), bet žinojimas, kur surasti reikiamų žinių (*know-where*) (Šiaudvytienė, 2007). Minėtoje konferencijoje taip pat buvo skirta dėmesio konektyvizmo teorijai: konektyvizmo ir mokymo(si) sąsajas apžvelgti J. Lipeikienė pateikė konektyvizmo idėjų pritaikymo mokymo praktikoje pavyzdį – pristatė tyrimą, kurio metu buvo atlikta konektyvizmo mokymo praktikoje Vilniaus pedagoginiame universitete (nuo 2011 05 19 – Lietuvos edukologijos universitetas (LEU)) atvejo analizė.

Žemiau esančiame paveikslėlyje pateiktas kognityvizmo, konstruktyvizmo ir konektyvizmo palyginimas, parodant esminius skirtumus tarp šių mokymosi teorijų (žr. *I pav.*). Mokymo praktikoje, paremtoje kognityvistine mokymo teorija, svarbi figūra yra mokytojas. Jam ir atitenka svarbiausias vaidmuo mokymo procese – žinių perdavimas. Žinios pateikiamos bendrai visiems, nesigilinant į kiekvieną mokinį, kaip atskirą individualią asmenybę su skirtinga patirtimi ir gebėjimais. Jei žvelgtume į mokinius mokymosi proceso

metu, būtų sunku atsakyti, ar jie visi susieti ir sąveikauja tarpusavyje, ar kiekvienas jų veikia atskirai (mokymosi proceso metu yra tik pats su savimi): toks klausimas kognityvizmu grindžiamame mokymosi aiškinime net nekliamas – tuo pačiu metu visi esti, kaip viena masė, žinių ir informacijos perdavimo požiūriu, bet taip pat kiekvienas sau atskirai, kaip atskiras individas bandydamas tas žinias perimti.

Konstruktivizmas mokymąsi aiškina, kaip individualų, kūrybišką, veiklą paremtą savo paties žinių struktūrų konstravimą. Kiekvienas vaikas interpretuoja informaciją remdamasis tik savo turimomis žiniomis ir patirtimi, taigi tikrasis mokymasis vyksta savarankiškai, kiekvienas vaikas žinias sau konstruoja pats individualiai.

Tuo tarpu konektyvizmas teigia, jog ryšių turėjimas bei gebėjimas juos užmegzti ir palaikyti šiuos ryšius atlieka esminį vaidmenį mokymosi procese – gebėjimas gauti informaciją komunikuojant su aplinka suteikia galimybę palaikyti nuolatinį nepertraukiamą mokymosi procesą. Taigi šiuo požiūriu visi esame susieti, vieni kitiems reikalingi, mokymasis pagrįstas tuo, jog vieni kitiems padeda, bendradarbiaujama.

KOGNITYVIZMAS  $\implies$  KONSTRUKTYVIZMAS  $\implies$  KONEKTYVIZMAS



1 pav. Mokymosi teorijų kaita

Atsižvelgdamas į tai, jog dabartiniu metu mokymasis vyksta įtinklintoje visuomenėje, kokioje mes ir gyvename, konektyvistinis požiūris į mokymąsi, remiasi principais, kurių esminiai būtų šie:



- mokymasis – tai ryšio su informacijos šaltiniais sudarymo procesas, kuris vyksta ir už žmogaus ribų, o dėl nuolatinės nepertraukiamos informacijos kaitos ir pasipildymo, labai svarbu gebėti palaikyti ryšį ir nuolat gauti naujausią informaciją. Taigi dėl žinių senėjimo greičio *galimybė žinoti daugiau yra svarbesnė už tai, kas yra žinoma*;
- mokymosi proceso metu svarbu aptikti ryšius tarp sričių, idėjų ir jų supratimo, o sprendimų priėmimas – tai taip pat mokymasis;
- mokytojo užduotis ne teikti besimokančiajam mokymo medžiagą (bet kokios esamos informacijos vertę šis turi įvertinti ir apsispręsti bei pasirinkti pats), o suteikti pagalbą asmeninio tinklo susidarymo proceso metu, nukreipti atitinkamų, naudingų išteklių linkme.

### 3. MATEMATIKOS MOKYMO FILOSOFIJA

*Trumpa nesėkmė geriau negu trumpa sėkmė.*

Pitagoras

#### 3.1. Matematikos filosofijos nagrinėjami klausimai

Jau senovės graikai, kurdami savo pasaulėvaizdį, suprato, jog kiekvienas mokslas arba mokslo sritis gali turėti tam tikrą filosofiją. Taipogi nuo pat matematikos ir filosofijos atsiradimo Senovės Graikijoje tarp šių dviejų disciplinų buvo išvelgiamas tam tikras ryšys:

„<...> Pitagoras Samietis, spėjo, kad matematika galinti būti raktas tikrovei suprasti. Platonas teigė, kad matematikui rūpi formos, iš kurių padaryti visi daiktai. Aristotelio požiūriu, matematika veikia tirdama idealius, o ne realius objektus. <...> Renesanso laikais Dekartui ir Baruchui Spinozai matematika buvo pavyzdys ir įkvėpimo šaltinis: pasitelkę ją, jie sukūrė naujus metodus, kurie turėjo padėti rasti tiesą apie tikrovę. Filosofas ir matematikas Gotfrydas Vilhelmas fon Leibnicas, kuris su Izaoku Niutonu sukūrė diferencialinį ir integralinį skaičiavimą, svajojo apie idealios, matematinės kalbos sukūrimą; ja turėjo būti keliamos filosofinės problemos, o sprendžiamos taikant matematiką.“ [4].

Filosofija darė įtaką matematikos mokslui, lygiai taip pat kaip matematika darė įtaką filosofijai.

Matematikos filosofijos nagrinėjamus klausimus galime suskirstyti į tris grupes, kurių kiekvieną sudaro nagrinėjamieji klausimai ir problemos, apimančios skirtingas filosofijos šakas:

1. *Metafizika* (mokslas apie dalykus, esančius už juslinio, patirties, gamtinio pasaulio): Apie ką visa matematika? Kokius objektus (*subject-matter*) nagrinėja matematika? Skaičiai, aibės, taškai, tiesės, funkcijos – kas tai (kokie ryšiai tarp šių objektų)?
2. *Semantika*: Matematiniai tvirtinimai – ką jie reiškia? Kokia yra matematinės tiesos prigimtis (esmė)?
3. *Epistemologija* (filosofijos šaka – mokslo, arba pažinimo, teorija, *tirianti pažinimo prigimtį ir principus: ką galima pažinti? kaip galima pažinti? koku mastu galima pasitikėti tiesos turiniu?*): Kaip matematika yra pažįstama? Kokia yra jos metodologija? Ar ji susijusi su stebėjimu ir pastabumu, ar tai tik proto lavinimas? Kaip yra sprendžiami ginčai, kylantys tarp matematikų? Įrodymas – kas tai? Ar įrodymai yra absoliučiai neabejotini, atskiri nuo racionalių abejonių? Kas tai yra matematikos logika? Ar yra nesuvokiamų (nepažinių) matematinių tiesų?

### 3.2. Matematikos mokymo filosofijos keliami klausimai

Matematikos mokymo filosofijos nagrinėjami klausimai skirstomi į tokias grupes:

1. *Matematikos filosofija*: Kas tai yra matematika ir kaip mes galėtume paaiškinti jos prigimtį (esmę)? Kokios „matematikos filosofijos“ buvo išplėtos ir kieno?
2. *Mokymosi prigimtis (esmė)*: Kokiomis filosofinėmis prielaidomis (hipotezėmis) remiasi matematikos mokymasis? Ar šios prielaidos yra svarios, pagrįstos (veiksmingos, efektyvios)? Kurios mokymosi teorijos (taip pat pažinimo tiesos) yra išgalvotos (tariamoms)?
3. *Ugdymo tikslai*: Kokie yra matematikos mokymo tikslai? Ar šie tikslai pagrįsti (svarūs)? Kieno šie tikslai yra? Kam pritaikyti? Kuriomis vertybėmis paremti? Kas išlošia ir kas pralaimi?
4. *Mokymo prigimtis (esmė)*: Kokiomis filosofinėmis prielaidomis (hipotezėmis) remiasi matematikos mokymas? Ar šios prielaidos yra svarios, pagrįstos (veiksmingos, efektyvios)? Kokios priemonės (būdai) yra priimti matematikos mokymo tikslams pasiekti? Ar tikslas ir priemonės jam pasiekti derinasi tarpusavyje (nuoseklūs)?

Matematikos mokymo filosofija, kaip matome, pirmiausia remiasi matematikos filosofija.

### 3.3. Kitokia matematika: naujas požiūris į matematikos mokymąsi

S. Papertas, nagrinėdamas mokymo bei mokymosi klausimus, daug kalbėjo apie matematikos mokymąsi. Savo darbuose jis išreiškė mintis bei siūlymus, kurie skatina pažvelgti į matematiką kitaip, naujai – keisti požiūrį į pačią matematiką, kaip mokslą. Papertas kalbėjo apie kitokią matematiką – įdomesnę, draugiškesnę besimokančiajam, tam, kuris siekia ją pažinti.

S. Papertas siūlo konstruktyvistinį matematikos mokymo ir mokymosi metodą. Jam įgyvendinti vienas pirmųjų pradėjo tyrinėti kompiuterių panaudojimą matematiko mokyme, siekdamas „stereotipinę, "bekūnę" matematiką“ paversti „veikla, įtraukiančia visus žmogaus jausmus“ (Papertas, 1995).

Matematikai pažinti, išlaisvinti bei skatinti vaikų kūrybiškumą, suteikti galimybę konstruoti, dirbti savarankiškai, mokytis įdomiai ir mokymosi procese patirti išpūdžių bei

atradimo suteikiamą džiaugsmą S.Papertas šiam procesui pajvairinti ir suteikti kuo daugiau spalvų sukūrė naują veikėją – „vėžliuką“ ir jo geometriją. Pati matematika paskatino šiam atradimui. Taip gimė gana plačiai pastaruoju metu daugelyje pasaulio šalių matematikos mokymo(si) procese taikoma *Logo pedagoginė filosofija*.

Samprotaudamas apie matematikos teikiamo malonumo šaltinius, S. Papertas pirmiausia paprieštarauja kai kuriuose mūsų išgalėjusiai nuomonei, jog pajusti matematikos grožį ir jos teikiamą malonumą leista ne kiekvienam. Pagrindimą šiam teiginiui suteikia atsakymas į klausimą: Ar iš tiesų matematinė estetika skiriasi nuo kitų rūšių estetikos? Jei laikytumėmės įsikibę anksčiau suformuluoto teiginio – turėtų skirtis. Iš čia S. Papertas drįsta spėti, jog pirmiausia *dėmesio skyrimas matematikos estetikai* mokykloje – gali būti *varomoji matematinio mąstymo jėga*.

Kitas klausimas, kurį kelia S. Papertas, susijęs su sunkumu suvokti matematiką taip, jog ji būtų kuo artimesnė žvelgiančiam į ją. Pagrindine kliūtimi tam, galbūt, galėtų būti matematikos pateikimas pernelyg padidinant jos loginės pusės svarbą, laikantis vien tik formalių kriterijų ir ignoruojant matematikos santykį su bet kokias išoriniais dalykais.

Matematikos prigimtis – būti nesuprastai. Tikriausiai įsitikinimas, jog matematika yra graži ir įdomi tik tada, kai ją „žinai“, o tai reiškia supranti logiškai, kaip iš vienu teiginių išvedami nauji teisingi teiginiai, ir supranti taisykles, kurių laikantis, gaunama ši vienokia ar kitokia tiesa, užveria duris į tikrąjį matematikos pažinimą. Juk tokia matematika yra bekūnė, neturi jokio fizinio pavidalo, neturi spalvų, yra dirbtinė, nes sunku ją tokią kažkaip realiau apčiuopti, pamatyti, pačiupinėti. Be to, kiekvienas, kuris gali judėti loginiu taku nuo vienos tiesos prie antros, paskui prie trečios – kartą ar daugiau prieš tai turėjo paklaidžiot tarp teiginių, kurie jam tada neatrodė nei visiškai teisingi, nei visiškai klaidingi. Matematika tampa logiška tik daug kartų prieš tai su ja pažaidus. O matematinis procesas – galbūt tai ir yra ilgas kelias tarp nesusipratimų, nesupratimo, ieškojimo tiesos, kuri slypi joje. Ir tik pačiam sau kuriant matematinį supratimą, bandomus suprasti dalykus su kažkuo gretinant, suteikiant matematikai pavidalą ir bandant ją interpretuoti savaip, žiūrint į matematiką, kaip savo paties kuriamą matematinį produktą ir kaip procesą, kurio metu tavo paties darbu sukuriama matematinė tiesa ir struktūra – gal tada neatrodys, jog matematika prieinama tik kai kuriems. O ir pati matematikos esmė yra, galbūt, ne kuo greičiau gauti teisingą sprendinį, o procesas – tas momentas, kai ieškai, kuri elementus, iš kurių bandysi tą sprendinį konstruoti.

#### 4. MATEMATIKOS MOKYMAS IR INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS: TECHNOLOGIJŲ VAIDMUO MATEMATIKOS MOKYMOSI PROCESO METU

Bandant atsakyti į klausimą apie tai, kokią vaidmenį informacinės technologijos atlieka matematikos mokymo bei mokymosi proceso metu, turbūt, pirmiausia vertėtų pradėti nuo pasvarstymų bei išvalgų apie žinių konstravimo ir įgijimo būdą apskritai bet kokio mokymosi metu. Žinios mokymosi proceso metu, kai siekiame išmokyti vienokių ar kitokių dalykų, yra konstruojamos ne vien tik mūsų pačių (vieno paties žmogaus) be kad ir pačių paprasčiausių išorės aplinkoje esančių pagalbinių priemonių. Pirmiausia čia į pagalbą ateina popierius, pieštukas, knyga. Žinias konstruojame pasitelkdami visuomenės informavimo priemones, sakytinę bei rašytinę kalbą. Reikalingas mokytojas – mokymosi organizatorius, patarėjas, tarpininkas tarp mokinio ir žinių šaltinio. Na, o dabar, šiandieninėje, kupinoje informacijos bei įvairiausių technologijų visuomenėje jau nebepakanka tradicinių priemonių, naudojamų mokymo(si) metu – reikalingos informacinės komunikacinės technologijos bei interneto teikiamos įvairios paslaugos. Maža to – šiandieninis mokymosi procesas jau yra nebeįsivaizduojamas be informacinių technologijų apsupties ir jų teikiamų galimybių panaudojimo mokymosi proceso metu.

Kompiuteris pirmiausia yra *tarpininkas* tarp besimokančiojo ir žinių šaltinio, bei tame šaltinyje esančios informacijos. Maža to – kompiuteris su prie jo prijungtu interneto ryšiu bei *google* paieškos sistema (arba nebūtinai, jei informacijos ieškosime tarp savo paties kompiuteryje esančių informacijos šaltinių) gali padėti (ir be abejo, daugelis iš mūsų tuo pasinaudojame) aptikti, *surasti*, *atrinkti* pagal mūsų pageidaujamas savybes ir ypatumus bei *pateikti* bet kurią norimą informaciją skirtingais pavidalais iš bet kurios pasaulyje esančios vietos (kur ta informacija buvo patalpinta).

Jei į matematikos mokymąsi žvelgsime pirmiausia, kaip į matematikos žinių konstravimo procesą – mokant matematikos, atlikus pirmąjį etapą – mokytojui (ar vadovėliui) pateikus matematinę žinią, bei reikiamą informaciją tam tikrai temai išaiškinti ar uždaviniui spręsti, išaiškinus formaliais metodais, sekantį žingsnį mokymo(si) procese galėtų atlikti informacinės technologijos – „parodyti“ matematiką. Formalizuota, apipavidalinta ir apipinta begale simbolių ir išraiškų, žymėjimų, kurių kiekvienas turi jam priklausančią reikšmę, matematinė kalba ne kiekvienam vaikui gali būti lengvai suprantama, o silpnesnis mokinys gali visai susipainioti ir prarasti susidomėjimą matematika apskritai. Tokiu atveju, specialių matematikai mokyti(s) skirtų kompiuterinių programų (MO) pagalba

galima praplėsti matematikos mokymo procesą, atskleidžiant tai, kas slypi už formalios matematinės kalbos. Mokiniui, žiūrint į kompiuterio monitoriaus ekraną (projektoriu ar interaktyviąją lentą) gali pavykti *pamatyti* tai, kas slypi už simbolių, algebrinių išraiškų, lygybių, funkcinių išraiškų ir kitų matematikoje naudojamų žymėjimų; atrasti gilesnius dalykus – pasiekti supratimą, o naudojant itin kūrybiškas ir vaizdingas matematikos mokymosi programas – pamatyti matematikos veidą ar net itin susidomėti ja. Su kreidos gabaliuku rankoje ir lenta per trumpesnę laiko tarpą vargu ar galima daug ir išsamiai parodyti, juolab, jei klasėje sėdi daugybė skirtingų mokinių, su skirtingu mąstymu, skirtingu gebėjimu klausyti, bei nevienodai greitai ir vienodai gebančių priimti ir suvokti sklindančią informaciją, o tikslas vienas – kad jie suprastų.

Kalbant apie suvokimą, gilesnį mokomosi dalyko pajautimą, konkrečiu atveju matematikos mokymąsi, kompiuteris galėtų būti lyg *tiltas* (ir būdas tą tiltą pereiti), jungiantis žmogų (besimokantį) ir matematiką plačiaja prasme. Juk tam, kad suprastum, priimtum, patikėtum – pirmiausia turi pamatyti, o tik paskui gali mintyse manipuliuoti objektais, kurių vaizdą esi susikūręs savo galvoje, arba tas vaizdas ar jo šablonas yra išlikęs po pirmojo tikrojo objekto pamatyto karto. Daugeliu atvejų, ypatingai bandant suprasti ir savo galvoje sukonstruoti naujus, anksčiau nepažintus objektus ar suprasti vykstančius procesus, reikia to pirmojo karto, kai stengiesi pažinti naują į savo sąmonę įsileidžiamą objektą ar procesą ir kai tam, kad susikurtum jo vaizdą ir jis išliktų tavyje, turi jį su kažkuo sugretinti, susieti, pamatyti kažkaip ypatingai, tik tau vienam priimtiniu būdu. Kompiuterinės technologijos atveria daugiau tokių galimybių – duoda peno tavo vaizduotei, padeda greičiau pamatyti, susidaryti vaizdą ar šabloną, kurį ateityje nešiosiesi savyje, padeda susikonstruoti individualų supratimą apie konkretų dalyką, procesą, apie matematikos objektus, konkrečią funkciją, skirtingas jos padėtis, kitimą koordinačių plokštumoje, keičiant jos lygybėje esančius koeficientus (bet kai jau turi susiformavęs supratimą – tu žinai, jog tai ta pati funkcija, nepaisant to, jog jos grafikas išsidėstė kitaip koordinačių plokštumoje...).

Informacinės technologijos šiandieną apima visas pagrindines žmogaus gyvenimo sferas, neaplenkdamos ir mokymo bei mokymosi procesų. Matematikos mokymas(is) – nėra išimtis. Informacinės technologijos čia gali atlikti svarbų vaidmenį ir tas vaidmuo yra pagrįstas. Kompiuteris (kaip pagrindinis objektas, reprezentuojantis visas bendrai paėmus informacines technologijas) matematikos mokymosi proceso metu yra *įrankis*, *tarpininkas*, *pagalbininkas* (gebantis transformuoti formaliąją simbolių kalbą į tai, ką tie simboliai reiškia), *tiltas*, kurį turi pereiti besimokantysis, kad galėtų priartėti prie gilesnio pačios matematikos, kaip mokslo suvokimo.

## IŠVADOS

Staigus technologijų proveržis ir vis didesnis skverbimasis į įvairias žmogaus gyvenimo sferas turi milžinišką reikšmę mokslo, mokymo ir apskritai mokymosi procesams. Interneto technologijos ir paslaugos bei kitos informacinę visuomenę apibūdinančios technologijos ne tik stipriai paliečia ir įtakoja patį mokymo bei mokymosi procesą, verčia kelti klausimus, svarstyti ir diskutuoti apie tai, tačiau keičia patį požiūrį į mokymąsi, jo tikslus, turinį, metodus, principus – netgi pačią mokymo(si) prigimtį – jei anksčiau mokslas ir mokymasis buvo tik „išrinktųjų“ privilegija, tai dabar siekiame žinių ir mokomės tam, kad išgyventume, jog gebėtume gyventi dabarties amžiaus visuomenėje, kuri yra reikli, o reikalauja ne vien pastangų – bet geriausio, ką gali.

Randasi naujos mokymo(si) teorijos, teiginiai ir principai, atspindintys vieną ar kitą požiūrį į mokymosi procesą, jo aiškinimą, veiklą mokymosi proceso metu. Vis labiau bet kuris mokymosi procesas artinamas bei gretinamas su informacinių technologijų panaudojimu šiame procese.

Matematikos mokyme bei mokymėsi kompiuterinės technologijos taip pat atlieka svarbų vaidmenį: padeda mokymosi procese įgyvendinti konstruktyvizmu grindžiamo mokymosi principus, sudaro sąlygas mokymui ir mokymuisi, atspindinčias šiuolaikinę mokymo(si) paradigmą, atlieka tarpininko vaidmenį tarp besimokančiojo ir matematikos, suteikia matematikos mokslui pavidalą, galimybę pamatyti daugiau, pačiuo pinėti mokymosi proceso metu. Kompiuteris gali atlikti svarbų matematikos reiškinių vizualizavimo vaidmenį, suteikti mokiniui priimtina tyrinėjimo bei konstravimo erdvę – matematikos mokymosi mikropasaulius.

## **Information Technologies and Philosophy of Mathematics Education**

**Ramunė Sinicaitė-Karikova**

### Summary

This theme paper analyses the phenomenon of information technologies in relation with the present knowledge-based society and the Web technologies in the process of education. The concept of learning process is discussed in the age of technological change. The constructivism based learning (constructionism learning theory) is presented in this paper too. Besides this, the most essential principles and tasks of connectivism, which a learner is supposed to deal with in the digital surroundings, are being analysed as well. Moreover, the issues raised by the philosophy of mathematics education (and the philosophy of mathematics) are also presented in this paper. Finally, the reply search to the following issues – what role do computer-based technologies, modern internet technologies and services play in the process of teaching and learning mathematics; how do the above mentioned factors influence a process of education; how do the discussed issues change the process of teaching and learning mathematics – is analysed in the paper.



## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Prensky, M. *How to Teach With Technology*-- keeping both teachers and students comfortable in an era of exponential change (from BECTA's *Emerging Technologies for Learning*, Vol 2 (2007)).
2. Prensky, M. (2010), *TEACHING DIGITAL NATIVES: Partnering for Real Learning* (Corwin).
3. *Valstybinės švietimo strategijos 2003-2012 metų nuostatos* (PATVIRTINTA Lietuvos Respublikos Seimo 2003 m. liepos 4 d. nutarimu Nr. IX-1700).
4. *Meilės Lukšienės skaitymai*. Skirti švietimo strategijai atnaujinti (www.smm.lt, vaizdo ir garso įrašai, 2010 04 28).
5. *Lietuvos švietimas: laimingos visuomenės paieškos. Antrieji Meilės Lukšienės skaitymai* (www.smm.lt, vaizdo ir garso įrašai, 2011 04 28).
6. Andreas Schleicher (2011) *Gerų rezultatų pasiekiantys mokiniai ir sėkmės lydimi reformuotojai. PISA tyrimo pamokos* (<http://www.youtube.com/watch?v=K5EI-19VoQg>).
7. *Lietuvos pažangos strategija „Lietuva 2030“*, projektas (<http://www.lietuva2030.lt>).
8. Green, A. (1990), *Education and State Formation* (London, Macmillan).
9. Šiaučiukėnienė L., Visockienė O., Talijūnienė P., *Šiuolaikinės didaktikos pagrindai*, Technologija, Kaunas: 2006.
10. Mastroberti S., Ruppert M. K., *Filosofijos žinynas: trumpa filosofijos istorija nuo Antikos iki mūsų dienų*, Šviesa, Kaunas: 2001.
11. Shapiro, S. (2000), *Thinking about mathematics: the philosophy of mathematics* (Oxford, Oxford University Press).
12. Ernest, P. (1991), *The Philosophy of Mathematics Education* (London, The Falmer Press).
13. Dagienė V., *Informatika. Trumpas informatikos kursas*, Gimtinė, Vilnius: 2002.
14. Feather, J. (1994), *The information society* (London: Library Association Pub. Ltd.).
15. Martin, J. (1995), *The global information society* (Hampshire: Aslib Gower).
16. *Mokymosi bendruomenė ir antrosios kartos saityno (Web 2.0) technologijos: tarptautinės konferencijos pranešimai* (Sudarytoja V. Dagienė, Matematikos ir informatikos institutas, Vilnius: 2010).

17. Jevsikova T., Subatovič J. (2010). *Konstruksionistinis ir konstruktyvistinis mokymas*. (Mokymosi bendruomenė ir antrosios kartos saityno (Web 2.0) technologijos: tarptautinės konferencijos pranešimai).
18. Lipeikienė J. (2010). *Konektyvizmas mokymo praktikoje: atvejo analizė*. (Mokymosi bendruomenė ir antrosios kartos saityno (Web 2.0) technologijos: tarptautinės konferencijos pranešimai).
19. ŠIAUDVYTIENĖ E. (2007). Kitoks mokymasis su Web 2.0.  
<http://www.bernardinai.lt/straipsnis/2007-10-17-elena-siaudvytiene-kitoks-mokymasis-su-web-2-0/4238> [žiūrėta 2011-05-12]
20. Benzinger, B. (2006). *Back to school with the Class of Web 2.0: Part 1*.  
<http://www.solutionwatch.com/date/2006/09/> [žiūrėta 2011-05-12]
21. McLoughlin, C., and M. Lee (2008). *Future learning landscapes: Transforming pedagogy through social software*. Innovate 4 (5).  
<http://www.innovateonline.info/index.php?view=article&id=539> (accessed June/July 2008) [žiūrėta 2011-05-14]
22. Alexander, B. (2006). *Web 2.0. A New Wave of Innovation for Teaching and Learning?* Educause Review 42 (2), 33.  
<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERM0621.pdf> [žiūrėta 2011 05 14].
23. O'Hear, S. (2006). *E-learning 2.0 – how Web technologies are shaping education*.  
[http://www.readwriteweb.com/archives/e-learning\\_20.php](http://www.readwriteweb.com/archives/e-learning_20.php) [žiūrėta 2011 05 14].
24. Papertas S., *MINČIŲ AUDROS: vaikai, kompiuteriai ir veiksmingos idėjos*, Žara, Vilnius: 1995.
25. Dagienė V., Jasutienė E. (2007). *ŠVIETIMAS ŽINIŲ VISUOMENĖJE. Informacinės technologijos matematikai vizualizuoti ir tyrinėti*.
26. Siemens, G. (2004). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age*.  
<http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm> [žiūrėta 2011 05 23]