

Apie STEM pro STS prizmę*

Arūnas Poviliūnas

Vilniaus universiteto
Filosofijos fakultetas
El. paštas: arunas.poviliunas@fsf.vu.lt

Santrauka. STEM sąjūdis yra tapęs gamtamokslinio ugdymo atsinaujinimo sinonimu. Tačiau jis nėra vienalytis. Straipsnyje išskiriamos ir aptariamoms dvi viena kitai prieštaraujančios STEM interpretacijos. Viena siejama su modernybės pasaulėžiūros įsigalėjimu, kita – su modernybės kritika. Su modernybės įsigalėjimu siejama STEM versija yra traktuojama kaip ugdymo reforma, turinti gryninti gamtamokslinio ugdymo disciplinas, kartais jas integruoti ir prisidėti prie darbo rinkos, orientuotos į aukštesias technologijas, ekstensyvios plėtros. Modernybę kritikuojanti STEM versija pabrėžia su sinkretiniu ir antropologiniu požiūriu susijusių ekologinės sąmonės ir tausojančios pasaulėžiūros svarbą. Šioje STEM versijoje, kuriai pamatus klojo STS stiprėjimas, gryninimą keičia žmonių ir ne žmonių tinklaveika ir perteikimas. Straipsnyje ieškoma atsakymo į klausimą, kaip būtų galima atnaujinti gamtamokslinį ugdymą STEM interpretacijų sankirtos akivaizdoje.

Pagrindiniai žodžiai: STE(A)M, gamtamokslinis ugdymas, STS, B. Latouras

About STEM from the Perspective of STS

Summary. The movement of STEM has become the synonym for the renewal of science education. Nevertheless, the movement of STEM is not unambiguous. The article discusses two contradicting interpretations of STEM. The first one descends from the Weltanschauung of Modernity, the second one – from the critics of Modernity. According to the former, STEM education deals with the purification and integration of the disciplines of science education and answers the needs of the high-tech labour market. The latter one emphasizes the syncretic and anthropological character of the ecological mind and the changing patterns of consumption and production in favour of sustainable development. This version of STEM is closely related to the development of STS, which paves the way from purification and integration to the translation and human and non-human networking (ANT). The article searches for the answer to the question of how to deal with the confronting STEM versions in the process of the renewal of science education.

Keywords: STE(A)M, science education, STS, B. Latour

Įvadas

STEM (angl. Science, Technology, Engineering, Mathematics) yra akronimas, kuris išskiria į vieną grupę dažniau bendrojo ugdymo, rečiau universitetinių studijų gamtos mokslų, technologijos, inžinerijos ir matematikos disciplinas. Kartu reikia turėti omenyje, kad STEM priskiriamos disciplinos nedaug, bet varijuoja. Antai Lietuvoje stei-

* Straipsnis buvo parengtas, įgyvendinant Vilniaus universiteto mokslo skatinimo fondo remiamą projektą „Informatika integruoto STEM ugdymui“ (Nr. MSF-LMT-7).

giamuose STEM centruose, kurie bus skirti mokiniams, yra numatytos programavimo (robotikos), inžinerijos, gyvybės mokslų, fizikos ir chemijos laboratorijos.

Taigi STEM galima traktuoti kaip ideologiją, kuri išskiria tam tikras ugdymo disciplinas ir perkelia į ugdymo sritį mokslo politikos ir administravimo srityje įsitvirtinusių gamtos ir tikslųjų mokslų bei humanitarinių ir socialinių mokslų perskyrą. Tokios perskyros pavyzdžių apstu. Tarkime, ją tiksliai atkartoja Lietuvos mokslo tarybos gamtos ir technikos mokslų (GTM)¹ bei humanitarinių ir socialinių mokslų (HSM)² komitetai. Tačiau kartu, ypač šiuo metu, gausėja publikacijų, kuriose STEM yra siejamas su ekologine problematika, klimato kaita ir kitais labiau sinkretiniais dalykais. Šiose publikacijose STEM kartais tampa STEAM (A nuo Arts), o mokslų ir ugdymo disciplinų suskirstymas, pabrėžiant integravimo svarbą, kritikuojamas.

Straipsnio tikslas – išskirti ir aptarti dvi skirtingas STEM interpretacijas ir atsakyti į klausimą, kodėl jos yra būtent tokios. Aptariant STEM interpretacijų skirtumus, atsižvelgiama į sąsajas su STS raida. Akronimas STS (angl. Science, Technology, Society)³ žymi mokslo ir technologijų tyrėjų sąjungą. Šio sąjungos atstovai suabejojo tokio mokslo ir technologijų aiškinimu, kuris asocijuojamas su klasikiniu modernybės traktavimu, arba, Bruno Latouro žodžiais tariant, dviejų modernybės praktikų, būtent, gryninimo ir perteikimo, atskirymu (Latour, 2004 [1991], p. 16–18). Straipsnyje aptariama STS institucionalizacija ir keliamas klausimas, kaip STS raida ir stiprėjimas galėjo paveikti STEM sampratą ir praktiką.

1. Dvi STEM interpretacijos

Gamtamokslinio ugdymo analizė rodo, kad konkuruoja bent dvi radikalai prieštaringos STEM interpretacijos, kurias galima laikyti ir dviem kraštutinėmis STEM sampratomis. Viena vertus, STEM sampratų kontinuumą apriboja į šiuolaikinės darbo rinkos poreikius arba į aukštąsias technologijas orientuotas sąjungas. Jis yra tiesiogiai susijęs su skirtingų gamtos mokslų ir technikos disciplinų įtvirtinimu, integravimu ir populiarinimu. Kita vertus, kontinuumo ribą brėžia STEM kaip ekologinės ar sinkretinės sąmonės ugdymo samprata, kuri yra glaudžiai susijusi su STS inicijuotais mokslo ir technologijos interpretacijos pokyčiais, kai buvo pradėta ieškoti hibridus generuojančio, disciplinuoto modernybės žinojimo alternatyvos (plačiau apie tai: Poviliūnas, 2017, p. 70–73). Pirmu atveju ugdymo kelrodis yra dalykinės arba integruotos kompetencijos, kurių reikia ekstensyviai ūkio plėtrai, antruoju tas kelrodis – su sinkretiniu ir antropologiniu požiūriu susijusi ekologinė sąmonė ir tausojimą skatinanti pasaulėžiūra bei atitinkama praktika.

STEM vėjus kilo prieš pusę amžiaus Jungtinėse Amerikos Valstijose. Kai kas pagrįstai mano, kad idėjai, kuri kiek vėliau įgijo STEM pavidałą, rasti lemtingą įtaką turėjo 1957 metų spalio 4 dieną Sovietų Sąjungos paleistas „Sputnikas“ (Jolly, 2009, p. 50). 1958 metų rugsėjo mėnesį JAV kongresas patvirtino Nacionalinį ugdymo gynybai aktą

¹ <https://lmt.lt/lt/apie-taryba/kontaktai/86/gamos-ir-technikos-mokslu-komitetas/d4>

² <https://www.lmt.lt/lt/apie-taryba/kontaktai/86/humanitariniu-ir-socialiniu-mokslu-komitetas/d3>

³ Beje, kartais akronimas STS yra kildinamas iš anglišku žodžių *Science Technology Studies* (žr. Freitas et al., 2017).

(*National Defense Education Act* – NDEA), kuriame numatytos priemonės, kaip likviduoti dėl pergalių užkariaujančią kosmosą numanomą atsilikimą nuo Sovietų Sąjungos švietimo srityje ir generuoti elitinių specialistų, turinčių kompetencijas, kurias vėliau pavadino STEM kompetencijomis. Pagal Akta į JAV švietimo sistemą per ketverius metus nuo 1959 metų birželio pabaigos iki 1963 metų birželio pabaigos buvo investuota daugiau nei milijardas dolerių: 40 tūkst. mokymuisi skirtų paskolų, 40 tūkst. studijų stipendijų ir 1 500 moksliniams tyrimams skirtų stipendijų (Jolly, 2009, p. 50). Akte nurodyta, kad, dalijant paramą, reikia orientuotis į labai gerai besimokančius studentus, kurie norėtų tapti mokytojais, ir į tuos studentus, kurie pasižymėjo išskirtiniais gabumais gamtos mokslų, matematikos, inžinerijos ir užsienio kalbų srityse (NDEA 1958, p. 1584). Be to, nacionalinė administracija skyrė valstijoms lėšų laboratorijoms steigti ir įvairioms mokymo priemonėms įsigyti (ibid., p. 1589). Kartu buvo pradėta programa, skirta vadinamiems gabiams mokiniams identifikuoti ir ugdyti (ibid., p. 1592).

Kol kas pasaulyje STEM sąjūdis vis dar populiarėja, tiesa, primiršęs savo sąsajas su šaltuoju karu, ir paprastai yra siejamas su tais švietimo strateginiais prioritetais, kurie pabrėžia su sparčia įvairių technologijų pažanga susijusius darbo rinkos pokyčius ir poreikius. Kalbant apie STEM nuolat priduriama, kad STEM disciplinos ugdo tas kompetencijas, kurių reikia aukštos kvalifikacijos reikalaujančiai šiuolaikinei darbo rinkai, kartu šitas vąjas turi tikslą į STEM ratui priklausančių disciplinų studijas privilioti kuo daugiau jaunimo⁴.

Tai akivaizdžiai iliustruoja kelios ištraukos iš projekto, kuriuo siekiama sukurti STEM centrų tinklą Lietuvoje: „Lietuva susirūpinusi dėl mažo jaunimo domėjimosi STEM /.../ ir didėjančio šių sričių specialistų poreikio, dėl inovacijų stygiaus, taip pat dėl to, kad vis dar negerėja mokinių pasiekimai. Siekiant išspręsti šias problemas, Lietuvoje numatoma vystyti metodinių ir regioninių tarpdisciplininių STEAM /.../ centrų tinklą mokiniams. /.../ Metodiniai STEAM centrai sieks ugdyti mokinius kaip ateities STEAM mokslų sričių tyrėjus, inovacijų kūrėjus ir diegėjus, naujų aukštos pridėtinės vertės produktų bei paslaugų kūrėjus ir gamintojus, stiprinant dalykines ir tarpdalykines, kūrybiškumo, iniciatyvumo, verslumo ir lyderystės kompetencijas, reikalingas jų sėkmingai profesinei karjerai.“ Kito nebe nacionalinio, bet pasaulinio Erasmus+ (KA2) projekto EASTEM, kuriuo siekiama sukurti STEM tinklą, jungiantį Europos ir Azijos universitetus, organizatoriai rašo, kad jų tikslas yra, pasitelkus STEM, ugdyti kompetencijas, kurių reikia vėlgi šiuolaikinei darbo rinkai, ir nutiesti tiltus tarp universitetų ir pramonės⁵.

Tokie labai tiesiogiai su „investicijomis į žmonių išteklius efektyvumu“ susiję STEM sąjūdžio ketinimai sulaukia ne tik palaikymo, bet ir kritikos. Tokią į specializuotas kompetencijas orientuoto gamtamokslinio ugdymo sampratą bene nuosekliausiai kritikuoja STS atstovai ir dalis ugdymo specialistų. Kiti kritikai į STEM akronimą įterpia jau minėtą raidę A, o į STEAM apibūdinamas veiklas įtraukia ir menus (Arts) ir yra įsitikinę,

⁴ STEM Solutions – U.S. News & World Report’s hub for news and information about science, technology, engineering and math education and employment. <https://www.usnews.com/news/stem-solutions>

⁵ <http://eastemproject.eu/about/>

kad, tokiu būdu susiejus STEM su menais, jiems pavyko jį humanizuoti⁶. Jie teigia, kad, įtraukus menus, griežtesnis STEM virsta labiau humanizuotu, minkštesniu, labiau į universalių, ir meninių, ir mokslinių kūrybinių galių ugdymą orientuotu STEAM, tačiau ciniškesni ir nuoseklesni kritikai atkerta, kad, jei tai ir padidina STEM patrauklumą, jo esmės nekeičia, ir menai paprasčiausiai pasiklysta tarp dominuojančių gamtos mokslų ir technologinių disciplinų. Šiame straipsnyje į koketiškus STEAM ir STEM santykius, kurie iš esmės yra grįsti STEM simboliniu dominavimu, nesigilinsime ir pabandysime užgriebti kiek giliau. Intriga tam yra.

2017 metų pabaigoje JAV ugdymo mokslų asociacijos⁷ leidžiamas žurnalas *Educational Studies* („Ugdymo tyrimai“) vieną savo numerį paskyrė STEM sąsajoms su STS arba su mokslų ir technologijų tyrimais⁸. Specialaus numerio rengėjai įvardiniame straipsnyje rašo: „Šiame specializuotame numeryje skelbiami straipsniai, kurie, siekdami kitaip apmąstyti gamtos mokslų, technologijos, inžinerijos ir matematikos (STEM) ugdymą, mokslų ir technologijų tyrimus (STS) padaugina iš ugdymo tyrimų“ (Freitas et al., 2017, p. 551). Atrodo, kad šita STS ir STEM sandauga (įvardinio straipsnio pavadinime autoriai panaudojo daugybės ženklą) atveria galimybių pakeisti supaprastintą STEM traktavimą, kuris redukuoja STEM į gamtos mokslų ir techninių disciplinų su-reikšminimą ir agresyvią gamtamokslinio ugdymo rinkodarą. *Educational Studies* tomo, skirto STEM ir STS sąsajoms, autoriai aktualina kontekstus, kurie suteikia STEM disciplinoms kitų, kiek bendresnių niuansų. Tai gamtos sampratos revizija, atsižvelgiant į gamtos ir politikos sąsajų tyrimus (Gleason, 2017), vietos gyventojų arba čionykščių (*indigenous*) kosmologijų aktualizavimas, ugdant gamtą tausojančius santykius (Lowan-Trudeau, 2017), tarpdalykinės ir integracinės gamtamokslinio ugdymo ideologijos dekonstravimas (Allen, 2017), mokslinės fantastikos panaudojimas, analizuojant klimato kaitą (Rousell, Cutter-Mackenzie & Foster, 2017), STEM vaidmens, įtvirtinant skirtingų rasių, miestiečių ir kaimiečių nelygybę, kritika (Bullock 2017) ir pan.

2. STS raida

Kiek užbėgant už akių ginčams dėl to, kas nulėmė STEM interpretacijos alternatyvą, kai nuo šaltojo karo argumentų buvo pereita prie klimato šilimo, Gaia'os (Žemės planetos) tausojimo, Antropoceno epochos, kai žmonių veikla ėmė daryti apčiuopiamą poveikį Žemės planetai, ypatumų, čionykščių pasaulio sampratų sureikšminimo ir universalaus kūrybiškumo ugdymo ideologijų, yra pagrindas teigti, kad šiam pokyčiui turėjo įtakos STS plėtra ir kaita. Dar beveik prieš 30 metų vienas STS autoritetų Bruno Latouras aktyviai kvietė suabejoti modernybės, kaip reiškinių ar epochos, savitumu ir išskirtinumu. Anot jo, dvi modernybės ašį sudarančios praktikos, būtent gryninimas ir perteikimas, traktuojamos ir įgyvendinamos atskirai, gilina prarają, skiriančią gamtą nuo visuomenės ir generuoja vis mažiau paaiškinamus hibridus, arba kvaziobjektus, kurių vis daugėja ir

⁶ <http://stemtosteam.org/>

⁷ <http://www.educationalstudies.org/>

⁸ <https://www.tandfonline.com/toc/heds20/current>

kurie yra tapę modernybei būdingo žinojimo organizavimo pavidalais. Instituciniu požiūriu modernybės kvestionavimas ir ekologinės STEM alternatyvos stiprėjimas galėtų būti siejami su STS augimu. Tad kaip augo ir stiprėjo STS?

Pirmiausiai apie tai, kaip radosi ir įsitvirtino STS sąjūdis, kuris tarsi sukūrė prielaidų peržiūrėti organiškai su modernybe susijusį, tradicinėmis disciplinomis grįstą gamtamokslinį ugdymą. B. Latouras savo knygoje „Mes niekada nebuvo modernūs“ (Latour, 2004 [1991]) rašė: „Jau kokius du dešimtmečius aš ir mano draugai studijuojame tas keistas situacijas, kurių mūsų dabartinė intelektualioji kultūra nebežino, kam priskirti. Nerasdami tikslesnio pavadinimo, vadiname save sociologais, istorikais, ekonomistais, politologais, filosofais, antropologais. Tačiau prie šių gerbiamų disciplinų pavadinimų kaskart pridėdame kilmininką: mokslų ir technikos. Anglai sugalvojo terminą *Science studies*, be to, dar vartojamas gremėzdiškas pavadinimas „mokslas, technika, visuomenė“. Tačiau, kad ir kokią etiketę prisegtume, esmė viena: iš naujo surišti Gordijo mazgą, ir tiek kartų, kiek reikės, peržengti prarają, skiriančią tiksluosius mokslus (*les connaissances exactes*) ir valdymą (*l'exercice du pouvoir*), kuriuos mes pavadinšime atitinkamai gamta ir kultūra. Patys būdami hibridai, nei šiaip, nei taip įsitaisë mokslu įstaigose, pusiau inžinieriai, pusiau filosofai, „išsilavinusieji tretieji“, nors visai to nesiekėme, mes pasirinkome nagrinėti šią neišnarpliojamą painiavą, kad ir kur ji mus nuvestų. Mūsų pirmyn atgal per prarają lakstanti šaudyklė – perteikimo (*traduction*) arba tinklo sąvoka. Kaip tik tinklas yra šių susipynusių istorijų Ariadnės siūlas, nes jis lankstesnis už sistemos sąvoką, istoriškesnis už struktūros sąvoką, empiriškesnis už kompleksiskumo sąvoką“ (Latour, 2004 [1991], p. 9).

Ar ta „išsilavinusių trečiųjų“ kompanija, praėjus trims dešimtmečiams nuo knygos parašymo, tebėra? Jei taip, tai kas ją sudaro ir ką ji tiria? Ką turėjo omenyje B. Latouras, kai kalbėjo apie prarają, skiriančią gamtą ir kultūrą arba tiksluosius mokslus ir valdymą, ir apie galų, kurių radosi, kai su modernybės pradžia buvo perkirstas Gordijo mazgas, raišiojimą?

Atrodo, kad kompanija, kurią galėtume laikyti STS tinklu, tebėra ir ji plečiasi. Šiuo metu STS tinklas, tiesa, toli gražu ne toks tankus, kaip gali pasirodyti iš pirmo žvilgsnio, apima ir įvairias mokslo tyrimais užsiimančias mokyklas, ir įvairias mokslo ir technologijų tyrimo tradicijas. Jau minėtoje knygoje „Mes niekada nebuvo modernūs“ B. Latouras „išsilavinusių trečiųjų“ pradininkams priskyrė Donaldą MacKenzie, Michėlą Calloną, Thomasą Parke Hughesą, Johną Law (Latour, 2004 [1991]). Svarbesniais STS tinklo mazgais, kurių svarba laikui bėgant kito, būtų galima laikyti mokslinio žinojimo sociologiją (Sociology of scientific knowledge arba SSK), kuriai atstovauja Davidas Blooras, Stevenas Woolgaras, Barry Barnesas, Stevenas Shapinas, Simonas Schafferis, anksčiau populiarius antropologinius laboratorijų tyrimus (Laboratory studies), kuriuos kultivavo B. Latouras, S. Woolgaras, Karina Knorr Cetina, Michaelas Lynchas, feministinius mokslo ir technologijos tyrimus, kuriems atstovauja Donna Haraway, Deborah Heath, etnometodologinius mokslo ir technologijos tyrimus (Ethnomethodological Science and Technology Studies – S&TS), kuriuos po Haroldo Garfinkelio tęsia Michaelas Lynchas, Grahamas Buttonas, Wesas Sharrockas ir kt. Paprastai tai palyginti nedi-

delės, bakalauro studijų neturinčios, universitetuose susibūrusios mokslininkų grupės, kurios, nepaisant skirtingų pavadinimų, viena nuo kitos skiriasi palyginti nedaug.

Bene nuosekliausiai STS institucionalizavimosi istoriją aprašė kitas STS autoritetas, šįkart iš Jungtinės Karalystės, J. Law⁹. Savo dažnai cituojamą straipsnį „Apie sociologiją ir STS“ (Law, 2008) J. Law pradeda nuo teiginio, kad mokslas ir technologijos visada buvo sociologijos akiratyje. Apie technologijų pažangą rašė K. Marxas, M. Weberis ir kiti visuomenės raida domėjęsi sociologai. Prie mokslo sociologijos institucionalizacijos daug prisidėjo Roberto Mertonso veikalas „Mokslo sociologija“ (Merton, 1973). Taigi sociologija niekada nepaliovė domėtis nei technologijomis, nei mokslu, kaip institucija ir metodu. Tačiau praėjusio šimtmečio aštuntajame dešimtmetyje greta žinojimo ir mokslo sociologijos pradėjo formuotis STS tyrimų kryptis, kuri irgi domėjosi mokslu ir idėjų ir metodų sėmėsi iš pačių įvairiausių disciplinų: antropologijos, švietimo studijų, geografijos, istorijos, mokslo istorijos, organizacijų tyrimų, mokslo filosofijos ir sociologijos. Beje, prieš kelis dešimtmečius vykusio D. Blooro ir B. Latourso polemika (Bloor, 1999; Latour 1999) dėl D. Blooro suformuluotos stipriosios žinojimo sociologijos programos (Bloor, 1991 [1976], p. 3–23) rodo veikiau STS intergalumą. 2018 metais paklaustas, kas vienija STS, B. Latouras atsakė, kad STS tai bendro pobūdžio tyrimai, kurie prasidėjo nuo mokslo istorijos, sociologijos, kiek vėliau atsiradusių antropologijos ir sveikatos tyrimų. Visais tais atvejais, kai mokslas buvo ir yra ne tyrimo išteklius, bet pats yra labai konkretaus tyrimo dalykas, reikalą turime su STS (Mazanderani & Latour, 2018, p. 286). Beje, pats pokalbis, kuriame B. Latouras suformulavo šį apibrėžimą, vadinasi „Visas pasaulis tampa mokslo tyrimais“ (Mazanderani & Latour, 2018).

J. Law, apibūdindamas STS radimosi prielaidas, išskiria Thomas'o Kuhno veikalą „Mokslo revoliucijų struktūra“ (Kuhn, 2003 [1962]). Anot J. Law, T. Kuhno pažiūros darė įtaką STS trimis būdais (Law 2008, p. 626–630): pirma, mokslo paradigmos koncepcija sudarė prielaidų nuo mokslo kaip tiesos ieškojimo būdo sampratos pereiti prie mokslo kaip *kultūros* formos traktavimo; antra, T. Kuhnas paskatino domėtis neformaliomis mokslinės veiklos arba praktikos prielaidomis; trečia, ieškodamas argumentų jis taikė *atvejo analizę* ir taip STS tyrimuose įtvirtino šį analizės būdą.

Detalizuodamas T. Kuhno suformuluotą paradigmos sampratą J. Law teigia, kad būtent ji atvėrė galimybę mokslą traktuoti kaip kultūros, kuri disponuoja kultūriniais, kognityviniais ir praktiniais pasaulio supratimo ištekliais, forma. Todėl, jei norime paaiškinti, kaip keitėsi mokslas, pirma, turime išsiaiškinti jo specifines sąlygas, antra, permąstyti esamo mokslinio žinojimo pobūdį, ir trečia, suprasti tą racionalumą, kuriuo vadovaujasi mokslininkai ir kuris yra pirmųjų dviejų veiksmų rezultatas. Tyrimo programa, kuri remiasi tokiu požiūriu, „nėra toli nuo *verstehende* sociologijos arba kultūrinės ar socialinės antropologijos“ (Law, 2008, p. 626).

Aptardamas T. Kuhno įtaką mokslinės veiklos tyrimui, J. Law teigė: „Tuo metu, kai Kuhnas pradėjo rašyti, daugelis istorikų ir ypač mokslo filosofų buvo linkę traktuoti mokslą kaip kognityvinių ir racionalių veiklų formalią sistemą. Formalūs reikalavimai,

⁹ <http://heterogeneities.net/index.htm>

dėsniai ir teorijos buvo išaukštinti įkūnytų įgūdžių (kartu nuovokos), amato, laboratorijoje atliekamų manipuliacijų ir pameistrystės sąskaita“ (Law, 2008, p. 628). T. Kuhno knyga padėjo pakeisti traukos centrą. Dėsniai ir teorijos liko svarbios, tačiau jų reikšmė ėmė priklausyti nuo neformalių akademinės veiklos sąlygų bei nuo dėsnių ir teorijų traktavimo būdo. Toks požiūris sunkiau sugretinamas su normatyvine funkcionalistine R. K. Mertonio mokslo sociologija, tačiau rasti jam vietą greta kitų sociologijų nesunku. Tokiais akademiniais T. Kuhno mokslinės veiklos tyrimo giminaičiais J. Law mano esant kritinę teoriją ir simbolinį interakcionizmą (ibid.).

Trečias ir svarbiausias, J. Law požiūriu, dalykas buvo tai, kad T. Kuhnas nuosekliai naudojo atvejo analizės metodą. STS perėmė iš T. Kuhno taisyklę neatsieti teorijos nuo konkrečių pavyzdžių, kitaip atvejų. Ir mokslininkų eksperimentai, ir mokslo istorikų tyrimai yra atvejai, kuriems turi būti taikomas atvejo analizės metodas. J. Law pabrėžia, kad didieji sociologiniai naratyvai, tarkime, tokie kaip rizikos visuomenė arba globalizacija, STS požiūriu yra vertinami atsargiau ir turėtų būti neatsiejami nuo juos konkretinančio atvejo tyrimo arba patys gali būti tiriami kaip atvejai.

Būtų galima apibendrinti, kad T. Kuhno darbai sukūrė prielaidų mokslo ir technologijų tyrimo alternatyvai, kurią įgyvendino STS. Iš esmės nuo normatyvinio mokslo tyrimo buvo pereita prie konkrečių mokslinių praktikų kaip kultūrinių reiškinių, kuriems tirti taikomas atvejo analizės metodas, aprašymų ir analizės.

T. Kuhno teorinėms prielaidoms įsitvirtinti prireikė kelių STS raidos dešimtmečių. J. Law STS sąjūdžio istorijoje išskyrė penkis pagrindinius etapus, kurie yra glaudžiai susiję su aptariamos alternatyvos institucionalizacija. Pirmas etapas žymi perėjimą nuo mokslo istorijos tyrimų prie įgyvendinamų mokslinių tyrimų antropologijos ar etnologijos. Mokslininkų gentį laboratorijoje tiriantis antropologas siekia suprasti, kaip randasi moksliniai faktai. Jis arba ji analizavo laboratorijas kaip mokslinius faktus kuriančių praktikų atvejus. Taigi visa iš T. Kuhno paveldėta trilypė programa buvo įgyvendinta: antropologas ar etnologas, ėmęsis laboratorijos tyrimų, tyrė konkrečias mokslinius faktus kuriančias praktikas arba, kitaip tariant, laboratoriją kaip kultūros atvejį. Ši etapą simbolizuoja chrestomatinis B. Latouro ir S. Woolgaro veikalas „Laboratorijos gyvenimas“ (Latour & Woolgar, 1986 [1979]), tačiau tai toli gražu nėra vienintelė šiam etapui priskirtina knyga. Beveik tuo pačiu metu panašius tyrimus atliko Karina Knorr-Cetina (Knorr-Cetina, 1981), M. Lynchas (Lynch, 1985). Kaip vėliau paliudijo B. Latouras ir M. Lynchas, nei vienas, nei kitas savo akademinėje jaunystėje pradėję laboratorijų antropologinius arba etnologinius tyrimus, apie kitur atliekamus laboratorijų tyrimus nieko nebuvo girdėję (Mazanderani & Latour, 2018, p. 385; Ziewitz & Lynch, 2018, p. 368–369). Tačiau netrukus ėmė rasti tokių tyrimų tradicija ir tinklas.

Antrame STS etape tyrimai iš laboratorijų išsiplėtė į technologijų sritį. Ši plėtra pakeitė mokslo supratimą. Susietas su technologijomis mokslas buvo pradėtas interpretuoti plačiau, nebe tik kaip konkretus episteminių praktikų atvejis, bet ir kaip materialios kultūros, nuolat sąveikaujančios su politika ir ekonomika, forma.

Trečią STS raidos etapą J. Law susieja su aiškiu STS atsiskyrimu nuo sociologijos. STS reliacionistinė, arba pagrįsta santykiais, tyrimo logika priešpriešinama sociologi-

niam redukcionizmui, kurį, B. Latouro žodžiais sakant, propaguoja socialumo sociologija (plačiau apie tai: Poviliūnas, 2017, p. 66–70). „Klausimas yra toks, gali ar negali socialiniai interesai arba struktūros /.../ *formuoti* technologijas. Kai kurie technologijų tyrinėtojai įtikinamai argumentuoja, kad būtent taip ir yra. Lytis, pavyzdžiui, daro įtaką kuriant saugesnius dviračius /.../ arba spausdinimo technologijas /.../. Tačiau kiekvienas žingsnis sisteminės logikos link ardo socialumą, kaip aiškinimo išteklių. Taip vyksta dėl to, kad sistemos turi savo reliacionistinę logiką, kuri socialumą perkeičia taip pat, kaip ir technika. Ir tai savo ruožtu reiškia, kad socialumas nieko negali *paišikinti*“ (Law, 2008, p. 632).

Ketvirtas etapas – veikėjo tinklaveikos teorijos, kurios akronimas ANT (iš angliško termino Actor Network Theory), ji kartais pavadinama perteikimo (pranc. *traduction*), kartais asociacijų sociologija (Buxton et al., 2017), įsitvirtinimas. Bet visais atvejais – tai yra redukcionistinės socialumo sociologijos alternatyva. Į tą sąveikaujantį tinklą, kurį tiria ANT, įtraukiami „žmonės, technologijos, natūralūs reiškiniai, dokumentai, ne žmogiškos gyvenimo formos, žinojimai, socialiniai faktai, kolektyvai ir fenomenai“ (ibid.). Į sau pačiam išsiskelbę klausimą, kaip reikėtų mąstyti apie ANT, J. Law atsako taip: „ANT nėra susijusi su socialinių tinklų teorijomis, ANT nėra sociologijos atmaina, ji veikia primena kompoziciją ar sistemą, kurioje susipina gamtiniai, socialiniai ir techniniai veiksniai. Užuot klaususi KODĖL, ANT kelia klausimą, KAIP atsitinka, kad tam tikru laiko momentu ir tam tikroje vietoje iš įvairių tinklų sąveikos randasi konkretūs mokslinio tyrinėjimo objektai“ (žr. ibid.).

Penkto STS etapo ypatumas yra feminizmas: lyties vaidmuo STS siužetuose tapo vis svarbesnis, kartu stiprėjo feministinė epistemologija, kuriai iliustruoti J. Law pasitelkia amerikiečių mokslininkę, STS sąjūdžio aktyvistę Donną Haraway. D. Haraway sukritikuoja Stepheno Shapino ir Simono Schafferio pasiūlytą santūraus mokslinio liudijimo interpretaciją, kuri įsitvirtina nuasmenintame akademiniam stiliuje (Shapin & Schaffer, 1985, p. 65–69). Pretenduodama į objektyvumą, ši mokslinio liudijimo interpretacija maskuoja naratorių, atskiria subjektą nuo objekto ir kuria iliuziją tarsi pats objektas kalbėtų. D. Haraway, pasiūlydama kitonišką, feministinę santūraus mokslinio liudijimo versiją, jį lokalizuoja: „Feministinis objektyvumas yra susijęs su tam tikroje ribotoje vietoje išsidėsčiusiu žinojimu. /.../ Feministinis objektyvumas siekia išvengti dieviško triuko /.../ matyti viską iš niekur“ (cit. pagal Law, 2008, p. 633–634).

Būtent STS sąjūdis, paties sąjūdžio atstovų nuomone, tapo ir modernybės dekonstravimo įrankiu, ir su modernybe siejamo mąstymo alternatyva. Tačiau, kita vertus, ar ši STEM × STS alternatyva gali pasiūlyti pagrįstą pakaitalą tradicinėms gamtamokslinio ugdymo disciplinoms?

3. Gamtamokslinio ugdymo hibridas

Netrukus po to, kai pasirodė didžiulio populiarumo sulaukęs J. Camerono filmas „Įsikūnijimas“ (angl. „Avatar“), B. Latouras rašė: „Jeigu aš turėčiau agentą, esu tikras, kad jis man būtų pasiūlęs pateikti ieškinį Jamesui Cameronui dėl jo paskutinio filmo, nes

„[s]ikūnijimas“ iš tikrųjų turėtų vadintis „Pandoros viltis“!¹⁰ Taip, Pandora yra mitinio humanoido, kurio skrynioje slepiasi visos žmonijos negandos, vardas, tačiau kartu tai pavadinimas dangiško kūno, kuri eksploatuoja atvykėliai iš Žemės (visi jie Amerikos karinio pramoninio komplekso atstovai), visiškai nepaisydami nei vietinių gyventojų navių, nei planetos organizmą sudarančios tinklinės ekosistemos arba deivės Eywa'os. Man susidarė įspūdis, kad šis filmas yra pirmas vaizdingas pasakojimas, kas atsitinka, kai modernūs žmonės susiduria su Gaia'a“ (Latour, 2010, p. 471).

Ši citata apie „[s]ikūnijimą“ paranki dviem aptartoms STEM sampratoms atskirti: ar mes traktuojame STEM kaip reformą, skirtą modernųjų Žemės gyventojų gamtamoksliniam ugdymui tobulinti, kad jie taptų dar gudresniais ir galingesniais Pandoros užkariautojais, (2) ar kaip sąjūdį, kuris turėtų inicijuoti fundamentalius ugdymo turinio pokyčius, kai nuo aukštųjų technologijų kompetencijų reikalaujančių darbo rinkos ar kapitalistinių prioritetų, kurie tiesiogiai susiję su didėjančia konkurencija ir intensyvia ūkio plėtra, beatodairiškai eksploatuojančia žemės išteklius, būtų pereinama ekologinės savimonės ir Gaia'ą (Žemę) tausojančios pasaulėžiūros. Jei kam nors klausimas, kuris remiasi daugiausiai kino istorijoje uždirbusio filmo, taigi to paties kapitalizmo požiūriu labai sėkmingo projekto, siužetu gali pasirodyti pernelyg naivus ar pernelyg populiariai suformuluotas, keliaukime prie ištakų.

B. Latouras jau minėtoje savo knygoje „Mes niekada nebuvo modernūs“ (Latour, 2004 [1991]), kuri įsitvirtino kaip antra dažniausiai cituojama knyga iš gausaus B. Latouro knygų sąrašo, nuodugnai aprašo dvi žinojimo organizavimo konstitucijas: moderniąją ir nemoderniąją. Verta atkreipti dėmesį, kad ši knyga, be kitų, atliko dvi svarbias funkcijas: apibendrinio ankstyvuosius B. Latouro tyrimus (Latour & Woolgar, 1986 [1979]; Latour, 1987; Latour, 1988 [1984]), ir nubrėžė gaires tolesniems tyrimams, kuriuos vainikavo jau minėta dalyvio tinklaveikos teorija, arba ANT (Latour, 2005), ir ekologijos politika (Latour, 2017).

Knygą „Mes niekada nebuvo modernūs“ B. Latouras pradėjo nuo reiškinių, kurių jis pavadina hibridų dauginimusi, apibūdinimo. Nepaliaujamai daugėja įvairiausių hibridus aprašančių straipsnių, „kuriuose neišnarpliojami susipina mokslas, politika, ekonomika, teisė, religija, technika, beletristika. /.../. Pats mažiausias AIDS virusas nuo sekso jus veda pašmonės, Afrikos, ląstelių kultūrų, DNR, San Francisko link, tačiau analitikai, mąstytojai, žurnalistai ir vadovybė suskaldys tą trapų viruso nubrėžtą tinklą į atskiras dalis, kuriose rasime tik mokslo, tik ekonomikos, tik socialinių reiškinių, tik įvairenybių, tik gailėsčio, tik sekso“ (Latour, 2004 [1991], p. 8–9). Būtent hibridų dauginimasis tampa akivaizdžiu modernybės simptomu.

Anot B. Latouro, statybinę medžiagą hibridams kuria trys modernybei būdingos tikrovės aiškinimo, tačiau kartu ir tikrovės redukavimo arba gryninimo strategijos: natūralizacija, socializacija ir dekonstrukcija. Natūralizacija natūralizuoja socialumą, socializacija socializuoja gamtą arba natūrą, ironijos tropą pasitelkęs dekonstravimas priverčia

¹⁰ „Pandoros viltis“ yra populiaris B. Latouro knygos pavadinimas (Latour, 1999b). Šioje knygoje B. Latouras, aprašydamas įvairius mokslo istorijos epizodus, siekė atskleisti žmonių ir ne žmonių tinklaveiką ir taip įtvirtinti STS tyrimo paradigmą.

abejoti akivaizdžiais gamtos ir visuomenės reiškiniiais. Paskui iš tokio specializuoto, redukuoto arba išgryninto žinojimo atplaišų yra durstomi hibridai, taigi kuo toliau judama natūralizacijos, socializacijos ir dekonstravimo keliu, tuo daugiau randasi medžiagos hibridams ir pačių hibridų. Savo ruožtu nei mokslinis specializuotas žinojimas, nei galios santykius dekonstruojanti diskurso analizė nėra pajėgūs tų iš įvairaus žinojimo fragmentų ir iš įvairių materijų sudurstytus hibridus paaiškinti. Kvaziobjektai, tai kitas hibrido pavadinimas, ištrūksta iš įvairių aiškinimo schemų, keičia savo pavidalą ir provokuoja, nes negali būti taip suprantamas, kaip to norėtų vienmatis ar dvimatis modernybės išpuoselėtas, galėtume pasakyti, disciplinuotas protas. Tiesa, kartais tie hibridai kažkur dingsta, pakeisdami vieni kitus, bet, pasitaikius progai, išnyra vėl, kaip kokie „skiepai nuo tymų“, ir tada vėl neaišku, iš kurios pusės prie jų artėti.

B. Latouras įsitikinęs, kad prisijaukinti hibridą arba, kitaip tariant, jį perprasti gali modernybės kerų išvengusi simetrinė antropologija. Knygos „Mes niekada nebuvo modernūs“ paastraštė „Simetrinės antropologijos esė“ kaip tik tai ir teigia. Modernybei būdinga žinojimo asimetriškumą ir simetrinės antropologijos simetriškumą B. Latouras aiškina taip: esminis modernybės bruožas asimetrija remiasi gryninimo ir perteikimo praktikų atskyrimu, savo ruožtu simetriškumas įmanomas tik atsisakius abiejų praktikų skyrimo. Ne tik gryninimo ir perteikimo, bet ir gamtos ir visuomenės skyrimas sudaro moderniosios konstitucijos ašį, savo ruožtu šitų skirčių atsisakymas sudaro alternatyvios arba nemodernios tvarkos, kuria remiasi simetrinė antropologija, pagrindą.

Taigi modernybės išgrynintų mokslinių disciplinų alternatyva tampa žmonių ir ne žmonių tinklus perprantanti antropologija. „Bet koks etnografas [antropologas – A.P.], kad ir koks racionalistas būtų, atlikdamas praktinį tyrimą kuo puikiausiai vienoje monografijoje susieja studijuojamų tautų mitus, etnomoksus, genealogijas, politines santvarkas, technikas, religijas, epus ir ritualus. Nusiūstas pas arapešus arba ačuarus, pas korėjiečius arba pas kinus, viename pasakojime jis susies dangų, protėvius, gyvenamųjų namų formą, batatų, maniokų arba ryžių auginimo būdus, iniciacijos ritualus, valdžios formas ir kosmologijas. Kiekvienas pasakojimo elementas bus ir realus, ir socialinis, ir naratyvinis“ (ibid. 13). B. Latourui imponuoja tai, kad antropologija, kitaip nei gamtos ar socialiniai, politiniai mokslai, neskiria pačios genties realaus gyvenimo, genties socialinių santykių ir genties generuojamo žinojimo. Lokalizuoti žmonių ir ne žmonių tinklai yra organiškai susiję su žinojimu, kuris randasi tuose tinkluose.

Savo ruožtu antropologijos simetriškumo nereikėtų painioti su mokslinio žinojimo sociologo iš Edinburgo universiteto D. Blooro stipriosios žinojimo sociologijos programos simetriškumo principu, pagal kurį taip pat reikia aiškinti ir teisingus, ir klaidingus įsitikinimus (žr.: Bloor, 1991 [1976], p. 7)¹¹. B. Latouras remiasi Michelio Callono simetrijos apibrėžimu. Anot B. Latouro bendražygio M. Callono, simetriškumas – tai tų pačių aiškinimo principų taikymas, aiškinant ir visuomenę, ir gamtą (žr. Callon, 1986, p. 199). Antroje straipsnio dalyje jau analizavome, kaip STS sąjūdis (nuo laboratorijų antropologijos iki ANT arba perteikimo sociologijos) įgyvendino pokyčius, kuriuos įkūnija

¹¹ Stiprioji žinojimo sociologijos programa apima priežastingumo, nešališkumo, simetrijos ir refleksyvumo principus (plačiau: Bloor, 1991 [1976], p. 3–23).

nemoderniosios konstitucijos principai (žr. lentelę), todėl STS institucionalizavimąsi galima traktuoti ir kaip simetrinės antropologijos programos įgyvendinimą.

Lentelė. Moderniosios ir nemoderniosios konstitucijų palyginimas
(Latour, 2004 [1991], p. 133)

	Modernioji konstitucija	Nemodernioji konstitucija
1-oji garantija	Gamta transcendentinė, bet ją galima pasitelkti (imanentinė).	Bendros gamtos ir visuomenės gamybos neatskiriamumas.
2-oji garantija	Visuomenė imanentiška, bet ji mus be galo pranoksta (transcendentinė).	Nuolatinė pavertimo gamtišku, objektyviu ir pavertimo socialiu, laisvu priežiūra. Galiausiai yra gamtos transcendencija ir visuomenės imanencija, bet jos nėra atskirtos.
3-ioji garantija	Gamta ir visuomenė yra visiškai atskiros, o gryninimo procesas nė kiek nesusijęs su tarpininkavimo procesu.	Laisvė naujai apibrėžiama kaip gebėjimas rūšiuoti hibridų kombinacijas, kuris nepriklauso nuo vienalytės laiko tėkmės.
4-oji garantija	Išbrauktasis Dievas yra visiškai nesantis, bet teisėjauja abiem valdžios šakoms.	Hibridų gaminimas, tapęs akivaizdus ir kolektyvinis, tampa išplėstos demokratijos objektu, reguliuojančiu arba sulėtinančiu jos tempą.

Šias abi konstitucijas – moderniąją ir nemoderniąją – nesunku susieti su pirmoje straipsnio dalyje aptartomis STEM interpretacijomis. Taigi iš esmės galime išskirti bent du idealius STEM tipus: vienas orientuotas į disciplinuoatą modernybę, įprastų mokyklinių ir akademių disciplinų gryninimą bei jų integravimą, kitas – į sinkretinį mąstymą, simetrinę antropologiją, kuri turėtų užtikrinti dermę tarp gryninimo ir perteikimo. Jei tikėsime B. Latouru, pirmasis generuoja, antrasis tirpdo hibridus; pirmojo autoritetai gryninimui pamatus kloję filosofai T. Hobsas, I. Kantas, G. Hegelis, E. Huserlis, J. Habermasas ir postmodernistai (Latour, 2004 [1991], p. 56); antrojo autoritetai antrame straipsnio skyriuje aptarti STS atstovai.

Pirmasis idealus STEM tipas įtvirtina moderniąją konstituciją ir yra tiesiogiai susijęs su kompetencijomis, kurių reikia aukštųjų technologijų darbo rinkai. Prisimenant „Išsikūnijimą“, būtų galima teigti, kad tai Pandoros užkariautojams skirtas STEM. Jis yra grįstas įvairiomis perskyromis, kurioms diktuoja jau aptartas gryninimo bei perteikimo atskyrimas ir gryninimo sureikšminimas. Iš jo plaukia gamtos ir visuomenės mokslų perskyra bei visuomenės mokslų nuvertinimas, kuris liudija mokslų asimetriškumą, po to, matyt, eitų ir gamtamokslinio ugdymo disciplinų perskyros ir gamtos mokslų disciplinų reitingavimas gryninimo požiūriu. Pandoros užkariautojams reikia mineralo unobtainiumo¹², dėl kurio jie pasirengę nusiaubti visą Pandoros planetą.

¹² Mineralo *unobtainiumo*, kurį išgarsino J. Camerono „Išsikūnijimas“, pavadinimas kilęs iš angliško žodžio *obtain* (liet. išgauti, įgyti) ir mokslinėje lektūroje reiškia „tobulą, tačiau nepasiekiamą medžiagą“ (Carlson, 2011).

Antrasis idealus STEM tipas, bent STS atstovų požiūriu, yra skirtas tiems, kurie, vėl pasiremsime „Įsikūnijimu“, tampa vietinių Pandoros gyventojų navių sąjungininkais. Šita STEM versija remiasi nemoderniaja konstitucija, gryninimo neskiria nuo tarpininkavimo, ugdymo metu neredukuoja tikrovės į atskirų disciplinų konstruktus, bet nuosekliai taiko simetrinės antropologijos principus. Akivaizdu, kad antrasis STEM atitinka nūnai dominuojančią ideologinę konjunktūrą, kuriai puikiai atstovauja Greta Thunberg, ir galėtų būti laikomas geidžiamesniu, tačiau akivaizdu, kad viskas yra aišku, kol kalbama apie idealius tipus. Šiems tipams grimzant į tikrovę, vanduo ima drumstis ir ima rasti hibridai.

Tarkime, kaip šių dviejų idealių STEM tipų atžvilgiu būtų galima vertinti nesiliaujančias, tačiau nevaisingas disciplinų integravimo pastangas? Matyt, turint omenyje dviejų STEM dichotomiją, būtų galima teigti, kad disciplinų integravimo bandymai tik dar labiau institucionalizuoja gryninimą, nes integruoti galima tik tai, kas atskirta arba išgryninta. Taigi integravimui reikia kuo geresnio disciplinos arba žinojimo organizavimo tvarkos išgryninimo, savo ruožtu kuo grynesnė disciplina, tuo jos akademinis prestižas arba statusas aukštesnis ir tuo jai atstovaujantys ugdytojai turi daugiau ambicijų dominuoti integruojant. Kadangi ugdymo disciplina yra tam tikru būdu organizuotos arba sutvarkytos žinios, natūraliai kyla klausimas, kas daro įtaką tai tvarkai arba disciplinai? Disciplinos įkūnija kompromisus tarp įvairioms disciplinoms atstovaujančių interesų grupių. Pasiiekti kompromisai fiksuojami reglamentuose, pavyzdžiui, mokytojų rengimo. Susidaro įspūdis, kad kuo nematomos ugdymo programos arba *hidden curriculum* požiūriu svarbesnė disciplina, tuo daugiau įvairių išimčių ir daugiau išteklių galima tikėtis, rengiant tos disciplinos mokytojus. Aišku viena, kad integravimo požiūriu modernusis STEM turi disciplinuotai, tai yra išsaugant gryninimo vektorius, integruoti ugdymo disciplinas, savo ruožtu nemodernus STEM integravimo problemas apskritai nemato. Jam svarbiau nesudraskyti žmonių ir ne žmonių tinklaveikos.

Tačiau kartu reikia omenyje turėti ir tai, kad dviejų idealių STEM tipų išskyrimas yra ir gryninimo veiksmas, generuojantis gamtamokslinio ugdymo hibridą. Todėl jau užsiminėme, kad dviejų STEM tipų išskyrimas yra santykinis. Iš esmės kalba sukasi veikiau ne apie du STEM tipus, bet apie du požiūrio taškus, kai, žvelgdami iš pirmojo, matome du išgrynintus STEM tipus, todėl laikykime šį požiūrio tašką moderniuoju; savo ruožtu, žvelgdami iš antrojo, matome nemoderniąją gamtamokslinio ugdymo painiavą, kuriai išnarplioti reikia specialių, kaip pasakytų B. Latouras, simetrinės antropologijos tyrimų.

Vis dėlto, remiantis *Educational Studies* tomo, skirto STEM ir STS sąsajoms, straipsniais akivaizdu, kad alternatyvioji, arba nemodernioji, STEM interpretacija turėtų siekti įveikti šiuos moderniosios konstitucijos diktuojamus dualizmus: gamtos ir kultūros, moteriškumo ir vyriškumo, žmonių ir ne žmonių, mokslo ir kultūros, gamtos mokslų ir humanitarinių mokslų (žr. Freitas et al., 2017, p. 556). Kitas svarbus su šia nauja STEM paradigma susijęs dalykas yra tai, kad pati tyrėjų bendruomenė tampa svarbiu žinojimo generavimo veiksmu. Kitaip tariant, žinojimas nėra anoniminis, jį generuoja įvairiai sąveikaujančios ne tik akademinės „gentys“. Žmonių ir ne žmonių tinklaveika irgi turėtų atsispindėti ugdymo praktikose.

Išvados

STEM analizė rodo, kad galima išskirti bent du STEM traktavimus: pirmasis, kol kas dominuojantis STEM, atitinka vis dar populiarius neoliberalius švietimo idealus, antrasis, kol kas dominuojamas STEM, rodo rūpestį dėl klimato kaitos ir orientuojasi į populiarėjančią ekologinę sąmonę bei aplinką tausojančią elgseną. Abiejų požiūrio taškų institucionalizacija turi savo istoriją: pirmojo STEM istorija ilgesnė, ji prasidėjo šaltuoju karu bei ginkluotės varžybomis ir tiesiogiai akcentuoja aukštųjų technologijų kompetencijas, kurių reikia vis labiau suskaitmeninamai darbo rinkai ir sintetinės biologijos dominuosimam žaliajam kapitalizmui (Norkus, 2014, p. 579–608; Sabolius, 2018, p. 13); antrojo požiūrio institucionalizacija tiesiogiai susijusi su pokyčiais, kurie siejami su STS stiprėjimu ir moderniojo požiūrio į mokslą kritika, o sintetinė biologija tampa visuotinės kūrybos atveju.

Pirmas požiūris remiasi į moderniąją konstituciją, iš kurios plaukia gamtos ir visuomenės mokslų perskyra bei visuomenės mokslų nuvertinimas, kuris rodo mokslų asimetriškumą, po to, matyt, eitų ir gamtamokslinio ugdymo disciplinų perskyros ir gamtos mokslų disciplinų reitingavimas gryninimo požiūriu. Antrasis remiasi nemoderniąja konstitucija, gryninimo neskiria nuo tarpininkavimo, ugdymo metu neredukuoja tikrovės į paskirų disciplinų konstruktus, bet nuosekliai taiko simetrinės antropologijos principus.

Tačiau ar ši alternatyvi STEM samprata turi pakankamai galimybių pakeisti per daugelį metų susiklosčiusią gamtamokslinio ugdymo rutiną? Koks galėtų būti šio pakaitalo statusas ir ar yra prielaidų, kad gamtamokslinio ugdymo mokytojų bendruomenė sutiktų jį įgyvendinti? Ką daryti, jei ima aiškėti, kad alternatyva pagrįsta, tačiau galių įveikti per daugelį dešimtmečių susiklosčiusią rutiną arba išsukti iš tako, nuo kurio esi priklausomas, stinga?

Šitas ontologinių, epistemologinių, sociologinių ir organizacinių vadybinių klausimų mazgas yra tiesiogiai susijęs su pagrindine straipsnio tema. Deja, kol kas ne į visus klausimus galima atsakyti. Tačiau akivaizdu, kad gamtamoksliniam ugdymui peržiūrėti reikia kitoniško dizaino kompleksinių tyrimų, kurie siektų ne perkirsti klausimų mazgą, vienoje pusėje paliekant mokslus apie daiktus, kitoje – apie visuomenę, bet šį mazgą išnarplioti, kitaip sakant, jį perprasti.

Literatūra

- Allen, B. (2017). Exploring the Role of Ideology in Interdisciplinary Science Education Policy, *Educational Studies*, 53(6), 642–653, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369081>
- Bloor, D. (1999). Anti-Latour, *Studies in History and Philosophy of Science*, 30(1), 81–112, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0039-3681\(98\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0039-3681(98)00038-7)
- Bloor, D. (1991 [1976]). *Knowledge and Social Imagery*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Bullock, E. C. (2017). Only STEM Can Save Us? Examining Race, Place, and STEM Education as Property, *Educational Studies*, 53(6), 628–641, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369082>
- Buxton, C., Harper, S., Payne, Yolanda D. & Alleksaht-Snyder, M. (2017). Using the Sociology of Associations to Rethink STEM Education, *Educational Studies*, 53(6), 587–600, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369087>

- Callon, M. (1986). Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. In: Law, John (1986). *Power, action and belief: a new sociology of knowledge?* (pp.196–223). London: Routledge.
- Carlson, D. (2011). A lesson in sharing, *Nature*, 469(293), DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/469293a>
- Decuyper, M. (2019). STS in/as education: where do we stand and what is there (still) to gain? Some outlines for a future research agenda, Discourse: *Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(1), 136–145, DOI: <https://doi.org/10.1080/01596306.2018.1549709>
- Engler, J. (2012). *STEM education is the key to the U.S.'s Economic Future*, *U.S. News & World Report*. <https://www.usnews.com/opinion/articles/2012/06/15/stem-education-is-the-key-to-the-uss-economic-future>
- Freitas, E. de, Lupinacci, J. & Pais, A. (2017). Science and Technology Studies × Educational Studies: Critical and Creative Perspectives on the Future of STEM Education, *Educational Studies*, 53(6), 551–559, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1384730>
- García-Sancho, M., & Knorr C., K. (2018). These Were Not Boring Meetings: Miguel García-Sancho Talks with Karin Knorr Cetina. *Engaging Science, Technology, and Society*, 4, 246–266. DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2018.239>
- Gleason, T. (2017). Science Education and the Nature of Nature: Bruno Latour's Ontological Politics, *Educational Studies*, 53(6), 573–586, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369083>
- Heybach, J. & Pickup, A. (2017). Whose STEM? Disrupting the Gender Crisis Within STEM, *Educational Studies*, 53(6), 614–627, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369085>
- Hytten, K. & Stenhagen, K. (2019). When STEM and STEAM Really mean ABC: A Democratic Critique of „Anything but Civics“ Schools. *Educational Studies*, DOI: 10.1080/00131946.2019.1579720
- Jolly, J. L. (2009). The National Defense Education Act, Current STEM Initiative, and the Gifted. *Historical Perspectives*, 32(2), 50–53.
- Knorr-Cetina, K. (1981). *The manufacture of knowledge: an essay on the constructivist and contextual nature of science*. Oxford New York: Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, K. & Mulkay, M. (1983). *Science observed: perspectives on the social study of science*. London Beverly Hills: Sage Publications.
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures: how the sciences make knowledge*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Kuhn, T. (2003 [1962]). *Mokslo revoliucijų struktūra*. Vilnius: Pradai.
- Latour, B. (1987). *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Latour, B. (1988 [1984]). *The pasteurization of France*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Latour, B. (1999a). For David Bloor... and Beyond: A Reply to David Bloor's 'Anti-Latour', *Studies in History and Philosophy of Science*, 30(1), 113–129, DOI: <https://doi.org/10.22394/0869-5377-2017-1-135-160>
- Latour, B. (1999b). *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge, Massachusetts, London, England: Harvard University Press.
- Latour, B. (2004 [1991]). *Mes niekada nebuvome modernūs*. Vilnius: Homo Liber.
- Latour, B. (2010). An Attempt at a „Compositionist Manifesto“, *New Literary History*, 2010, 41(3), p. 471–490, JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/40983881>
- Latour, B. (2005). *Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory*. New York: Oxford University Press.
- Latour, B. (1990). Postmodern? No, Simply Amodern! Steps Towards an Anthropology of Science in Studies. *History and Philosophy of Science*, 21(1), 145–171, DOI: [https://doi.org/10.1016/0039-3681\(90\)90018-4](https://doi.org/10.1016/0039-3681(90)90018-4)
- Latour, B. (2017). *Down to Earth: Politics in the New Climatic Regime*. England: Polity Press.

- Latour, B. & Woolgar, S. (1986 [1979]). *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, New Jersey.
- Law, J. (2008). On Sociology and STS. *The Sociological Review*, 56(4), 623–649, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2008.00808.x>
- Law, J. (2006). Traduction / Trahison: Notes on ANT, *Convergencia* [online], 42(13), 47–72, <http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v13n42/v13n42a4.pdf>
- Law, J. & Urry, J. (2004). Enacting the social. *Economy and Society*, 33(3), 390–410, DOI: <https://doi.org/10.1080/0308514042000225716>
- Lowan-Trudeau, G. (2017). Indigenous Environmental Education: The Case of Renewable Energy Projects. *Educational Studies*, 53(6), 601–613, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369084>
- Lynch, M. (1985). *Art and artifact in laboratory science: a study of shop work and shop talk in a research laboratory*. London Boston: Routledge & Kegan Paul.
- Lynch, M. & Woolgar, S. (1990). *Representation in scientific practice*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. ISBN 9780262620765.
- Lynch, M. (1993). *Scientific practice and ordinary action: ethnomethodology and social studies of science*. Cambridge England New York: Cambridge University Press.
- Mazanderani, F. & Latour, B. (2018). The Whole World is Becoming Science Studies: Fadhila Mazanderani Talks with Bruno Latour. *Engaging Science, Technology, and Society*, 4, 284–302. DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2018.237>
- Merton, R. (1973). *The Sociology of Science. Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Mikami, K. & Woolgar, S. (2018). STS as a Program of Ontological Disobedience: Koichi Mikami Talks with Steve Woolgar. *Engaging Science, Technology, and Society*, 4, 303–319. DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2018.218>
- National Defense Education Act (NDEA) (1958). *United States Statutes at Large*, 72, 1580–1605. http://www.edu.uou.fi/tohtorikoulutus/jarjestettava_opetus/Troehler/NDEA_1958.pdf
- Norkus, Z. (2014). *Du nepriklausomybės dešimtmečiai. Kapitalizmas, klasės ir demokratija Pirmojoje ir Antrojoje Lietuvos Respublikoje lyginamosios istorinės sociologijos požiūriu*. Vilnius: Aukso žuvis.
- Parsons, S. M. (2017). *Accommodating STEM*. The Rhetorical Life of America's Workforce. Auburn University, Master of Technical and Professional Communication, <http://webhome.auburn.edu/~smp0042/portfolio/documents/stemrhetoriccasestudy.pdf>
- Poviliūnas, A. (2017). Apie bandymą atverti juodąsias mokslo dėžes (1). *Sociologija. Mintis ir veiksmai* 41(2), 65–78, DOI: <https://doi.org/10.15388/SocMintVei.2017.2.11722>
- Poviliūnas, A., Voznikaitis, A., Mačiulė, L., Juknienė, M., Sinkevičiūtė, E. ir Žilinskaitė, R. (2018). Apie bandymą atverti juodąsias mokslo dėžes (2). *Sociologija. Mintis Ir Veiksmai*, 43(2), 7–42. DOI: <https://doi.org/10.15388/SocMintVei.2018.2.1>
- Rousell, D., Cutter-Mackenzie, A. & Foster, J. (2017). Children of an Earth to Come: Speculative Fiction, Geophilosophy and Climate Change Education Research. *Educational Studies*, 53(6), 654–669, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1369086>
- Sabolius, K. (2018). Įvadas. Apie hibridinę vaizduotę, kn.: Sabolius, Kristupas (sudarytojas). *Materija ir vaizduotė. Hibridinė kūryba tarp meno ir mokslo*. Vilnius: VU leidykla.
- Shapin, S. & Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton: Princeton University Press.
- Verlie, B. (2017). Rethinking Climate Education: Climate as Entanglement. *Educational Studies*, 53(6), 560–572, DOI: <https://doi.org/10.1080/00131946.2017.1357555>
- Ziewitz, M. & Lynch, M. (2018). It's Important to Go to the Laboratory: Malte Ziewitz Talks with Michael Lynch. *Engaging Science, Technology, and Society*, 4, 366–385, DOI: <https://doi.org/10.17351/ests2018.220>