

# Mokymosi objektai matematikai mokytis

Inga Žilinskienė

*Matematikos ir informatikos institutas*

Akademijos g. 4, LT-08663, Vilnius

E. paštas: ingasolyte@ktl.mii.lt

**Santrauka.** Straipsnyje nagrinėjami 11–12 kl. mokiniams skirti matematikos mokymosi objektai, atrinkti iš Nacionalinės mokymosi objektų aprašų saugyklos. Mokymosi objektai nagrinėjami trim aspektais: 1) mokymosi objektų, skirtų 11–12 kl. gausos, paieškos problemos; 2) atrinktų mokymosi objektų turinio tyrimas; 3) mokymosi turinio ir mokinio veikimo sąveikos tyrimas. Sąveikos tyrimas parodė, kad dauguma mokymosi objektų neišnaudoja galimų turinio ir mokinio veiklos sąveikos būdų.

**Raktiniai žodžiai:** mokymosi objektas, matematikos mokymosi objektai, mokymosi objektų saugykla, mokymosi turinys, mokymosi veiklos.

## 1 Įvadas

Mokymosi objektų (MO) tyrimų spektras gana platus: turinio kūrimas (įvairių priemonių edukaciniams tikslams įgyvendinti rengimas, turinio metodologinių aspektų atskleidimas), agregavimo (MO specifikuojimo), standartizavimo ir kt. aspektai [6]. Visais atvejais siekiama tobulinti, efektyvinti elektroninį mokymąsi. Apžvelgus pastarųjų metų elektroninį mokymąsi nagrinėjančių mokslininkų darbus, ryškėja tendencija nagrinėti sąveikos – mokymosi turinio ir mokinio veikimo – procesus, kas iš esmės ir yra mokymosi veikla [4].

Šio straipsnio pagrindinis tikslas – išnagrinėti nacionalinėje skaitmeninių mokymo priemonių aprašų saugykloje [1] esančius matematikos MO, skirtus 11–12 kl. mokiniams, trim aspektais: 1) MO, skirtų 11–12 kl. gausa, jų paieškos problemos („kiek MO“); 2) atrinktų MO turinio tyrimas („ko mokomasi pasitelkiant MO“); 3) mokymosi turinio ir mokinio veikimo sąveikos tyrimas atrinktų MO kontekste („kaip mokomasi“).

## 2 MO saugykla

Daugybę MO saugyklų galima rasti internete [7]. Viena jų – Nacionalinė skaitmeninių mokymo priemonių aprašų saugykla grįsta LOM (angl. *Learning Object Metadata*) standartu – sukurta Lietuvoje 2004 m. Joje kaupiami įvairūs mokomiesiems dalykams skirti MO. Šiame straipsnyje nagrinėjami tik matematikai skirti MO, atrinkti [1] saugykloje pagal kriterijų – MO 11–12 kl. mokiniams.

Iš viso saugykloje yra aprašyti 157 matematikai mokytis skirti MO. MO saugyklos paieškos lauke parinkus du MO atrankos kriterijus: 1) „Amžiaus grupė“: 16–19 metų mokiniams (ji apima daugumą 11–12 kl. mokinių), 2) „Dalykas“: matematika,

randama 11 matematikos MO, kurie sudaro apie 7% visų matematikai skirtų MO. Žemiau pateikiama glausta, saugykloje pateikiama informacija apie MO:

1. „*Matematika ir pasaulis*“. Surinkus, patikslinus žinias apie Čekiškės kraštą, sukuriamas matematikos uždavinynas 5 klasei „*Matematika ir pasaulis*“;
2. „*Skaičiai*“. Natūraliųjų skaičių sudėties ir atimties uždaviniai, daugybos ir dalymo veiksmai, romėniškieji skaičiai. Atsakymai;
3. *Trigonometrija*. Sinuso ir kosinuso funkcijų tyrimas. Teorija, demonstracija, testai;
4. *Nelygybių su moduliu sprendimas*. Darbas skirtas temai „Nelygybių su moduliu sprendimas“ apibendrinimui arba kartojimui, pritaikytas išspręstų uždavinių aiškinimui mokiniam;
5. *Nelygybės ir modulis*. Teorija ir uždaviniai savarankiškam darbui tema „Nelygybės su moduliu“;
6. *Elektroninis matematikos uždavinynas*. Nuotraukos arba paveikslėlio (funkcijos grafiko ar geometrinės figūros) paieška internete. Sekantis žingsnis – rasti arba sukurti užduotį, kurią iliustruotų nuotrauka ir brėžinys;
7. *Uždavinynas*. Elektroninis matematikos uždavinynas vyresniųjų klasių mokiniams;
8. „*Stereo ir Vaizdai*“. Pagalbinė mokymo priemonė mokantis stereometrijos. Sudaro dvi programos „*Stereo*“ ir „*Vaizdai*“. Programa „*Vaizdai*“ papildo uždavinių ir teoremų biblioteką. Tinkama ugdyti mokinių erdvinę vaizduotę;
9. *Jei aš tada būčiau mokytojas...* Projektas, leidžiantis mokiniams pažvelgti į mokymą kitomis akimis – mokytojo. Išdėstytą temą mokiniai perteikia vaizdžiau – taikant informacines technologijas;
10. *Matematika 11. Elektroninės pratybos bendrajam kursui*. Priemonė paruošta pagal „*Matematika 11. Bendrajam kursui*“ vadovėlį. Joje pateikiama teorija, uždaviniai, sprendimo pavyzdžiai, testai, žinynas;
11. *Astronomijos, matematikos, statistikos, fizikos uždavinių modeliai*. Be teorinės medžiagos, čia pristatomi įvairių modeliavimo projektų, kuriuose naudojamos informacijos technologijos, metodiniai aprašymai (konkretūs pavyzdžiai, darbo aprašymai, papildomos užduotys).

Saugykloje taip pat pateikiama atitinkama informacija apie MO: parsisiuntimų skaičius ir vertinimai. Remiantis ja dažniausiai iš minėtųjų MO parsisiunčiami 6, 10, 3 ir 9 MO. Tačiau apie šių objektų panaudojimą ugdymo procese nieko negalima pasakyti.

Kyla klausimas „Ar tik tiek matematikos MO galima rasti 11–12 kl. mokiniams?“ Atlikus saugykloje MO paiešką rankiniu būdu (parinkus kriterijų: „Amžiaus grupė“: 15–19 metų, pateikiami objektai skirti ir 9–10 kl. mokiniams), randami dar 8 MO, tinkami 11–12 kl. („Dinaminė geometrija“, „Winplot“, „Winggeom“, „Kompiuterinis algebros vadovėlis“, „Išvestinė“, „Grafikai“, „Grafikas“, metodiniai planai mokytojams). Be to, saugykloje nėra mokamų MO (pvz., MO „Stereometrija ir erdviniai kūnai mokyklos kurse“ ir kt.).

### 3 MO turinio tyrimas

Išnagrinėjus atrinktų MO turinį, pastebima, kad dalies MO („*Matematika ir pasaulis*“ ir „*Skaičiai*“) turinys skirtas 5 kl. mokiniams (medžiagą kūrė 11–12 kl. mokiniai, todėl

1 lentelė. MO pasiskirstymas pagal temas.

| Mokymosi objektas   | Temos                           |  |   |                       |                               |
|---|---------------------------------|--|---|-----------------------|-------------------------------|
|   | Realieji skaičiai ir reiškiniai | Funkcijos, lygtys, nelygybės, sistemos | Diferencialinis skaičiavimas, Integralinis skaičiavimas | Geometrija. Vektoriai | Tikimybių teorija. Statistika |
| 1. Dinaminė geometrija                                    |                                 | +                                      | +   | +                     |                               |
| 2. Wingeom  |                                 |  |   | +                     |                               |
| 3. Winplot  |                                 | +                                      |   |                       |                               |
| 4. Grafikas   |                                 |  | +   |                       |                               |
| 5. Išvestinė  |                                 | +                                      |   |                       |                               |
| 6. Trigonometrija   |                                 | +                                      |   |                       |                               |
| 7. Nelygybių su modulių sprendimas                        |                                 | +                                      |   |                       |                               |
| 8. Elektroninis matematikos uždavinynas                   |                                 | +                                      |   | +                     | +                             |
| 9. Jei aš tada būčiau mokytojas...                        |                                 |  |   | +                     |                               |
| 10. Matematika 11. Elektroninės pratybos bendrajam kursui | +                               | +                                      |   |                       |                               |
| 11. Metodiniai pamokų planai                              | +                               | +                                      |   | +                     | +                             |

nuspręsta patį MO ir priskirti šiai pastarajai grupei). Pastarieji objektai ir dalis kitų MO („Nelygybių su modulių sprendimas“ ir „Nelygybės ir modulis“, „Uždavinynas“ ir „Elektroninis matematikos uždavinynas“) pateikia tą patį matematinį turinį, bet skiriasi tuo, kad vienas pateikiamas su papildoma informacija mokytojui (projekto „Virtuali kelionė klasėje“ reikalavimai), o kitas ne. Todėl toliau nagrinėsime tik vieną jų. MO „Uždavinynas“ atveriamas tuščias, nors metaduomenyse parinkus atitinkamą ištekliaus saugojimo vietą, jis iš karto atveriamas. MO „Kompiuterinis algebros vadovėlis“, „Grafikai“ ir „Stereo ir vaizdai“ neatveriami dėl technologijų nesuderinamumo (MO veiktų esant operacinei sistemai PC-DOS).

Remiantis atliktu tyrimu, paaiškėjo, saugykloje pateikiami paieškos rezultatai nėra tikslūs: 1) dėl paieškos sistemoje neteisingos paieškos sąlygos; 2) dėl klaidų MO aprašuose (išsamiai neišstudijuojamas MO turinys); 2) dėl MO neįtrauktų į saugyklą.

Remiantis MO turinio analizės pagal mokomas temas rezultatais (1 lentelė), paaiškėja, kad saugykloje daugiausia objektų skirtų funkcijoms, lygtims, nelygybėms ir jų sistemoms bei geometrijai mokytis. Randamas tik vienas MO diferencialiniam ir integraliniam skaičiavimui, nors šios temos gvildenamos būtent šiose klasėse [2]. MO „Metodiniai pamokų planai“ apima visus MO, kuriuose aprašoma, kaip mokytojas galėtų mokyti vieną ar kitą temą.

Norint išsiaiškinti, kokią medžiagą (teorinę ar praktinę) apima MO, atitinkamai turinys nagrinėjamas išskiriant du komponentus: ar MO apima teoriją, ar užduotis, ar abu kartu (2 lentelė). Teorija šiuo atveju apima mokomąją medžiagą (apibrėžimai, teoremos, schemas ir pan.). Užduotyse išskiriami trys tipai: uždavinių pavyzdžiai, uždaviniai skirti sprendimui, ir testai. Ištyrus nagrinėjamų MO turinį šiais aspektais, pastebima, kad daugiausia MO apima ir teoriją, ir pavyzdines užduotis, t.y. išspręstus uždavinius, kurie būna skirti teorijai įtvirtinti. Kai MO yra taikomosios (modeliavi-

2 lentelė. MO turinys pagal mokomosios medžiagos pobūdį

| Turinys            | Mokymosi objekto Nr. (iš 1 lentelės). |   |                    |   |   |   |   |   |   |    |    |
|--------------------|---------------------------------------|---|--------------------|---|---|---|---|---|---|----|----|
|                    | 1                                     | 2 | 3                  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Teorija            |                                       |   | Šiuos MO galima    |   | + | + | + |   | + | +  | +  |
| Praktinės užduotys | Pavyzdžiai                            |   | naudoti tiek       | + | + |   | + | + |   | +  | +  |
|                    | Uždaviniai                            |   | teorijai pateikti, |   | + |   |   |   | + | +  | +  |
|                    | sprendimui                            |   | tiek užduotims     |   |   |   |   |   |   |    |    |
|                    | Testai                                |   | suformuluoti       |   |   | + |   |   |   | +  |    |

mo) programos (pvz., MO Nr. 1.) jose turinys gali apimti ir teoriją, ir užduotis (priklauso nuo kūrėjo vaizduotės ir gebėjimo naudotis taikomąja programa).

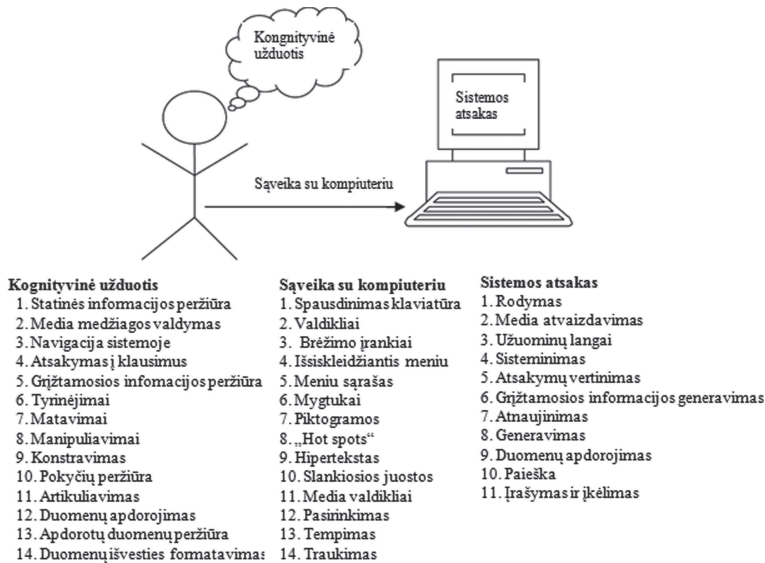
## 4 MO turinio pateikimo tyrimas

MO turiniui pateikti šiandieniam technologijų amžiuje yra daugybė įvairiausių būdų: nuo paprasčiausio teksto pateikimo rašyklėje iki generuojamų MO [11]. Priklausomai nuo to kaip pateikiamas turinys, priklauso ir mokinio veikla, jo aktyvumas, todėl kiekvienu skaitmeniniu MO apibrėžiamas ir tam tikrų veiklų pobūdis, t.y. kaip su juo dirbti, ką galima su juo daryti. Veikla čia suprantama kaip integrali MO sudedamoji dalis.

Remiantis atlikta mokslinių darbų analize [4], pastebėta, kad mokymosi veiklos sąvoka, nors ir dažnai vartojama, tačiau nėra nei vienareikšmiškai suprantama, nei išsamiai apibrėžta: priklausomai nuo konteksto, vienu atveju gali apimti tam tikrą dalykinį ar specifinį veiksmą, kitu atveju – visą procesą. Kita vertus, mokymosi veiklos sąvoka gali būti nagrinėjama kaip integrali kitų sąvokų, t.y. mokymosi proceso, mokymosi scenarijaus, MO, mokymosi proceso standartizavimo ir pan., sudedamoji dalis. Šioje straipsnio dalyje nagrinėjama, kokios veiklos randamos minimuose matematiniuose MO.

Tradicinis matematikos mokymas grindžiamas faktų ir procedūrų įsiminimu, mokymu [5], tačiau siekiant „ugdyti ir ugdytis gebėjimus skaičiuoti, logiškai mąstyti ir formalizuoti, analizuoti, įrodyti, kritiškai vertinti, lavinantis vaizdinį, erdvinį ir stochastinį mąstymą“ [2], mokslininkai [11, 12] tiria matematikos mokymąsi įvairiais aspektais (edukologiniais, didaktiniais, technologiniais ir kt.) ypatingą dėmesį skirdami mokinio veiklai [3].

MO klasifikuojami įvairiai [9], akcentuojant skirtingus aspektus: MO dydį, struktūrą ir pan. Pagal [10], nagrinėjamus objektus suklasifikuokime pagal jų tipą: taikomios (modeliavimo) programos („Dinaminė geometrija“, „Winggeom“, „Winplot“, „Grafikas“, „Trigonometrija“), pateiktys („Išvestinė“, „Nelygybių su moduliu sprendimas“, „Elektroninis matematikos uždavinynas“, „Jei aš tada būčiau mokytojas...“), internetinė svetainė („Matematika 11. Elektroninės pratybos bendrajam kursui“), tekstiniai dokumentai („Metodiniai pamokų planai“). Kitas būdas MO klasifikuoti – jų interaktyvumas, kai svarbiausias vaidmuo tenka mokymo turinio ir mokinio veiklos sąveikai. Remiantis [8], mokinio ir kompiuterio interaktyvumas analizuojamas trim lygmenimis: pažintinės užduoties (angl. *cognitive task*) – pažintinės veiklos (aut. pastaba), įvesties į kompiuterį (angl. *computer input*) ir sistemos atsako (angl. *system response*) – organizuojamosios veiklos (aut. pastaba) atžvilgiais. Kiekvienas lygmuo aprašo veiklas, galimas bet kurio dalyko MO (1 pav.).



1 pav. Mokinio ir kompiuterio interaktyvumo lygmenys (remiantis [8]).

3 lentelė. MO pateikiamo turinio ir mokinio veikimo sąveikos.

| Mokymosi objekto tipas              | Lygmenys                                |   |   |
|-------------------------------------|---|---|---|
|                                     | Pažintinė užduotis – pažintinė veikla   | Įvestis į kompiuterį – organizuojamoji veikla | Sistemos atsakas – organizuojamoji veikla |
| Taikomosios (modeliavimo) programos | 1, 3, 4, 6, 7, 8, (9), 10, (12), 13, 14 | 1, 3, (4), 6, 7, 10, (12), (13), (14)         | 1, 5, 6, 7, (9)                           |
| Pateiktys                           | 1, 4                                    | 10  | –   |
| Internetinė svetainė                | 1, 3, 4, 5, 12, 13                      | 1, 2, 6, 7, 9, 10, 12, 13                     | 1, 3, 6, 9                                |

3 lentelėje pateikiamas kiekvieno MO tipo (tekstiniai dokumentai nenagrinėjami dėl technologinių savybių paprastumo – galima primityvi navigacija ir statinis turinys) savybės pagal 1 pav. pateiktus lygmenis. Pastebima, kad MO, kuriuose turinys pateikiamas pateiktyse, analogiškai kaip ir tekstiniuose dokumentuose, pateikiamo turinio ir mokinio sąveika yra, priešingai nei taikomųjų programų ir internetinės svetainės, menka, t.y., MO kūrėjai turinį „iš popieriaus“ tiesiog perkelia į skaitmeninį pavidalą.

## 5 Išvados

Straipsnyje išnagrinėti 11–12 kl. mokiniams skirti matematikos MO randami saugykloje [1]. MO nagrinėti trim aspektais (MO gausis; MO turinio; mokymosi turinio ir mokinio veikimo sąveikos tyrimai) ir gautos šios išvados: 1) saugykloje matematikos MO 11–12 kl. mokiniams nedaug, MO paieška atliekama nekorektiškai, rasta klaidų (tyrimo rezultatai bus perduoti už saugyklą atsakingai įstaigai – ITC prie ŠMM). 2) MO turinio analizė parodė, kad daugiausia MO, skirtų funkcijoms ir geometrijai

mokytis. MO turinį iš esmės sudaro teorinė medžiaga ir užduotys, skirtos faktams ir uždavinių sprendimo procedūroms (algoritmams) pateikti. 3) Tiriant turinio pateikimo ir mokinio veiklumo sąveiką, pastebėta, kad dauguma MO apima neinteraktyvias veiklas, t.y. turinys „iš popieriaus“ perkeltas į skaitmeninį pavidalą. Tolesniuose tyrimuose toliau bus tiriamas veiklų priklausomumas nuo dalyko ypatybių ir jo turinio pateikimo, t.y. turinio aktyvumo lygio.

## Literatūra

- [1] V. Dagiienė, I. Žilinskienė. Mokymosi veiklos samprata skaitmeninėje erdvėje. *Pedagogika*, VPU, Vilnius, 2010. (Įteikta, paruošta spausdinti).
- [2] B. Dalgano. A classification scheme for learner-computer interaction. In *Beyond the Comfort Zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference*, pp. 240–248, 2004.
- [3] R.D. Hannafin. Achievement differences in structured vs unstructured instructional geometry programs. *Educational Technology Research and Development*, **52**(1):19–32, Springer, 2009.
- [4] T. Ishaya. *Interoperable Learning Objects Management*. Available from Internet: <http://encyclopedia.jrank.org/articles/pages/6644/Interoperable-Learning-Objects-Management.html>.
- [5] *Matematikos vidurinio ugdymo bendrosios programos projektas*, 2010-05-10. Adresas internete: <http://www.pedagogika.lt/index.php?159258531>.
- [6] *Mokymosi objektų metaduomenų standartas IEEE LOM*. Adresas internete: [http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning\\_Object\\_Metadata\\_Standard](http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning_Object_Metadata_Standard).
- [7] *Mokymosi objektų saugykla LOM*. Adresas internete: <http://www.pedagogika.lt/index.php?159258531>.
- [8] *Mokymosi objektų saugyklos*. Adresas internete: [http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning\\_objects\\_repositories](http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning_objects_repositories).
- [9] I. Rupšienė. *Generatyvinių mokymo(si) objektų kūrimo metodai, pagrįsti aukšto lygmens abstrakcijomis*. Daktaro disertacija (technologijos mokslai), KTU, Kaunas, 2009.
- [10] A. Sfard. *Thinking as Communicating. Human Development, the Growth of Discourses, and Mathematizing*. Cambridge University Press, 2008.
- [11] G. Stahl. *Studying Virtual Math Teams*. Springer, 2009.
- [12] D.A. Wiley. *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*, 2000. Available from Internet: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

## SUMMARY

### Learning objects (LOs) for mathematics

I. Žilinskienė

This paper deals with LOs for mathematics of 11–12 class students. LOs from the national learning objects metadata repository have been selected. The discussion has been focused on three aspects: 1) how many LOs are there of 11–12 class students, search problems; 2) investigation of content provided in LOs; 3) investigation of interaction between learning content and students activities. It is found that LOs are poor in use of advanced interaction between content and students activities.

*Keywords:* learning object, learning objects for mathematics, learning objects repository, learning content, learning activities.