

Matematinio kūrybingumo ugdymas mokantis logiškai tiksliai samprotauti II klasėje

Vaiva Grabauskienė¹, Oksana Mockaitytė-Rastėnienė²

¹ Lietuvos edukologijos universitetas, Ugdymo mokslų fakultetas, Ugdymo pagrindų katedra, Studentų g. 39, 08106 Vilnius, vaiva.grabauskiene@leu.lt

² Lietuvos edukologijos universitetas, Ugdymo mokslų fakultetas, Ugdymo pagrindų katedra, Studentų g. 39, 08106 Vilnius, oksanamockaityte@gmail.com

Anotacija. Straipsnyje mokinių matematinio kūrybingumo raiškos aspektu analizuojamas matematinio samprotavimo gebėjimų ugdymas pradinėse klasėse. Mokinių matematinis kūrybingumas čia suprantamas kaip sintakse grindžiamo matematinio samprotavimo papildymas semantika, padedančia sukurti netikėtą ir originalų rezultatą, pritaikomą duotoje realioje situacijoje.

Matematinio samprotavimo gebėjimų ugdymui taikyta originali tiksliai sukurty praktinių matematinio tyrinėjimo veiklų sistema, grindžiama principu konkretu–schematiška–abstraktu. Tyrinėjimo užduotys parinktos remiantis matematinių taisyklių loginio pagrindimo pradinį klasių mokiniams modeliu. I–II klasių mokinių klaidų kokybinė ir kiekybinė analizė parodė, kad kontrolinės ir eksperimentinės klasių kontrolinėse užduotyse padarytų klaidų pobūdis ir kiekis skiriasi. Eksperimentinės klasės mokinių atliktose užduotyse rasta mažiau semantikos klaidų. Tai rodo, kad matematinio samprotavimo mokymasis pradinėse klasėse taikant principą konkretu–schematiška–abstraktu sudaro geresnes nei mokykloje įprasta sąlygas matematiniam kūrybingumui pasireikšti.

Esminiai žodžiai: *matematinis samprotavimas, aktyvus mokymasis, matematinio kūrybingumo ugdymas, samprotavimo klaidos, pradinis ugdymas.*

Įvadas

Matematika neretai laikoma griežtų formulių mokslu, neturinčiu ryšio su gyvenimu (Brunkalla, 2009). Matematikos mokytis sunku, nes jos idėjas įprasta pristatyti abstrakčiu pavidalu. Nesuprantant matematikos, abstraktumas ir griežtumas gali būti tapatinami su kūrybos laisvės ribojimu. Be įvairialypės matematinės patirties mokymosi rezultatai tampa menkai palaikomi. Taip dėl tariamo nekūrybiškumo matematika priešpriešinama kitiems mokslams ir menams. Galų gale prarandama motyvacija mokytis matematikos (Budvytis et al., 2013).

Iš tiesų dalis matematikos susideda iš taisyklių, loginių struktūrų ir formulių. Be to, matematikoje kūrybinio darbo rezultatas ne visada yra iš karto pritaikomas gyvenime (Shriki, 2010). Tačiau dažnai matematika kaip tik koncentruojasi į tai, kad būtų sukurti plačiai pritaikomi dalykai. Matematika siejama su gebėjimu abstrahuoti realias situacijas, parinkti tinkamą matematinę priemonę sprendimui ir interpretuoti abstrakčius rezultatus realiaame kontekste (Brunkalla, 2009). Taigi matematikoje kūryba itin aktuali ir paplitusi. Matematika netgi suteikia galimybę ir priemonės tokiai kūrybos laisvei, kurią riboja tik žmogaus proto ir vaizduotės galios. Kūryba yra gebėjimas elgtis ne pagal taisykles, o matematinio samprotavimo taisyklės yra sukurtos paties žmogaus ir jo valia yra keisti tas taisykles (Budvytis et al., 2013). Todėl jei matematinį ugdymą pavyktų suorganizuoti taip, kad mokiniai galėtų patirti kūrybos potyrius, mokytis matematikos tikriausiai būtų ne mažiau malonu nei menų.

Kūrybingumas matematikoje reiškiasi įvairiais pavidalais (Brunkalla, 2009):

- Abstraktusis kūrybingumas (angl. *creativity of abstraction*) apima modelių, atspindinčių realų pasaulį, kūrimą remiantis individo įvaldytomis matematinėmis priemonėmis.
- Sąsajų kūrybingumas (angl. *creativity of connection*) yra žinomų matematinių priemonių taikymas naujoms problemoms, pažvelgiant į problemas nauju būdu. Sąsajų kūrybingumas taip pat reiškiasi, kai matematinės ir kitokios žinios kartu taikomos sprendžiant įvairių sričių problemas.
- Tyrinėjimų kūrybingumas (angl. *creativity of researching*) yra naujų tinkamų dar neišspręstoms problemoms spręsti matematinių priemonių atradimas. Tokios kūrybos rezultatas yra naujos matematinės priemonės matematikos taikytojams.

Anksčiau išvardyti matematinio kūrybingumo būdai mokyklinėje matematikoje transformuojasi į abstrakčiu pavidalu pateiktų rutininių uždavinių sprendimo gebėjimus; į nestandartinių uždavinių sprendimo gebėjimus; į tyrinėjimo siekiant suprasti matematinių idėjų prigimtį gebėjimus. Taigi matematikos teikiamas kūrybines veiklas pakeičia kitos, nebūtinai su kūrybingumu sietinos matematinio ugdymosi veiklos.

Abstrakčiu pavidalu pateiktų rutininių uždavinių sprendimo gebėjimai mokslinėje literatūroje vadinami akademiniiais gebėjimais (Livne, Milgram, 2006). Jie menkai tiesijami su matematinio kūrybingumu. Kūrybingumo ugdymas mokymo programose

siejamas tik su problemų sprendimu ieškant skirtingų sprendimo būdų (Grassmann et al., 2010). Mokytojai netgi nėra pajėgūs numatyti mokinio matematinės kūrybos gebėjimų, nes mokykloje dažniausiai sprendžiami rutininiai uždaviniai (Chamberlin, Moon, 2005).

Nestandartiniai uždaviniai sprendžiami pastebint dėsningumus, taikant sudėtingos struktūros nealgoritminį mąstymą, išvelgiant matematinių objektų santykius, originalaus mąstymo rezultatą išreiškiant matematiniais simboliais. Tokiems uždaviniams spręsti būtini ir akademiniai, ir kūrybiniai (abstrakcijų arba taikomieji) gebėjimai. Nestandartiniai uždaviniai dėl sudėtingumo nėra ir negali būti mokyklinės matematikos kasdienybė.

Tyrinėjimas siekiant suprasti matematinių idėjų prigimtį remiasi bendraisiais intelektiniais (galvoti abstrakčiai, spręsti problemas logiškai ir sistemingai) ir bendraisiais kūrybiniais (generuoti didelį kiekį idėjų, sprendimų variantų) gebėjimais, taip pat specifiniais matematiniais (akademiniais ir kūrybiniais) gebėjimais. Įrodymo (pradinėse klasėse – atradimo, parodymo) mokymasis yra itin svarbus. Įrodymų atradimas tyrinėjant matematines idėjas yra priimtinas, tačiau matematikos pamokose kol kas retas (Grassmann et al., 2010). Toks tyrinėjimas, mokantis matematiškai samprotauti, galėtų būti matematinio ugdymo siekiamybė.

Kadangi mokyklinės matematikos pateikimas procedūrų ir faktų rinkinio pavidalu neatitinka matematikos bruožų (Budvytis et al., 2013), o išradingumas ir pasiekimai matematikoje reikalauja daugiau kūrybinių nei akademinų gebėjimų (Livne, Milgram, 2006), tyrėjai daug dėmesio skiria matematinio samprotavimo mokymosi problematikai.

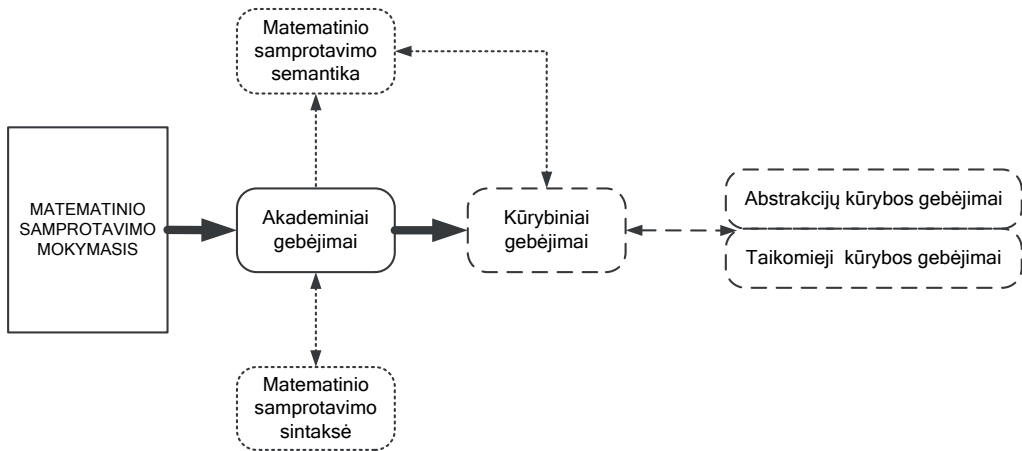
K. Richardson (2012) nuomone, kartais mokiniai daro ar sako tai, kas tik turi žinių pavidalą ir požymius. Daugelis vaikų neturi pagrindų, kad galėtų suprasti naują procedūrą. Todėl praleidžia daug laiko ir skiria daug energijos mokydamiės pačią procedūrą, nors iš tiesų jiems reikia pagrindimo, kodėl ta procedūra tokia yra. Tokie vaikai nemato matematikos logikos. Kartais gali atrodyti, kad jie moka matematiką, bet iš tiesų tai tik iliuzija. Jie tik prisimena procesus ir procedūras.

Manoma, kad šias problemas suprantantis mokytojas turėtų daugiau dėmesio skirti semantiniam ir sintaksiniam samprotavimui atpažinti (Easdown, 2009; Richardson, 2012). Matematinio samprotavimo sintakse vadinamos samprotavimo elementų jungimo į matematines konstrukcijas taisyklės. Matematinio samprotavimo semantika vadinama sąvokų, ženklų ir jų konstrukcijų matematinė prasmė.

Vien sintakse grindžiamas samprotavimas yra paviršutinis ir remiasi paprastomis taisyklėmis, atsitiktiniu šablonų ieškojimu ir parinkimu. Taip samprotaujant interpretuojama paraidžiui, pasirenkami neesminiai santykiai, o idėjų dėlionė panaši į mozaiką. Semantinis samprotavimas susijęs su gilesniu mokymusi. Jis remiasi intuicija, įžvalga ar patirtimi, taip pat vizualiais ar kitokiais modeliais, įgytais per ilgą laikotarpį. Ryšių tarp sintaksės ir semantikos atskleidimas mokiniams, ko gero, yra pats svarbiausias visaverčio matematinio ugdymo bruožas (Easdown, 2009).

Apibendrinant galima teigti, jog mokinio matematinis kūrybingumas su matematinio samprotavimo mokymusi yra susiję gana sudėtingai (1 pav.). Matematinio samprotavimo

mokymasis idealiu atveju ugdo akademinius, abstrakčių kūrybos ir matematikos taikymo gyvenimiškose situacijose kūrybinius gebėjimus. Akademiniai gebėjimai sietini su matematinio samprotavimo sintaksės įvaldymu. Kūrybiniai gebėjimai susiformuoja tik išsiaiškinus samprotavimo matematinį turinį.



1 pav. Matematinio samprotavimo mokymosi sąsajos su kūrybingumu

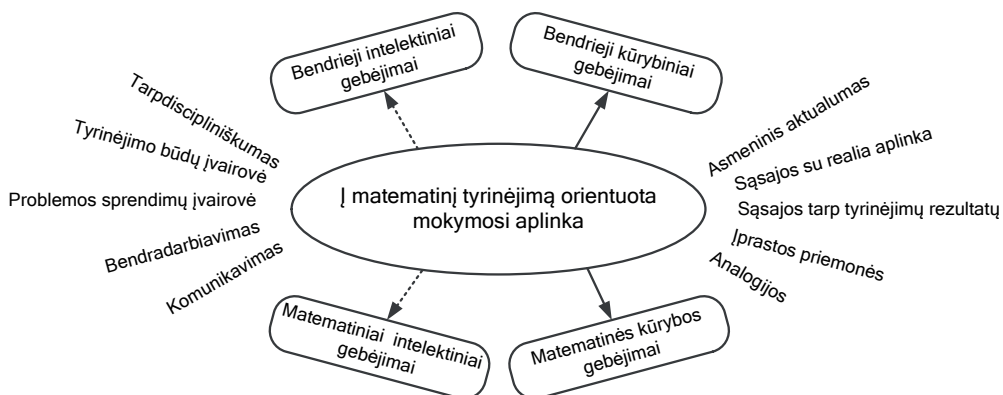
Matematikos mokymuisi svarbūs dvejoji kūrybiniai gebėjimai (Livne, Milgram, 2006):

- Abstrakčių kūrybos gebėjimai apima matematinę kūrybą taikant sintaksę ir suprantant semantiką.
- Taikomieji kūrybos gebėjimai reiškia produktyvų (grindžiamą semantikos supratimu) abstrakčių matematikos taisyklių (sintaksės) taikymą sprendžiant realioje aplinkoje kylančius uždavinius.

1 pav. brūkšnine linija pavaizduotos kūrybiems gebėjimams ugdyti būtinos, tačiau dažnai nerealizuotos visaverčio matematinio ugdymo grandys. Ištininė linija nurodo tradiciniam matematiniam ugdymui būdingus elementus. Taškine linija išskirti matematinės kūrybos pagrindą sudarantys matematinio samprotavimo bruožai. Vienpusė rodyklė nurodo poveikio kryptį, arba priežastingumą. Dvipusė rodyklė reiškia neatsiejamumą, arba ekvivalentumą.

Iš 1 pav. matyti, kad akademinius gebėjimus išugdyti yra paprasčiau nei kūrybinius, nes matematinės kūrybos gebėjimų atsiskleidimo būtina sąlyga yra sintaksės žinojimas ir semantikos supratimas. Akademiniai gebėjimai gali būti įgyti vien tik išmokus elementų jungimo į matematines konstrukcijas taisykles (sintaksę). Kita vertus, gausi ir įvairialypė matematinių taisyklių ir procedūrų taikymo sprendžiant uždavinius patirtis sukuria sąlygas įsigilinti į matematinio samprotavimo semantiką. Dėl abiejų priežasčių matematinio samprotavimo semantikos klaidas prasminga nagrinėti vertinant mokymosi aplinkų ugdomąjį poveikį matematiniam kūrybingumui.

Kitas svarbus atliktos teorinės matematinio kūrybingumo problematikos studijos rezultatas yra 2 pav. pavaizduotas *Mokinių matematinio kūrybingumo ugdymo konstruktas*. Jis apima į matematinę tyrinėjimą orientuotą mokymosi aplinką ir visus tokiu būdu ugdomus gebėjimus: akademinius (bendruosius intelektualinius ir matematinius intelektualinius) bei kūrybinius (bendruosius ir matematinius).



2 pav. Mokinių matematinio kūrybingumo ugdymo konstruktas

Matematikos mokymasis gali būti grindžiamas visuomenės ir mokytojo turimų žinių ir priemonių taikymu siekiant ugdyti matematinę mąstymą (taikymasis prie situacijos). Arba matematikos mokymuisi gali būti specialiai sukurtos mokymosi aplinkos, kuriose vaikai galėtų žaisdami ir tyrinėdami išbandyti kūrybinius matematinių temų aiškinimosi būdus (Krummheuer et al., 2013).

Specialiai matematiniam tyrinėjimui sukurta mokymosi aplinka (2 pav.) pasižymi:

- tarpdiscipliniškumu (Rusk et al., 2008; Munakata, Vaidya, 2012; Gilat, Amit, 2013);
- palaikomų tyrinėjimo būdų įvairove (Rusk et al., 2008);
- problemos sprendimo skirtingų būdų paieškos ir analizės skatinimu (Livne, Milgram, 2006; Brunkalla, 2009; Gilat, Amit, 2013);
- bendradarbiavimo ir komunikavimo plėtojimu (Krummheuer et al., 2013);
- sąsajų su realia aplinka ir sąsajų tarp tyrinėjimų rezultatų pabrėžimu (Brunkalla, 2009; Gilat, Amit, 2013);
- mokiniams įprastų kasdienių priemonių (tokių kaip konstruktoriai, kiti daiktai iš artimiausios aplinkos) taip pat analogijų taikymu ieškant matematinių prasmų (Rusk et al., 2008; Munakata, Vaidya, 2012);
- asmeniniu aktualumu ir mokinio įsitraukimu į mokymosi procesą (Rusk et al., 2008; Krummheuer et al., 2013).

Bendrieji intelektualiniai gebėjimai susiję su gebėjimu galvoti abstrakčiai, spręsti problemas logiškai ir sistemingai. Matematiniai intelektualiniai gebėjimai apima standartinį

loginį matematinį mąstymą ir pasireiškia skaičiavimo gebėjimais, matematinių sąvokų, principų žinojimu ir jų taikymu mąstant. Bendrieji kūrybiniai gebėjimai leidžia generuoti didelį kiekį idėjų ir sprendimų variantų, kuriant kokybiškus sprendimus. Matematinės kūrybos gebėjimai pasireiškia nestandartiniu mąstymu apie matematiką. Jie ypač aktualūs sprendžiant nestandartines matematines problemas ir sunkiose nemokyklinėse veiklose, reikalaujančiose matematinių gebėjimų (Livne, Milgram, 2006).

Pradinėse klasėse matematinio samprotavimo mokymuisi tokios specialiai sukurtos matematinio tyrinėjimo aplinkos dėl mokinių amžiaus yra ypač aktualios.

Todėl šiame straipsnyje nagrinėjama **problema** – kokį poveikį pradinį klasių mokinių matematiniam kūrybingumui turi matematinio samprotavimo mokymasis taikant matematinio tyrinėjimo grindžiamą aplinką? Šio **straipsnio tikslas** – matematinio kūrybingumo skatinimo aspektu išanalizuoti tyrinėjimo grindžiamos mokymosi aplinkos taikymą II klasėje. **Tyrimo objektas** – I–II klasės mokinių matematinio samprotavimo klaidos.

Matematinio samprotavimo mokymosi rezultatų (1 pav.) požiūriu ir matematinio kūrybingumo ugdymo konstrukto (2 pav.) pagrindu šiame straipsnyje formuluojami tokie **tyrimo uždaviniai**:

1. Išanalizuoti eksperimentiniam ugdymui taikytų tikslingų praktinių užduočių sistemą matematinio kūrybingumo skatinimo aspektu.
2. Įvertinti eksperimentinės II klasės matematikos užduotyse padarytų klaidų kiekį ir pobūdį.
3. Aptarti tyrinėjimu grindžiamos mokymosi aplinkos skatinamąjį / neutralų / slopinamąjį poveikį mokinių matematiniam kūrybingumui.

Tyrimo metodika

Bendra tyrimo charakteristika. Empirinio tyrimo logika grindžiama iš matematinio kūrybingumo problematikos teorinės studijos išplaukiančia prielaida, jog matematinės sintaksės nežinojimas ir ypač semantikos nesupratimas slopina mokinių matematinį kūrybingumą. Todėl mokinių padarytų klaidų kiekio ir turinio analizė gali suteikti informacijos apie tyrinėjimu grindžiamos mokymosi aplinkos taikymo poveikį mokinių matematiniam kūrybingumui.

Siekiant straipsnio tikslo, taikyti šie **empirinio tyrimo ir duomenų analizės metodai**: apklausa raštu, klasikinis ugdomasis eksperimentas, kokybinė turinio (angl. *content*) analizė, kiekybinė (dažnių) analizė.

Empiriniai duomenys analizei surinkti taikant klasikinio eksperimento metodą. Vykdytos dvi diagnostikos ir eksperimentinės ugdymas, lyginti eksperimentinės ir kontrolinės klasių mokinių dviejų apklausų rezultatai. Konstatuojamasis tyrimas atliktas mokiniams baigiant mokymąsi I klasėje. Pažymėtina, jog konstatuojamojo tyrimo metu

eksperimentinės ir kontrolinės klasių mokinių matematiniai pasiekimai buvo panašūs. Vienų mokslo metų trukmės eksperimentas atliktas mokiniams mokantis II klasėje. Diagnostinis tyrimas atliktas kontrolinėje ir eksperimentinėje klasėse, mokiniams baigiant mokymąsi II klasėje.

Eksperimentinio ugdymo pamokos buvo parengtos remiantis *Matematinų taisyklių loginio pagrindimo pradinių klasių mokiniams modeliui* (Mockaitytė, Grabauskienė, 2014). Modelis apima tris etapus: pasiruošimą, tyrinėjimą, refleksiją. Matematinio samprotavimo gebėjimų ugdymui taikyta originali tikslingai sukurtų praktinių matematinio tyrinėjimo veiklų sistema, grindžiama principu *konkretu–schematiška–abstraktu* (Hazekamp, 2011). Ugdomojo eksperimento metu mokiniams buvo pasiūlyta veiklų, kurių metu mokiniai turėjo galimybę pajusti, suformuluoti, paaiškinti, pagrįsti, patikrinti ir patikslinti. Visą mokslo metų laikotarpį, pačių mokinių atrastos ir suformuluotos matematinės taisyklės buvo tikslinamos, t. y. praplečiamos arba jų pagrindu kuriamos kitos taisyklės.

Eksperimentinio ugdymo trukmė – vieni mokslo metai. Iš viso eksperimentinės klasės mokiniai atliko 13 tyrinėjimo užduočių, apimančių įvairias pradinių klasių matematikos turinio sritis: skaičių sandarą, skaičių sekas, skaičiavimus, algebros pradmenis, matus ir matavimus.

Tyrimo priemonė. Apklausą raštu eksperimentinėje ir kontrolinėje klasėse buvo atlikta du kartus: prieš eksperimentinį ugdymą ir pasibaigus eksperimentiniam ugdymui. Buvo sudaryti du nevienodo sudėtingumo klausimynai: atitinkantis I klasės mokinių pasiekimų reikalavimus ir atitinkantis II klasės mokinių matematikos pasiekimų reikalavimus.

Rengiant klausimynus pagal Bendrojo ugdymo programose (2008) pateiktas matematikos turinio sritis buvo išskirtos šios apklausos instrumentų užduočių grupės: skaičių eilė ir sandara, aritmetika, statistika, algebra, geometrija, matai ir matavimo vienetai. Taip pat tyrimo instrumentų užduotys buvo parinktos atitinkančios visas standartizuotuose testuose nurodomas kognityvinių gebėjimų sritis: žinių ir supratimo, taikymo bei aukštesniųjų mąstymo gebėjimų. Pavyzdžiui, iš žinių ir supratimo srities į mokinių apklausą II klasėje buvo įtrauktos 6 užduotys: aritmetiniai veiksmai, geometrinių figūrų ir kūnų pavadinimai bei matavimo vienetų užrašymas smulkesniais vienetais ir palyginimas. Iš žinių taikymo srities buvo įtrauktos taip pat 6 užduotys: lygčių sprendimas, vienaveiksmių uždavinių sprendimas, atkarpų braižymas, statistika, laiko ir temperatūros užrašymas. Iš aukštesniųjų mąstymo gebėjimų srities buvo įtrauktos 4 užduotys: skaičių sekos dėsningumo nustatymas ir sekos užrašymas didėjimo ir mažėjimo tvarka, dvideiksmių tekstinių uždavinių sprendimas bei geometrinių kūnų atpažinimas: trikampė ir keturkampė piramidė, figūrų pavadinimo įvardinimas pagal kampų kiekį.

Tyrimo imtis. Tyrime dalyvavo 19 eksperimentinės ir 19 kontrolinės klasių mokinių iš tos pačios miesto mokyklos. Abiejų klasių mokiniai matematikos mokosi pagal „Riešuto“ vadovėlį. Eksperimentinės pamokas, grindžiamas tyrinėjimu, vedė eksperimentinės klasės mokytojas matematikos pamokų metu vaikams įprastoje mokymosi vietoje.

Duomenų analizė

Užduočių sistemos analizė mokinių kūrybingumo skatinimo aspektu. Eksperimentiniam ugdymui taikytų tikslingų praktinių užduočių sistema buvo sukurta siekiant ugdyti mokinių samprotavimų loginį tikslumą. Kaip matyti iš 1 pav., tokia ugdymo aplinka gali pasižymėti matematinio kūrybingumo skatinimu. Vis dėlto nėra aišku, kiek eksperimentiniame ugdyme taikyta užduočių sistema pasižymi matematinio kūrybingumo ugdymui tinkamos mokymosi aplinkos (2 pav.) savybėmis.

Kuriant užduočių sistemą, remtasi *Matematinų taisyklių loginio pagrindo pradinių klasių mokiniams modeliui* (Mockaitytė, Grabauskienė, 2014), kurio paskirtis yra aprašyti ugdymo procesą, bet ne ugdymui taikomos mokymosi aplinkos savybes. Pirmajame pagal modelį aprašyto ugdymo proceso etape (pasiruošimas) įvardijamas visų giminingų temų išankstinis nuoseklus susiejimas, esminiam supratimui svarbių elementų išryškinimas. Antrasis pagal modelį aprašyto ugdymo proceso etapas (tyrinėjimas) skirtas mokinio veiklai. Įvardytas empirinis temos raiškos tyrinėjimas įvairiame kontekste, matematinis tyrinėjimas, taisyklės formulavimas, įsisavintos taisyklės taikymas veikloje. Trečiajame pagal modelį aprašyto proceso etape (refleksija) įvardijamas probleminių temos aiškinimo momentų nustatymas, iškilusių neaiškumų sprendimo paieška. Sąajos tarp modelio elementų nurodo etapų kartojimo galimybę.

Taikytos užduočių sistemos analizė kūrybingumo skatinimo aspektu buvo pasirinkta atlikti nagrinėjant pastarojo modelio elementų ir kūrybingumo ugdymui tinkamos mokymosi aplinkos savybių (2 pav.) suderinamumą. Analizei buvo pasirinktas turinio (angl. *content*) kokybinės analizės metodas. Atliktas duomenų kategorizavimas, lyginimas, siekiant vizualizuoti sąajas, ir interpretavimas, suteikiant duomenims prasmę.

Matematinio kūrybingumo ugdymo konstrukte (2 pav.) įvardytos mokymosi aplinkos savybės buvo išskirtos atliekant teorinę kūrybingumo ugdymui tinkamos mokymosi aplinkos studiją. Šias mokymosi aplinkos savybes atliekant analizę nuspręsta taikyti kaip kategorijas. Kai analizuojami moksliniai tekstai, daroma prielaida, kad tokio teksto autorius vartoja mokslinius terminus. Todėl kodavimas nebūtinai, kategorijomis gali būti pavadinta tai, kas rasta (Bitinas, Kazlauskienė, 2009).

Tolesnė kokybinių duomenų analizė rėmėsi lyginimu. Iš savybių sąrašo buvo paeiliui imama kiekviena savybė-kategorija ir analizuojama, siekiant suprasti galimybę jai reikštis kiekviename modelio elemente. Nustatyta atitiktis tarp skirtingų prasminių vienetų schemeje buvo pavaizduota sąaja žyminčia linija. Tokiu būdu kiekvienai kategorijai buvo priskirtas vienas ar keli modelio elementai.

Interpretuojant turinio analizės metodu gautą sąajų schemą, ieškota atsakymų į klausimus:

- Ar galima įžvelgti dėsningumus?
- Ar galima kategorijas pateikti pagal tam tikrą nuoseklumą?
- Ar galima atskleisti priežastinius ryšius?

Klaidų pobūdžio ir kiekio analizė. Duomenys klaidų analizei buvo surinkti iš-nagrinėjus respondentų padarytas klaidas. Buvo pasirinkta klasikinė klaidų turinio kokybinės analizės (angl. *classical content analysis*) technologija, susidedanti iš visų duomenų aibės elementų analizės, duomenų skirstymo į mažesnes prasmingas grupes, pavadinimų išskirtoms duomenų grupėms parinkimo, duomenų grupių turinio pakartotinės patikros, duomenų dažnių grupėse skaičiavimo, gautos kokybinės ir kiekybinės informacijos interpretavimo (Leech, Onwuegbuzie, 2007). Pradėta nuo mokinių atliktų matematinių užduočių pirminio klaidų įvardijimo, detalaus klaidų grupavimo pagal temas. Giminingos klaidų temos laipsniškai buvo jungiamos į stambesnes grupes, kol galų gale buvo išskirti klaidų tipai: neatidumas, taisyklių nemokėjimas, sąvokų prasmės nežinojimas, teksto nesupratimas, netikslus brėžimas, skaičiaus sandaros nesupratimas, skaičių eilės nežinojimas.

Klaidų tipus priskiriant dar stambesnėms (sintaksės ir semantikos klaidų) grupėms, remtasi semantikos ir sintaksės klaidų apibrėžimu ir gauto suskirstymo rezultatų gretinimu su tyrimo instrumento užduočių turiniu ir užduočių parinkimo logika. Semantikos klaidomis čia vadinamos su sąvokų, ženklų ir jų konstrukcijų nesupratimu susijusios klaidos. Sintaksės klaidoms priskirtos visos kitos mokinių padarytos klaidos. Tikslinant klaidų priskyrimo sintaksės arba semantikos grupei rezultatus, laikytasi nuostatų:

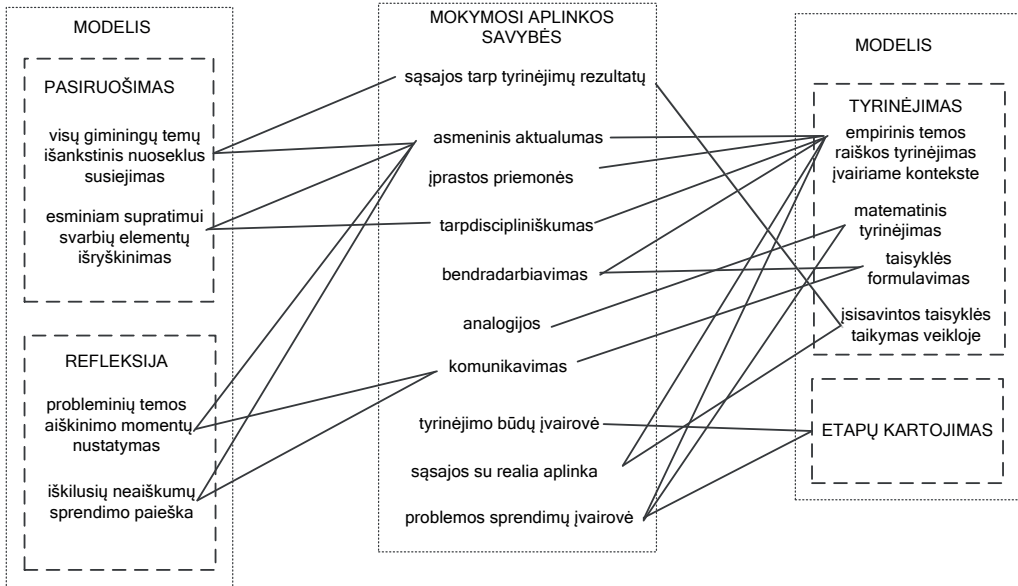
- žinių ir supratimo patikrinimui skirtose apklausos instrumento užduotyse, mokiniai dažniau darys sintaksės nei semantikos klaidas;
- žinių taikymo užduotyse, taip pat aukštesniuosius mąstymo gebėjimus atitinkančiose užduotyse labiau tikėtinos semantikos klaidos.

Pabaigus visas mokinių padarytas klaidas skirstyti į sintaksės ir semantikos klaidas, buvo įvertintas padarytų sintaksės ir semantikos klaidų kiekis.

Kadangi konstatuojamame ir diagnostiniame tyrime taikyti skirtingo matematinio turinio ir sudėtingumo klausimynai, apsiribota atskiru vieno ir kito tyrimo kontrolinės ir eksperimentinės klasių rezultatų palyginimu, neskiriant dėmesio klaidų padaugėjimui/sumažėjimui per mokslo metus toje pačioje klasėje.

Tyrimo rezultatai ir jų analizė

Eksperimentiniam ugdymui taikytų užduočių sistemos analizė matematinio kūrybingumo skatinimo aspektu. Matematinio kūrybingumo ugdymo konstrukte nusakytos mokymosi aplinkos ir kuriant eksperimentines užduotis taikyto matematinių taisyklių loginio pagrindimo modelio elementų atitiktis pateikta 3 pav. Jame matyti, kad visus modelio elementus atitinka bent vienas kūrybingumą skatinančios mokymosi aplinkos elementas. Taip pat visas mokymosi aplinkos savybės atitinka bent vienas modelio elementas.



3 pav. Kūrybingumą skatinančios mokymosi aplinkos ir taisyklių loginio pagrindimo modelio atitiktis

Daugiausia sąsajų su kūrybingumą skatinančios aplinkos savybėmis turi modelyje išskirtas tyrinėjimo etapus. Pažymėtina, kad būtent šiame etape eksperimentinio ugdymo metu net ir tiesiogiai buvo skatinamas mokinių matematinis kūrybingumas – formuluoti taisyklę, praktinėse veiklose išsiaiškinus semantiką.

Remiantis 3 pav. matomomis sąsajomis, iš visų modelio tyrinėjimo etapo elementų ypatingu svarbumu kūrybingumo ugdymui išsiskiria empirinis temos raiškos tyrinėjimas įvairiame kontekste. Jaunesniajame mokykliniame amžiuje jis ugdymui suteikia asmeninį aktualumą; sukuria prielaidas naudoti vaikams įprastas, netgi žaidimo elementais pasižyminčias realios aplinkos priemones; bendradarbiaujant atrasti įvairius nagrinėjamos problemos sprendimo variantus. Taip mokiniai aiškinasi matematinio turinio semantiką, ypač reikalingą kuriant.

Vien matematinis tyrinėjimas mokymosi motyvaciją didinančių, taip pat mokinių matematinį kūrybingumą skatinančių galimybių turi mažiau. Matematiškai tyrinėjant ieškoma analogijų, kitokių problemos sprendimų, tik tokia veikla jaunesniajame mokykliniame amžiuje be anksčiau įgytos empirinės patirties negali būti produktyvi. Vis dėlto būtent grynas matematinis tyrinėjimas, taisyklių atradimas ir formulavimas yra matematinio ugdymo siekiamybė. Todėl taip svarbu sudaryti vaikams sąlygas sukaupti empirinę patirtį. Kiekvieną matematinę idėją, su kuria norima supažindinti vaikus, būtina pirmiausia leisti vaikams atrasti praktiškai.

Tarpusavyje lyginant visų kitų 3 pav. pavaizduotų sąsajų kieki, galima teigti, jog likę modelio etapų elementai mokinių matematinio kūrybingumo ugdymui yra gana vie-

nodai reikšmingi, nes visi turi po dvi sąsajas su kūrybingumą skatinančios mokymosi aplinkos savybėmis.

3 pav. nagrinėjant mokymosi aplinkos savybių požiūriu sąsajų su modelio elementais kiekiu išsiskiria asmeninio aktualumo ir problemos sprendimų įvairovės kategorijos.

Asmeninio aktualumo kategorija daugiausia sąsajų turi su pasiruošimo ir refleksijos etapais ir tik vieną sąsają su modelyje išskirtu tyrinėjimo etapu. Tai rodo mokytojo pasirengimo mokinių kūrybingumo ugdymui svarbą. Toks pasirengimas susijęs su matematinių temų sąsajų supratimu, matematinės temos semantikai svarbių elementų išskyrimu, ugdymo veiklų koregavimu ir net kūrimu. Taigi mokytojas turi žinoti sintaksę, suprasti semantiką ir ją remdamasis būti kūrybingas.

Problemų sprendimų įvairovės kategorija su modeliu turi tris sąsajas: su empiriniu temos tyrinėjimu įvairiame kontekste; su matematiniu tyrinėjimu; su modelio etapų kartojimu. Panašu, jog šiomis sąsajomis atsiskleidžia pačios matematikos bruožas – ji yra neprieštaringa, o tuos pačius rezultatus galima gauti įvairiais būdais.

Apibendrinant galima teigti, jog kūrybingumą skatinančios mokymosi aplinkos ir parenkant eksperimentines veiklas taikyto modelio lyginamoji analizė rodo, jog egzistuoja pakankamai daug sąsajų, dėl kurių matematinio samprotavimo mokymasis taikant principą konkretu–schematiška–abstraktu gali būti laikomas tinkamu pradinį klasių mokinių matematiniam kūrybingumui ugdyti.

Eksperimentinės II klasės matematikos užduotyse padarytų klaidų kiekis ir pobūdis. Kaip matyti 4 pav., konstatuojamojo tyrimo metu kontrolinė ir eksperimentinė klasės pagal klaidų pasiskirstymą buvo panašios. Abiejose klasėse daugiausia padaryta skaičiaus sandaros nesupratimo klaidų. Toks rezultatas atitinka I klasės matematikos turinį – tuo laikotarpiu daugiausia laiko skiriama būtent kiekiniam ir kelintiniam skaičiaus sąvokos aspektui nagrinėti. Brėžimo užduočių vadovėliuose daug mažiau, tačiau tokių užduočių atlikimas reikalauja suprasti ar bent įsiminti matavimo vienetų žymėjimo sistemą, todėl mokiniai taip pat neretai klysta. Likusių klaidų kategorijų dažnis nedidelis ir apylygis.

Po eksperimentinio ugdymo, vykdyto diagnostinio tyrimo metu, rezultatai (5 pav.) rodo nemažai klaidų pasiskirstymo pasikeitimų kontrolinėje ir eksperimentinėje klasėje.

II klasės mokiniai dažniausiai daro sąvokų prasmės, teksto supratimo ir skaičiaus sandaros nežinojimo klaidų. Jiems kyla sunkumų ir taikant taisykles, kurių II klasėje padaugėja. Šiek tiek sumažėjęs brėžimo klaidų kiekis gali rodyti įgytos brėžimo patirties poveikį brėžimo rezultatui.



4 pav. Kontrolinės ir eksperimentinės klasių klaidų pasiskirstymas baigiant I klasę

Pažymėtina, kad eksperimentinės klasės mokiniai atlikdami apklausos užduotis II klasėje padarė iš viso 57 klaidas, o kontrolinės klasės mokiniai – 92 klaidas. Beveik visų klaidų kategorijų dažnis eksperimentinėje klasėje mažesnis nei kontrolinėje klasėje. Tai leidžia teigti, kad matematinio samprotavimo loginio tikslumo mokymasis II klasėje taikant principą konkretu–schematiška–abstraktu turėjo teigiamą poveikį klaidų kiekio sumažėjimui.

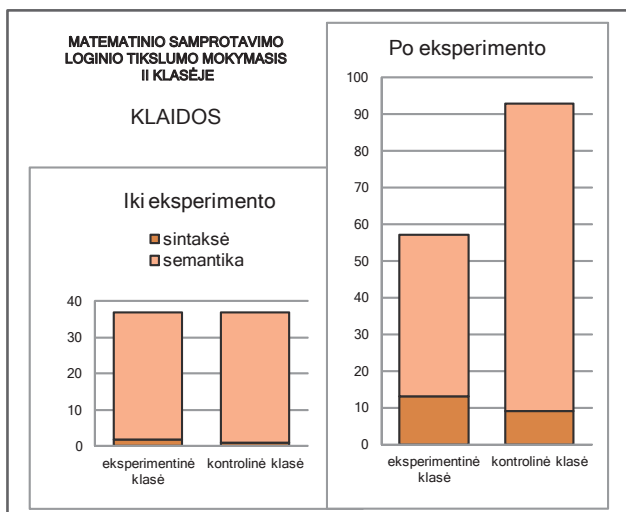


5 pav. Kontrolinės ir eksperimentinės klasių klaidų pasiskirstymas baigiant II klasę

Samprotavimo klaidų sintaksinio / semantinio turinio vertinimas sukuria prielaidas koreguoti samprotavimo sintaksės trūkumus ir mokiniams parinkti semantiką atskleidžiančias matematines veiklas. Kuo mažiau semantikos klaidų, tuo mokiniai suprasdami matematinę turinį turi geresnes prielaidas kurti (Livne, Milgram 2006; Easdown, 2009; Mockaitytė, Grabauskienė 2014).

Gilinantį į matematiniam kūrybingumui aktualų klaidų sintaksinį / semantinį pobūdį, atsiskleidžia išpūdingas sintaksės ir semantikos klaidų kiekio neproporcingumas, taip pat dar ryškesni ugdomojo eksperimento metu įvykę sintaksės ir semantikos klaidų pasiskirstymo pokyčiai (6 pav.).

Semantikos klaidos vyrauja visų padarytų klaidų aibėje tiek konstatuojamame tyrime, tiek diagnostiniame. Tai gali reikšti, jog užduotis dažniausiai netinkamai atliekama ne dėl akademinų spragų, o dėl semantikos supratimu grindžiamų kūrybinių gebėjimų stokos.



6 pav. Sintaksės ir semantikos klaidų pasiskirstymo kaita ugdomojo eksperimento II klasėje laikotarpiu

Sintaksės ir semantikos klaidų kiekio padidėjimas abiejose klasėse, palyginti su konstatuojamojo tyrimo rezultatais, atrodo dėsningas, nes per vienus mokslo metus nuolat didėjo matematinių temų įvairovė ir užduočių sudėtingumas. Tačiau pažymėtina, kad diagnostinio tyrimo metu buvo nustatytas beveik vienodas sintaksės ir semantikos klaidų santykis kontrolinėje ir eksperimentinėje klasėse. Pasibaigus eksperimentui, abiejose klasėse sintaksės klaidų vis dar lieka gerokai mažiau nei semantikos. Dėmesį atkreipia ryškus sintaksės ir semantikos klaidų proporcijų skirtumas tarp kontrolinės ir eksperimentinės klasių. Eksperimentinės klasės daromų semantikos klaidų kiekis eksperimento laikotarpiu ne itin didėjo. Kontrolinės klasės diagnostiniame tyrime padarytų semantikos klaidų kiekis padidėjo beveik dvigubai. Tai rodo, jog praktinis matematinių idėjų tyrinėjimas, schematiškas atradimų vaizdavimas ir savarankiškas matematinių taisyklių atradimas mokiniams padeda geriau suprasti matematinių idėjų esmę ir, ko gero, netgi skatina ja naudotis naujuose kontekstuose.

Tyrinėjimu grindžiamos mokymosi aplinkos poveikis mokinių matematiniam kūrybingumui (diskusija). Atliktas tyrimas parodė, kad *Matematinų taisyklių loginio pagrindimo pradinų klasių mokiniams modelis* (Mockaitytė, Grabauskienė, 2014), kuriuo buvo remtasi parenkant matematinio ugdymo veiklų sistemą II klasės mokiniams, pasižymi visa eile bruožų, vertingų siekiant mokinių matematinio kūrybingumo. Jaunesniajame mokykliniame amžiuje iš jų aktualiausia yra galimybė matematines idėjas pirmiausia atrasti empiriškai. Taip matematinėms žinioms suteikiamas empirinis pagrindas, kuriuo remiantis mokiniai tampa pajėgūs suprasti abstrakčius teiginius.

Tyrinėjimu grindžiama mokymosi aplinka skiriasi nuo tradicinės (angl. *face to face*) matematikos mokymosi aplinkos daugeliu savybių: sąsajų su realia aplinka pobūdžiu, reikalingomis priemonėmis; bendradarbiavimo pavidalu; asmeniniu aktualumu moki-

niui. Praktinių matematinių veiklų tikslas yra stimuliuoti susidomėjimą ir motyvaciją. Tuo pačiu mokiniai išmoksta modeliuoti, susipažįsta su kontekstu, įgyja žinių, kognityvinių ir techninių įgūdžių, taip pat supratimą, kad sprendimas atsiranda iš asmeninės patirties (Gilat, Amit, 2013).

Dar vienas ryškus mokymosi aplinkų skirtumas gali būti įvardytas remiantis šiame tyrime gautais rezultatais: mokymasis tyrinėjimu grindžiamoje aplinkoje skatina matematinių idėjų supratimą. Eksperimentinės klasės mokiniai po eksperimentinio ugdymo apklausos raštu užduotyse padarė maždaug trečdaliu mažiau klaidų nei kontrolinės klasės mokiniai. Be to, ypač ryškus eksperimentinės ir kontrolinės klasių mokinių padarytų semantikos klaidų kiekio skirtumas eksperimentinės klasės naudai (6 pav.).

Atliekant tyrimą išryškėjusius skirtumus tarp eksperimentinės ir kontrolinės klasės padarytų klaidų, ko gero, lėmė sąlygų matematiniam kūrybingumui reikštis sudarymas. Tiek tyrinėjant, tiek kuriant remiamasi įvairialype patirtimi, o tyrinėjant atsirandantis įsigilinimas į matematinį turinį leidžia suprasti ir kūrybiškai taikyti matematinių idėjų semantiką. Žvelgiant iš psichologų pozicijų, kūrybingumą ugdanti medžiaga turi būti įdomi ir skatinti įvairias kūrybos apraiškas (žodinę, meninę, išraiškos), kad būtų patraukli skirtingiems žmonėms. Užduotys turi sudominti dalyvius, apimti aktualias problemas; būti praktiškai naudingos; ugdyti tokius įgūdžius, kurie būtų pritaikomi ir kitoje aplinkoje, padėtų spręsti įvairias problemas (Grakauskaitė-Karkockienė, 2010). Eksperimentiniame ugdyme taikyta mokymosi aplinka kaip tik pasižymi (3 pav.) pasitarosiomis savybėmis.

Taigi tyrimo rezultatus galima paaiškinti matematinio ugdymo proceso savybių pasikeitimu. Matematikos mokymas dažnai yra tiesinis procesas su pabrėžiama dedukcija. Be to, mokykloje nuosekliai einama nuo vieno matematinio fakto prie kito, neskiriant pakankamai dėmesio matematiniam įrodymui ar bent pagrindimui. Tuo tarpu kūrybingumas yra netiesinis procesas, kuriame vyrauja indukcija (Munakata, Vaidya, 2012). Įvairiakryptis mokymasis tyrinėjimu grindžiamoje aplinkoje yra mažiau determinuotas, o mokantis matematikos idėjų ieškoma taip pat ir ugdymosi situacijų sąlygotose užuominose, taigi kūrybingai.

Šio straipsnio autorių sukurta ir išmėginta matematinio tyrinėjimo II klasėje užduočių sistema apima net 13 aktyvaus mokymosi užduočių. Ryškūs mūsų straipsnyje pristatyti pradinių klasių mokinių padarytų klaidų pokyčiai derinasi su J. Hazekampo (2011) aprašytos Singapūro skaičių ir skaičiavimų mokymosi strategijos veiksmingumu (taikant principą konkretu–schematiška–abstraktu ugdomi Singapūro pradinių klasių mokiniai TIMMS tyrimuose jau daugelį metų demonstruoja aukščiausius matematikos pasiekimus).

Vis dėlto tokią kūrybingumą skatinančią matematikos mokymosi aplinką sukurti ir taikyti yra gana sunku. Ji turi ne tik apimti visą mokiniams aktualų matematinį turinį, bet ir pasižymėti būtent pradinių klasių mokinių ugdymui aktualiomis savybėmis. Matematinio tyrinėjimo užduočių sistemos kūrimo negalima pakeisti nei paprastu artimiau-

sios aplinkos tyrinėjimu, nei pavienėmis tyrinėjimo užduotimis, nes neapimamos visos matematikos temos, nevysiškai atskleidžiamos sąsajos tarp matematinių idėjų (Budvytis et al., 2013). Tokias užduotis kuriančiam ir pamokose taikančiam mokytojų reikalinga pakankama kvalifikacija. Ypač reikėtų visą pradinį klasių laikotarpį apimančio tyrinėjimo grindžiamo mokymosi veiksmingumo tyrimų. Tačiau mokslinėje literatūroje kol kas galima rasti tik pavienius tokių pamokų aprašymus.

Išvados

1. Analizuojant eksperimentiniam ugdymui taikytų tikslingų praktinių užduočių sistemą buvo nustatyta, kad loginio samprotavimo tikslumo mokymasis praktiškai tyrinėjant sukuria šias pagrindines prielaidas II klasės mokinių matematiniam kūrybingumui ugdyti:
 - Tokią veiklą projektuoti ir vykdyti yra pajėgus tik matematinius pagrindus įgijęs kūrybingas mokytojas. Toks mokytojas ir pats kuria kartu su mokiniais.
 - Empirinis matematinės idėjos tyrinėjimas atitinka mokinio poreikį sukaupti praktinę patirtį dar iki matematinių taisyklių formulavimo. Kita vertus, kūrybingumas yra grindžiamas turima patirtimi.
 - Sistemos palaikomas matematinis tyrinėjimas, taisyklių atradimas ir formulavimas yra matematinio ugdymo siekiamybė. Kartu visa tai yra ir kūryba.
 - Problemos sprendimų įvairovė ir sąsajos tarp matematinių idėjų atitinka tiek matematikos, tiek kūrybingumo prigimtį.
2. Eksperimentinės klasės matematikos užduotyse padarytos klaidos pasižymi šiomis savybėmis:
 - Bendro klaidų kiekio sumažėjimu po eksperimentinio ugdymo, palyginti su kontrolinės klasės rezultatais.
 - Sąvokų prasmės, skaičiaus sandaros ir teksto nesupratimo klaidų vyravimu visų padarytų klaidų aibėje.
 - Neproporcingu semantikos klaidų kiekiu, palyginti su sintaksės klaidomis, tiek iki eksperimentinio ugdymo, tiek pasibaigus eksperimentiniam ugdymui.
 - Ne itin ryškiai, palyginti su kontroline klase, semantikos klaidų kiekio padidėjimu po eksperimentinio ugdymo.
3. Remiantis atliktos duomenų analizės rezultatais, galima teigti, kad tyrinėjimu grindžiama mokymosi aplinka pasižymi matematinį kūrybingumą skatinančiu poveikiu:
 - Mažėjantis bendras klaidų kiekis ir ypač mažėjantis semantikos klaidų kiekis rodo geresnį matematikos supratimą, o kartu ir geresnį mokinių pasirengimą kurti.
 - Sąlygų aktyviam mokymuisi sudarymas didina mokinių motyvaciją patiems atrasti matematinius dėsningumus.

- Tyrinėjimo įvairialypumas skatina tarpusavyje sieti matematinės idėjas; tikslinti jas komunikuojant ir bendradarbiaujant; taikyti atradimus įvairiuose kontekstuose atliekant matematinės užduotis.

Literatūra

- Bitinas, B., Kazlauskienė, A. (2009). Inovacijų taikymas edukologijos moksle: kokybinių tyrimų duomenų vizualizacijos programos „Kokybis“ paskirtis ir galimybės. *Mokytojų ugdymas*, 13 (2), 154–160.
- Brunkalla, K. (2009). How to Increase Mathematical Creativity – an Experiment. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 6 (1, 2), 257–266.
- Budvytis, B., Gudynas, P., Januškevičius, R., Manstavičius, E., Mazėtis, E., Narkevičius, L., Norvaiša, R., Paulauskas, Vyg., Raudonis, R., Rudalevičienė, R., Sičiūnienė, V., Skakauskienė, M., Stakėnas, V., Stankus, E., Vilimienė, A., Zabulionis, A., Zybartas, S. (2013). *Matematinio ugdymo bendrojo ugdymo mokykloje gairės*. [žiūrėta 2015 m. gruodžio 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.upc.smm.lt/naujienos/matematika/gaires.php>.
- Chamberlin, S. A., Moon, S. M. (2005). Model-Eliciting Activities as a Tool to Develop and Identify Creatively Gifted Mathematicians. *The Journal of Secondary Gifted Education (JSGE)*, 17 (1), 37–47.
- Easdown, D. (2009). Syntactic and semantic reasoning in mathematics teaching and learning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40 (7), 941–949. <http://dx.doi.org/10.1080/00207390903205488>
- Grakauskaitė-Karkockienė, D. (2010). Kūrybiškumo ugdymas: teoriniai ir praktiniai aspektai. *Ugdymo psichologija*, 21, 66–74.
- Gilat, T., Amit, M. (2013). Exploring Young Students Creativity: the Effect of Model Eliciting Activities. *PNA*, 8 (2), 51–59.
- Grassmann, M., Eichler, K.P., Mirwald, E., Nitsch, B. (2010). *Mathematikunterricht. Kompetent im Unterricht der Grundschule*. Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Hazekamp, J. (2011). *Why before How: Singapore Math Computation Strategies, Grades 1–6*. Crystal Springs Books.
- Krummheuer, G., Leuzinger-Bohleber, M., Müller-Kirchof, M., Münz, M., Vogel, R. (2013). Explaining the mathematical creativity of a young boy: an interdisciplinary venture between mathematics education and psychoanalysis. *Educational Studies in Mathematics*, 84, 183–199. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-013-9505-3>
- Leech, N. L., Onwuegbuzie, A. J. (2007). An Array of Qualitative Data Analysis Tools: a Call for Data Analysis Triangulation. *School Psychology Quarterly. The American Psychological Association*, 22 (4), 557–584. <http://dx.doi.org/10.1037/1045-3830.22.4.557>

- Livne, N. L., Milgram, R. M. (2006). Academic Versus Creative Abilities in Mathematics: Two Components of the Same Construct? *Creativity Research Journal*, 18 (2), 199–212. http://dx.doi.org/10.1207/s15326934crj1802_6
- Mockaitytė, O., Grabauskienė, V. (2014). Matematinų taisyklių loginio pagrindimo pradinių klasių mokiniams modeliavimas. Iš *Studentų mokslinė praktika. Konferencijos pranešimų santrauka, I dalis* (pp. 81–84). Vilnius: Lietuvos mokslo taryba.
- Munakata, M., Vaidya, A. (2012). Encouraging creativity in mathematics and science through photography. *Teaching Mathematics and its Applications*, 31, 121–132. <http://dx.doi.org/10.1093/teamat/hrr022>
- Richardson, K. (2012). *How Children Learn Number Concepts: A Guide to the Critical Learning Phases*. Math Perspectives Teacher Development Center.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17, 59–69. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-007-9082-2>
- Shriki, A. (2010). Working like real mathematicians: developing prospective teachers' awareness of mathematical creativity through generating new concepts. *Educational Studies in Mathematics*, 73, 159–179. <http://dx.doi.org/10.1007/s10649-009-9212-2>

Fostering Mathematical Creativity by Teaching Logically Precisely Reasoning at the Grade Two

Vaiva Grabauskienė¹, Oksana Mockaitytė-Rastėnienė²

¹ Lithuanian University of Educational Sciences, Faculty of Education, Department of Fundamentals of Education, Studentų St. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania, vaiva.grabauskiene@leu.lt

² Lithuanian University of Educational Sciences, Faculty of Education, Department of Fundamentals of Education, Studentų St. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania, oksanamockaityte@gmail.com

Summary

In this article, the teaching of mathematical reasoning in the primary school is being analysed through the scope of mathematical creativity and their interconnections are being explained in more detail. Also, a construct of mathematical creativity is being defined.

The logic of an empirical research is based on an idea that the lack of knowledge in mathematical syntax and, especially, incomprehension of semantic suppress the mathematical creativity. Wherefore, an analysis of content and number of children mistakes may let observe how the learning environment influences mathematical creativity.

Methods: written survey, classical teaching experiment, content analysis. For the teaching of mathematical reasoning, the original purposefully created system of mathematical activities

was used, based on a principle *concrete-pictorial-abstract*. The total number of researching type exercises done by children in an experimental class was thirteen, and the exercises were from different fields of mathematics.

The previously mentioned method of teaching mathematics resulted in decrease in overall mistakes done by the children and it reached a one third. The changes in proportion between syntax and semantic mistakes were evident. After the experiment, the experimental class made as half as less semantic mistakes, in comparison to the control class. This indicated that learning by researching promoted mathematical creativity in children.

Keywords: *mathematical reasoning, active learning, teaching of mathematical creativity, mathematical reasoning mistakes, primary education.*

Įteikta / Received 2015-12-14
Priimta / Accepted 2016-01-11