

INFORMACINĖS TECHNOLOGIJOS

Pagrindinio ugdymo Lietuvos mokinių matematinų gebėjimų tyrimas

Valentina Dagienė

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos instituto profesorė
Vilnius University Institute of Mathematics and Informatics, professor
Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lietuva
El. paštas: valentina.dagiene@mii.vu.lt

Lina Vinikienė

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos instituto doktorantė
Vilnius University Institute of Mathematics and Informatics, doctoral student
Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius, Lietuva
El. paštas: lina.vinikiene@mii.vu.lt

Elena Sutkutė

Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakultetas
Vilnius University, Faculty of Mathematics and Informatics
Naugarduko g. 24, LT-03225 Vilnius, Lietuva
El. paštas: sutkute@gmail.com

Straipsnyje nagrinėjamos tokios problemos: mokinių pasiekimų vertinimas, pasiekimų vertinimo tyrimas, kaip mokiniai sprendžia matematikos užduotis pagal gebėjimų ir turinio sritis, pasiekimų lygmenis. Tyrimas remiasi šios srities moksline šaltinių analize ir lyginamąja statistinių duomenų analize. Apžvelgiama pagrindiniai standartizuotų testų bruožai, kokie moderniosios testų teorijos elementai naudojami jiems sudaryti, nurodomi, kokie Rascho modelio parametrai taikomi PISA tyrimuose. Taip pat pateikiamas 8 klasės matematikos standartizuoto testo užduotis sprendusių ir PISA tyrime dalyvavusių mokinių rezultatų palyginimas ir apibendrinimas. Straipsnyje palyginami standartizuotų testų ir PISA rezultatai pagal gebėjimų, turinio sritis, lyčių skirtumai pagal pasiekimų lygmenis. Siekiant atlikti mokinių rezultatų analizę pagal skirtingų užduočių sprendimą, buvo atrinkti užduočių rinkiniai. Šiame tyrime pateikiame kelis tokių užduočių pavyzdžius.

Reikšminiai žodžiai: klasikinė testų teorija, modernioji testų teorija, standartizuoti testai.

Lietuvoje vykdomi įvairūs mokinių pasiekimų patikrinimai ir tyrimai. Pagrindinis mokinių vertinimas, turintis daugiausia įtakos mokinių pasiekimams, yra brandos

egzaminai. Be to, Lietuvoje organizuojamas pagrindinio ugdymo pasiekimų patikrinimas ir tarptautiniai švietimo tyrimai. 2008–2015 metais Lietuvoje buvo vyk-

domas projektas „Standartizuotų mokinių pasiekimų vertinimo ir įsivertinimo įrankių bendrojo ugdymo mokykloms kūrimas“, kurio rezultatas – nacionalinis mokinių pasiekimų patikrinimas. Šio patikrinimo vertinimo įrankiai – standartizuoti testai, skirti 2, 4, 6 ir 8 klasių mokiniams bei tikrinantys skaitymo, rašymo, matematikos, pasaulio pažinimo, gamtos mokslų ir socialinio ugdymo gebėjimus. Nacionalinio mokinių pasiekimų patikrinimo rezultatai „naudojami duomenimis pagrįstiems sprendimams priimti, išskyrus mokyklų ar savivaldybių reitingavimui, ir bendradarbiavimui visais lygmenimis siekiant ugdymo kokybės“¹. Nuo 2002 m. Lietuvos ugdymo plėtotės centras vykdo nacionalinius mokinių pasiekimų tyrimus, kurie analizuojami remiantis klasikine testų teorija. 2012 m. šie tyrimai buvo atnaujinti. 2006 metais Lietuva pirmą kartą dalyvavo tarptautiniame penkiolikmečių tyrime PISA (angl. *Programme for International Student Assessment*²). Tyrimas skirtas mokinių skaitymo, matematikos ir gamtos mokslų pasiekimams ir jiems įtaką darantiems veiksniams analizuoti ir ugdymo kokybei gerinti, rezultatams palyginti su kitų šalių to paties amžiaus jaunuolių pasiekimais. Kiekvienas mokinių pasiekimų tyrimas turi savo specifiką, tačiau jų visų tikslas yra vienas – gerinti ugdymo kokybę. Lietuvoje vykdomi diagnostinių ir standartizuotų testų uždaviniai apima galimybes suteikti informacijos apie mokinių mokymosi pasiekimus jų tėvams (globėjams) ir mokinių ugdymo proceso rezultatus ir daromą pažangą mokytojams, mokykloms, švietimo valdymo subjektams, įvertinti pa-

galbos mokykloms ar mokiniams poreikį, įvertinti ugdymo turinį ir rezultatus (<http://www.egzaminai.lt/342>). Lietuvoje aktyviai diskutuojama apie PISA tyrimo rezultatus, siekiama pavyti estus ar suomių (Kaunaitė, 2016; Zabulionis, 2017).

Nacionalinis mokinių pasiekimų tyrimas atliekamas remiantis šiuolaikiniais psichmetrijos, statistikos ir edukologijos sričių metodais. Duomenys analizuojami remiantis moderniaja testų teorija dėl šių priežasčių: gaunami tikslesni matavimo rezultatai, klausimo sudėtingumas, testo statistika nepriklauso nuo egzaminuojamojo ir jo balų, suteikiama galimybė charakterizuoti mokinius nepriklausomai nuo to, kokias užduotis jie sprendė, ir nuspėti testo rezultatus³.

1. Standartizuoti testai

Standartizuotų testų vykdymo politika priklauso nuo šalies kultūros ir švietimo tikslų. „Lietuvoje švietimo vertinimo istorija labiausiai susijusi su vidurinės mokyklos baigiamaisiais egzaminais“. Po pirmojo pasaulinio karo, 1918 m. atkūrus Lietuvos nepriklausomybę, švietimo sistema buvo sukurta pagal Rusijos imperijos gimnazijų pavyzdį. Šioje sistemoje brandos egzaminai atliko svarbų vaidmenį patvirtinant gimnazijos baigimą. 1990 m. atgavus nepriklausomybę, Lietuvos švietimo sistema buvo radikaliai reformuota. Testai buvo pradėti rengti remiantis nustatytais atestavimo ir vertinimo principais bei taikant kiekybinius metodus (Nacionalinis egzaminų centras, 2011).

Siekiant, kad pagal pasiekimų lygių aprašus parengti testai būtų efektyvūs, svarbu parengti vertinimo standartus, atitinkančius mokinių mokymą ir nacionalines ugdymo programas (Hamilton and Koretz, 2002).

¹ Patvirtinta Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministro 2017 m. sausio 4 d. įsakymu Nr. V-6: Nacionalinio mokinių pasiekimų patikrinimo organizavimu ir vykdymo tvarkos aprašas.

² Prieiga internete: <http://www.oecd.org/pisa/>

³ <http://nec.lt/434/>

Lietuvoje buvo parengtos standartizuotos programos, atitinkančios Bendrojo ugdymo bendrąsias programas (Melnikė ir kt., 2012). Standartizuotose programose mokinių pasiekimai struktūruojami pagal veiklos sritis (dalykinę tematiką), pažintinių gebėjimų grupes ir pasiekimų lygius. Kai kuriose bendrosiose programose⁴ išskirtos veiklos sritys standartizuotose programose sujungtos arba integruotos į kitas veiklos sritis. Mokinių pasiekimai standartizuotose programose skirstomi į šias tris kognityvinių gebėjimų grupes: 1) žinias ir supratimą, 2) žinių taikymą bei 3) aukštesnius mąstymo gebėjimus. Mokinių pasiekimai suskirstyti į tris lygius (patenkinamas, pagrindinis ir aukštesnysis) ir tiems lygiams priskirtos juos atitinkančios standartizuotos užduotys (Melnikė ir kt., 2012). Standartizuoti testai iš standartizuotų užduočių sudaromi vadovaujantis programose apibrėžtomis proporcijomis pagal veiklos ar turinio sritis, kognityvinių gebėjimų grupes, pasiekimų lygius (Nacionalinis egzaminų centras, 2015).

Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtos organizacijai (EBPO, angl. *Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*) priklausančios šalys ir šalys partnerės nuo 2000 m. kas trejus metus vykdo tarptautinį penkiolikmečių tyrimą (angl. *Programme for International Student Assessment, PISA*⁵). PISA tiria mokinių skaitymo, matematikos, gamtos mokslų ir kompiuterinio raštingumo gebėjimus bei analizuoja jiems įtaką darančius veiksnius.

Anot De Lange Jan (2003), vadovavusio tarptautinių moksleivių pasiekimų tyrimų (TIMSS ir PISA) matematikos ekspertų

⁴ <http://portalas.emokykla.lt/bup/Documents/Pradinis%20ir%20pagrindinis%20ugdymas/Matematika.pdf>

⁵ <http://www.oecd.org/pisa/>

grupėms, kurios būtent ir apibrėžė tų tyrimų matematinio raštingumo sampratą, matematinis raštingumas – tai gebėjimas pasitelkus protinius procesus korektiškai „tvarkytis“ su skaičiais ir duomenimis probleminėmis situacijomis (Dudaitė, 2007, p. 179). Kiekvieno testavimo metu vienos ugdymo srities mokinių pasiekimai tyrinėjami išsamiau, o kitų dviejų stebimos bendros pasiekimų tendencijos. Lietuva PISA tyrime dalyvauja nuo 2006 m., tyrimą koordinuoja Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija (ŠMM), tyrimą vykdo Nacionalinio egzaminų centro (NEC) Mokinių pasiekimų tyrimų ir analizės skyrius. 2015 metais PISA tyrimas daugumoje šalių, tarp jų ir Lietuvoje, buvo vykdomas kompiuteriniu būdu. Matematinio ugdymo reikalavimus ŠMM rengia remdamasi PISA matematinio raštingumo samprata. Moksleivių pasiekimais PISA tyrimuose yra išreiškiami konkretūs švietimo tikslai (Norvaiša, 2015). Siekiant užtikrinti, kad tyrimas būtų patikimas, PISA tyrimo užduočių rinkinį sudaro daugybė įvairių užduočių, kurios dengia plačią sritį. Kiekvienas PISA tyrimo užduočių rinkinys susideda iš maždaug septynių valandų testų medžiagos. Tačiau atsižvelgiant į tai, kad esant ilgam testavimo laikui mokinio rezultatus pradeda veikti nuovargis, kiekvienas mokinys testavimo metu gauna vieną testo sąsiuvinį, kurio užduotims atlikti skiriamos 2 valandos. Tyrime naudojama keletas skirtingų testų sąsiuvinų, turinčių kelias vienodas dalis. Šios dalys susipina tam, kad būtų galima susieti mokinių, naudojusį skirtingus testų sąsiuvinius, rezultatus. Tyrimo metu mokiniai sprendžia tam tikros struktūros užduotis: pateikiami pradiniai duomenys (tekstas, lentelė, grafikas, diagrama ir pan.), o po jų – keli įvairių tipų (uždari, trumpo atsakymo, atviri) klausimai. Kiekvienas

mokinys testavimo metu gauna vieną testo sąsiuvinį ir vieną klausimyną, skirtą surinkti informacijai apie pačius mokinius, jų namų, mokyklos aplinką ir mokymosi patirtį. Klausimynas visiems mokiniams vienodas. Klausimynai pateikiami ir tyrime dalyvaujančių mokyklų direktoriams. Jie per 20 min. turi atsakyti į klausimus apie ugdymo organizavimą mokykloje ir mokinių ugdymo aplinką. Kai kuriose šalyse ir teritorijose trumpi klausimynai pateikiami ir mokyklos mokytojams bei mokinių tėvams, kurių prašoma pateikti informacijos apie jų nuostatas ir dalyvavimą vaiko mokykliniame gyvenime, teikiamą paramą vaikui mokantis namuose ir lūkesčius dėl vaiko karjeros⁶.

Lietuvos pažangos strategijoje „Lietuva 2030“ vienas iš keliamų tikslų: 2030 m. bent 55 proc. penkiolikmečių mokinių turi pasiekti bent trečiąjį (iš 6) tarptautinio mokymosi pasiekimų tyrimo PISA lygį. Valstybinėje švietimo strategijoje taip pat nurodoma, kad 2022 m. turėtų būti mažiau nei 20 proc. mokinių, nepasiekusių antrojo (iš 6) PISA tyrimo lygio pagal matematinį raštingumą (Vaičiūnaitė ir Sičiūnienė, 2014, p. 1).

PISA tyrimo metu matematinis raštingumas tiriamas pateikiant skirtingo sudėtingumo užduotis, parengtas atsižvelgus į trijų aspektų grupes: matematinų gebėjimų sritis, turinio sritis ir kontekstus (Nacionalinis egzaminų centras, 2011).

Tarptautiniai tyrimai, tarp jų ir PISA, naudojantys keletą skirtingų testų sąsiuvinių, pateikia mokinių duomenis taikydami vadinamąsias galimas reikšmes (angl. *plausible values*). Galimos reikšmės reprezentuoja mokinio gebėjimų apimtį, kurią, priklausomai nuo atsakymų, mokinys gali

turėti. PISA tyrime naudojami testų sąsiuviniai turi po kelias vienodas dalis, kurios leidžia susieti rezultatus mokinių, atlikusių skirtingus testų sąsiuvinius. Įvertinus mokinių spręstas užduotis, remiantis Rascho modeliu, kiekvienam mokiniui yra skaičiuojamos penkios galimos reikšmės. Dėl to duomenų analizė su galimomis reikšmėmis turi būti atliekama penkis kartus, o rezultatai apibendrinami (Vaičiūnaitė, 2012).

2. Moderniosios testų teorijos taikymas PISA tyrime

Atsižvelgiant į klasikinės testų teorijos, besiremiančios prielaida, jog visų testų laikiusiųjų matavimo paklaida yra vienoda, trūkumus buvo pradėta plėtoti modernioji testų teorija (MTT, angl. *Item response theory*). Moderniojoje testų teorijoje įvedami užduoties sunkumo ir testuojamojo žinių lygio parametrai. Pagrindinė MTT prielaida yra tokia: tarp gautų testo rezultatų ir testuojamojo gebėjimų egzistuoja ryšys, todėl remiantis tam tikromis egzaminuojamojo charakteristikomis (angl. *latent traits*) galima apskaičiuoti tikimybę atlikti konkretų testą (Nacionalinis egzaminų centras, 2011). Moderniosios testų teorijos modelių yra daug, tačiau tik keletas jų yra plačiai naudojami. Vienas iš pagrindinių kriterijų, taikomų skirtingiems modeliams klasifikuoti, yra naudojamų parametru (charakteristikų) skaičius. Vieno, dviejų, trijų parametru logistiniai modeliai yra populiariausi MTT modeliai (Hambleton et al., 1991). Tikimybės teisingai atsakyti į klausimą $P(\theta)$ ir žinių lygio θ priklausomybės išreiškimas grafiniu pavidalu yra vadinamas charakteringąja užduoties kreive. Klausimų charakteringoji kreivė parodo tikimybę, kad mokinys, turintis gebėjimus θ , atsakys klausimą teisingai (Conejo, R., et al., 2014).

⁶ https://www.smm.lt/uploads/lawacts/docs/601_575c845b4ae2fd91aa2ccb87270bbe47.pdf

Vieno parametro modelis parodo tikimybę, kaip teisingai testuojamasis išspręs testo užduotį. Ji priklauso nuo užduoties sunkumo ir nuo testuojamo asmens tiriamosios savybės, šiuo atveju – žinių lygio. Anot modelio kūrėjo Georgo Rascho, mokinio, turinčio gebėjimus θ , tikimybė teisingai atlikti užduotį priklauso tik nuo užduoties sunkumo b (Barla et al., 2010):

$$P(\theta) = \frac{e^{(\theta-b)}}{1 + e^{(\theta-b)}};$$

čia $P(\theta)$ – tikimybė teisingai atsakyti užduoties klausimą; θ – testuojamojo žinių ar gebėjimų lygis; b – klausimo sunkumas.

Į dviejų parametrų modeli įtraukiami ir šie parametrai: skiriamoji geba, užduoties sunkumas. Dviejų parametrų logistinio modelio formulė (Barla et al., 2010):

$$P(\theta) = \frac{1}{1 + e^{-a(\theta-b)}};$$

čia $P(\theta)$ – tikimybė teisingai atsakyti užduoties klausimą; θ – testuojamojo žinių ar gebėjimų lygis; a – klausimo skiriamoji geba; b – klausimo sunkumas.

Trijų parametrų modelyje įvedamas trečiasis parametras c , nusakantis tikimybę atspėti užduoties atsakymą ir vadinamas užduoties spėjimo veiksmu. Svarbu pabrėžti, kad parametro c reikšmė nekinta keičiantis žinių lygiui (Daukšaitė, 2011). Trijų parametrų modelio lygtis (Barla et al., 2010):

$$P(\theta) = c + (1 - c) \frac{1}{1 + e^{-a(\theta-b)}};$$

čia $P(\theta)$ – tikimybė teisingai atsakyti užduoties klausimą; θ – testuojamojo žinių ar gebėjimų lygis; a – klausimo skiriamoji geba; b – klausimo sunkumas; c – spėjimo veiksnys.

Visi MTT modeliai naudoja vieną ar daugiau klausimo bei egzaminuojamojo

charakteristikų, kad būtų galima apskaičiuoti priklausomybę tarp tikimybės teisingai atsakyti klausimą ir žinių lygio. Analizuojant gautus užduočių testavimo rezultatus, remiantis klasikine ir moderniąja testų teorijomis, nustatomas kiekvienos užduoties sunkumas ir skiriamoji geba.

2.1. Klausimo skiriamoji geba

Skiriamoji geba parodo, kaip užduotį atliko skirtingų gebėjimų mokiniai. Skiriamosios gebos indekso reikšmės yra tarp -1 ir 1 . Indekso reikšmė lygi -1 parodo, kad daugiau silpnesnių gebėjimų mokinių užduotį atliko teisingai ir uždavinys gebėjimus matuoja klaidingai. Teigiamą skiriamosios gebos indekso reikšmę rodo, kad daugiau gabesnių nei silpnesnių grupės mokinių uždavinį atliko teisingai. Reikšmė lygi 0 rodo, kad galimybė atlikti užduotį teisingai nepriklauso nuo gebėjimų. Pagal moderniąją testų teoriją, geri (t. y. kurie gerai diferencijuoja) klausimai yra tie, kurių skiriamoji geba yra $0,4-0,5$, ir labai geri – $0,6$ ir daugiau⁷.

2.2. Uždavinio ar klausimo sunkumas

Uždavinio ar klausimo sunkumas nurodo ne tik tai, kokia sunki užduotis yra, bet ir kokių gebėjimų mokiniams ji skirta. „Jei mokinio atsakymas vertinamas kaip teisingas arba klaidingas (yra tik dvi kategorijos), tai klausimas yra vadinamas vienataškiu“ (p. 38). Pavyzdžiui, trumpų atsakymų klausimų atsakymai gali būti vertinami pagal vienataškio vertinimo principą. Tokių klausimų sunkumą žymi teisingai išsprendusiųjų mokinių proporcija, vadinama p -reikšme:

⁷ http://www.egzaminai.lt/failai/372_rez_analize_2006_VBE_statistine_fizika.pdf

$$p - \text{reikšmė} = \frac{\text{Teisingai išsprendusių mokinių skaičius}}{\text{Sprendusių mokinių skaičius}}$$

Klausimo, verto keletu taškų, sunkumas skaičiuojamas pagal formulę:

$$p - \text{reikšmė} = \frac{\text{Vidutinis už uždavinį surinktas taškų skaičius}}{\text{Didžiausias galimas už užd. surinkti taškų sk.}}$$

PISA tyrime santykinis testo klausimų sunkumas nustatomas atsižvelgiant į mokinių, kurie teisingai atsakė kiekviena klausimą, dalį, o santykinis mokinių, atlikusių testą, gebėjimų lygis – atsižvelgiant į teisingai atsakytų testo klausimų dalį (Nacionalinis egzaminų centras, 2011).

2.3. Spėjimo veiksnys

Trijų parametrų modelio parametras c nurodo žemų gebėjimų mokinių galimybę atsakyti pasirenkamojo atsakymo klausimą teisingai. Šis parametras nusako apatinę charakteringosios kreivės asimptotę. Tipiškame pasirenkamojo atsakymo klausime su 4 pasirinkimais spėjimo galimybė yra 25 %. Kadangi testas sudaromas iš daugiau nei vieno klausimo, todėl reikia atsižvelgti į testo visumą. Pavyzdžiui, jei testas sudarytas iš 10 keturių pasirenkamų variantų klausimų, tikimybė surinkti taškus spėjant teisingus atsakymus yra nedidelė (iš tiesų mažesnė nei vienas iš milijono, arba 0,00001 %). Tačiau jei testas sudarytas iš daugelio gerai parinktų tokio tipo klausimų, spėjimo galimybė yra nereikšminga (Nacionalinis egzaminų centras, 2011). Kaip teigia Lordas (1974), šį reiškinį būtų galima priskirti patraukliams, bet neteisingus atsakymo variantus kuriančių užduočių sudarytojų išradingumui. Dėl šios priežasties c neturėtų būti vadinamas „spėjimo parametru“ (Hambleton al., 1991).

3. Standartizuotų testų ir PISA duomenų palyginimas

Statistinės mokinių rezultatų analizės tikslas – ištirti pagrindinio ugdymo Lietuvos mokinių matematikos testų, naudojančių Rascho modelį, rezultatus. Standartizuotuose matematikos testuose, kaip ir tarptautiniame PISA tyrime, išskiriamos trys gebėjimų sritys. Standartizuotose programose išskirta pirmoji gebėjimų sritis – žinios ir supratimas, tikrina mokinių gebėjimą atgaminti ir atpažinti pagrindines sąvokas, simbolius, formules ir jas taikyti aiškiose, įprastose situacijose. Šioje dalyje pateikiamas 2015 m. 8 klasės matematikos standartizuoto testo ir PISA tyrimo (2012 m. ir 2015 m.) rezultatų palyginimas remiantis aprašomosios statistikos metodais ir lyginamąja statistinių duomenų analize.

Lietuvoje mokslo metų pabaigoje standartizuotus testus mokykloms teikia Nacionalinis egzaminų centras. Jais gali nemokamai naudotis visos norinčios mokyklos ir visi mokytojai. Remiantis pateiktomis paraiškomis, 2014–2015 m. m. diagnostiniais ir standartizuotais testais pasinaudojo 42 savivaldybės. Pagal gautus duomenis, 2015 metais matematikos standartizuotą testą atliko 23 362 aštuntų klasių mokiniai. Visiems mokiniams buvo pateiktas tas pats testo variantas, o jam atlikti buvo skirta 60 min. Standartizuoti testai vertinami pagal išsamias, iš anksto parengtas vertinimo instrukcijas, padedančias užtikrinti vienodą visų mokinių darbų vertinimą. Mokinių darbų vertinimą organizuoja mokykla: vertinti gali ir mokinius mokantys mokytojai, ir (ar) kiti atitinkamo dalyko mokytojai.

Lietuvoje 2012 metų PISA tyrime dalyvavo apie 4 600 penkiolikos metų mokinių iš 216 lietuviškų, lenkiškų ir rusiškų bendrojo lavinimo ir profesinių mokyklų. Šis PISA tyrimas iš esmės buvo skirtas matematiniam

raštingumui įvertinti. 2015 metų tyrime dalyvavo 6 525 penkiolikos metų mokiniai iš 311 bendrojo ugdymo ir profesinių mokyklų, kuriose ugdymo procesas vykdomas lietuvių, lenkų ir rusų kalbomis. Daugumoje šalių, tarp jų ir Lietuvoje, 2015 m. tyrimas buvo atliekamas naudojant kompiuterius. Mokinių matematinio raštingumo gebėjimai dažniausiai aptariami lyginant šalių rezultatų vidurkius tarpusavyje, taip pat lyginant su bendru OECD šalių rezultatų vidurkiu, kuris PISA tyrime 2012 m. siekia 494 taškus, o 2015 m. – 490 taškų.

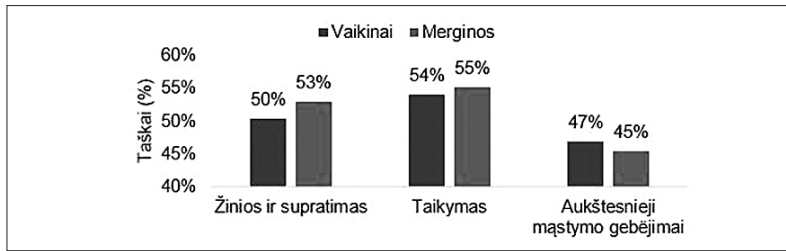
Tarptautiniai tyrimai, tarp jų ir PISA, naudojantys keletą skirtingų testų sąsiuvinių, pateikia mokinių duomenis taikydami galimas reikšmes. Galimos reikšmės reprezentuoja mokinio gebėjimų apimtį, kurią, priklausomai nuo atsakymų, mokinys gali turėti. PISA tyrime naudojami testų sąsiuviniai turi po kelias vienodas dalis, kurios leidžia susieti rezultatus mokinių, kurie naudojo skirtingus testų sąsiuivinius. Įvertinus mokinių spręstas užduotis, remiantis Rascho modeliu, kiekvienam mokiniui yra skaičiuojamos penkios galimos reikšmės. Dėl to duomenų analizė su galimomis reikšmėmis turi būti atliekama penkis kartus, o rezultatai apibendrinami. Šiame darbe, siekiant įvertinti tam tikrus mokinių gebėjimų pjūvius, pirmiausia analizė buvo atliekama atskirai kiekvienai galimai reikšmei, o vėliau buvo skaičiuojami vidurkiai. Duomenys buvo apdorojami naudojantis *SPSS Statistics 17.0* statistiniu paketu, o diagramos braižomos naudojantis *Microsoft Office* raštinės paketo skaičiuokle *Excel*.

Standartizuotose programose išskirta pirmoji gebėjimų sritis – žinios ir supratimas tikrina mokinių gebėjimą atgaminti ir atpažinti pagrindines sąvokas, simbolius, formules bei jas taikyti aiškiose, įprastose situacijose. Pirmoji PISA tyrimo gebėjimų

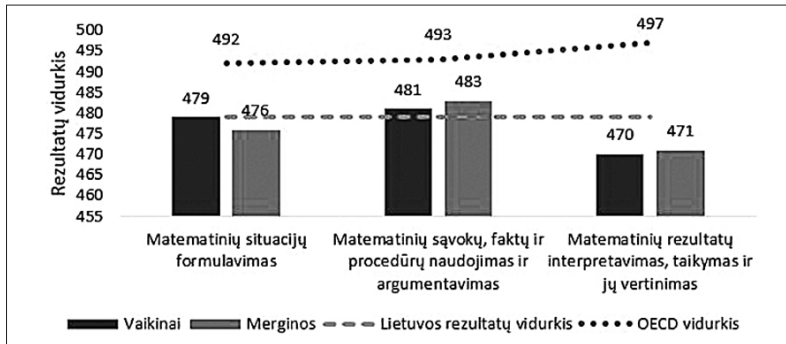
sritis, matematinis situacijų formulavimas, akcentuoja formuluočių, klausimų, užduočių supratimą, norint sudaryti situacijos matematinį modelį („išversti“ užduotis į matematikos kalbą). Geriausiai Lietuvos mokiniams sekėsi spręsti antrosios gebėjimo srities – taikymo užduotis (1 pav., 2 pav.). Standartizuotose programose taikymo gebėjimai apibrėžiami kaip žinomų matematinų faktų, sąvokų, apibrėžimų, procedūrų, algoritmų taikymas, derinamas rečiau pasitaikančiose, bet paprastose situacijose.

Priešingai nei 2012 metų PISA tyrimo OECD šalių mokiniai, mūsų penkiolikmetčiai matematinų rezultatų interpretavimo, taikymo ir vertinimo užduotis sprendė sunkiau (2 pav.). Ta pati tendencija pastebėta ir nagrinėjant standartizuotų testų rezultatus – aukštesniųjų mąstymo gebėjimų reikalaujančios užduotys 8 klasių mokiniams buvo sunkiausios. Abiejuose tyrimuose uždaviniai skirstomi į turinio sritis. Nors sričių pavadinimai skiriasi, bet turinio apimtys yra panašios, tad visos keturios PISA turinio sritys turi savo atitikmenį standartizuotose programose. Tiesa, standartizuotose programose jų yra viena daugiau, nes kaip penktoji turinio sritis išskiriamas problemų sprendimas. PISA tyrime tokios turinio srities nėra, tačiau strategijų problemoms spręsti radimas yra svarbi kiekvienos gebėjimų srities dalis.

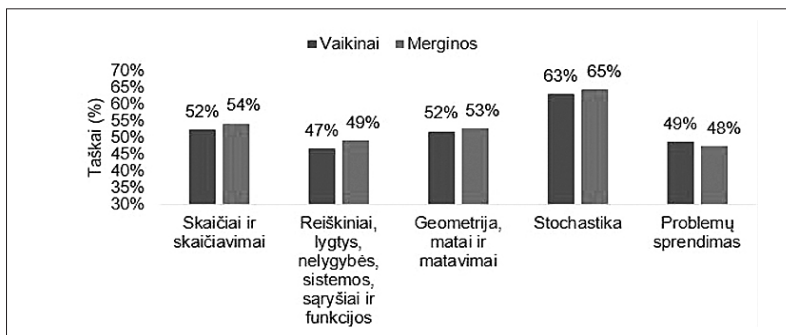
Standartizuotų testų duomenys rodo, kad merginos vaikus lenkia beveik visose turinio srityse, nors skirtumas nėra statistškai reikšmingas. Be to, geriausiai 8 klasės mokiniams sekėsi spręsti stochastikos uždavinius (3 pav.). Tačiau apibendrinant mokinių stochastikos žinias ir gebėjimus svarbu atsižvelgti į tai, kad 2015 metų standartizuotame matematikos teste buvo tik keturi stochastikos klausimai, iš kurių



1 pav. Standartizuotų testų rezultatai pagal gebėjimų sritis



2 pav. 2012 m. PISA tyrimo rezultatų vidurkiai pagal gebėjimų sritis



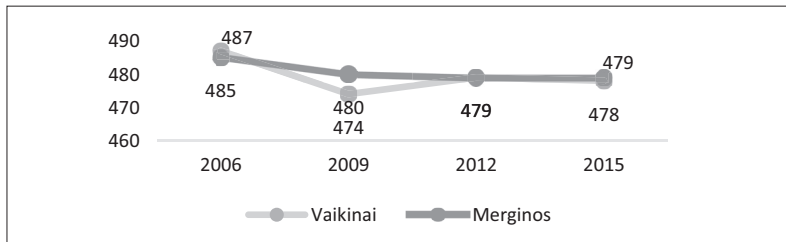
3 pav. Standartizuotų testų rezultatai pagal turinio sritis

du patenkinamo ir du pagrindinio pasiekimų lygio. PISA tyrime turinio srities nėra.

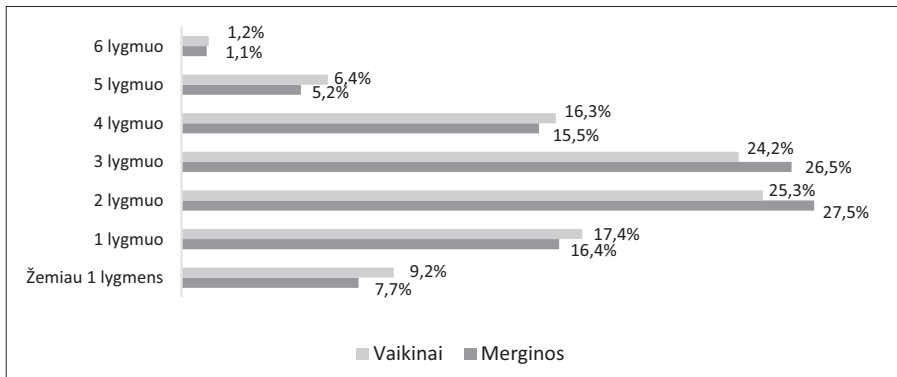
Pastebėta, kad, priešingai nei standartizuotose testuose, PISA tyrime pirmose dviejose turinio srityse geresnius gebėjimus demonstruoja vaikinai. Tikėtina, kad tai atspindi vyraujančią nuomonę, jog merginos mokosi daugiau, yra stropesnės, tad geriau už vaikus sprendžia standartinio tipo uždavinius. Atliekant standartizuotus testus

merginų rezultatai geresni nei vaikinų, o vaikinai pasižymi greitesniu loginiu mąstymu, išvalgomis, sugeba realias situacijas paversti matematikos uždaviniais ir juos sėkmingai išspręsti.

Standartizuotų matematikos testų užduotys rengiamos ir jų sprendimo rezultatai vertinami orientuojantis į tris pasiekimų lygius (patenkinamą, pagrindinį ir aukštesnįjį). 2015 metų testo duomenimis, 15 %



4 pav. Lietuvos mokinių rezultatų kaita PISA tyrimuose



5 pav. 2015 m. PISA tyrimo rezultatai pagal pasiekimų lygmenis

vaikinių ir 14 % merginų nepasiekė patenkinamo pasiekimų lygmens; 33 % vaikinių ir 36 % merginų pasiekė patenkinamą; 42 % vaikinių ir 41 % merginų – pagrindinį, atitinkamai 9 % ir 8 % – aukštesnįjį pasiekimų lygį.

PISA tyrime išskiriami šeši pasiekimų lygmenys: 1 – žemiausias, 6 – aukščiausias. Antras lygmuo laikomas minimaliu matematinio raštingumo gebėjimų lygmeniu, kuris būtinas norint visapusiškai dalyvauti šiuolaikinėje visuomenėje. Kadangi pastaraisiais metais Lietuvos mokinių matematinio raštingumo rezultatai PISA tyrime yra stabilūs (4 pav.), nagrinėjami 2015 metų PISA tyrimo pasiekimų lygmenys.

Remiantis paskutinio PISA tyrimo ciklo duomenimis (5 pav.), Lietuvoje minimalaus matematinio raštingumo gebėjimų lygio nepasiekia 26,7 % vaikinių ir 24,1 % merginų (OECD vidurkis yra atitinkamai 23 % ir

23,7 %). 2015 metų tyrimo duomenimis, trečią ar aukštesnį gebėjimų lygį Lietuvoje pasiekė 48,1 % vaikinių ir 48,4 % merginų. Lietuvos pažangos strategijoje⁸ keliamas tikslas, kad 2030 m. tokių mokinių būtų bent 55 %.

Siekiant atlikti mokinių rezultatų analizę pagal skirtingų užduočių sprendimą, buvo atrinkti uždavinių rinkiniai. Iš 2015 metų standartizuoto 8 klasės matematinio testo ir 2012 metų PISA matematinio raštingumo atvirųjų užduočių buvo atrinkta 18 uždavinių. Atrenkant PISA tyrimo užduotis remtasi rezultatų ir atvirų užduočių pristatymu, vykusiu Lietuvos matematikos mokytojų asociacijos 2014 metų konferencijoje⁹.

⁸ Prieiga per internetą: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.425517>

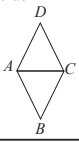
⁹ STUNDŽA, M. (2014 sausio 3 d.). *Tarptautinis penkiolikmečių tyrimas PISA 2012: Lietuvos mokinių pasiekimai matematinio raštingumo srityje*. Pranešimas

Kiekvieną atrinktų užduočių rinkinį sudaro devyni uždaviniai, po tris uždavinius iš kiekvienos gebėjimų srities. Atrinkant kiekvienos gebėjimų srities uždavinius, buvo imami skirtingų turinio sričių, pasiekimų lygio ir PISA atveju konteksto uždaviniai. Mokinių rezultatų analizė pateikiama pagal pasiekimų lygmenis.

Standartizuotuose testuose pateikiamos žinių ir supratimo kognityvinių gebėjimų grupės užduotys yra trumpos, dalies užduočių klausimai užima tik vieną eilutę (6 pav.). Daugiau nei pusė skaičių ir skaičiavimų bei reiškinių, lygčių, nelygybių, sistemų, sąryšių ir funkcijų turinio srities uždavinių neturi užduoties konteksto. Jose pateikiami skaičiai, reiškiniai, lygtys, nelygės ir prašoma suapvalinti, apskaičiuoti, išspręsti bei nustatyti, ar lygtis turi sprendinių (užduotis Nr. 14).

vaikinių ir 32,4 % merginų). Kontekstas nepateikiamas ir geometrijos, matų ir matavimų turinio srities, pagrindinio pasiekimų lygmens užduotyje (užduotis Nr. 25), kurią teisingai išsprendė 28,2 % vaikinių ir 30,8 % merginų.

Atrinktose standartizuoto matematikos testo užduotyse, priklausančiose taikymo kognityvinių gebėjimų grupei, pateikiamas gyvenimiškas kontekstas (7 pav.). Skaičių ir skaičiavimų turinio srities užduotį, kurioje pasakojama apie Julijų ir jo skaitomą knygą, panašiai sprendė ir vaikinai (teisingai atsakė 66,1 %), ir merginos (68,9%). Geometrijos, matų ir matavimų turinio srities užduotyje, kurioje prašoma išmatuoti paveiksle pateikto mezginio ilgį, geresnius rezultatus pademonstravo vaikinai. Teisingą mezginio ilgį pasirinko 62,1 % vaikinių ir 53 % merginų. Stochastikos užduotis, kurioje

<p>Kam lygi pusė skaičiaus 2^{2^2}?</p> <p>(A) 1^{2^2} (B) 2^{11} (C) 2^{20} (D) 2^{21}</p> <p>Užduotis Nr. 14</p>	<p>Išspręsk nelygybę: $-5x < 20$</p> <p>Užduotis Nr. 10</p>	<p>Rombo įstrižainių ilgiai $AC = 12$ cm, $BD = 16$ cm. Apskaičiuok rombo plotą. <i>Užrašyk sprendimą.</i> <i>Sprendimas:</i></p>  <p>Užduotis Nr. 25</p>
---	---	---

6 pav. 2015 m. standartizuoto matematikos testo užduočių pavyzdžiai

Skaičių ir skaičiavimų turinio srities aukštesniojo pasiekimų lygmens uždavinį teisingai išsprendė 20,7 % vaikinių ir 14,4 % merginų. Taip pat sprendžiant aukštesniojo pasiekimų lygio, tačiau reiškinių, lygčių, nelygybių, sistemų, sąryšių ir funkcijų turinio srities užduotį (užduotis Nr. 10) geriau sekėsi merginoms (teisingai atsakė 23,4 %

pateikiami mokinių kontrolinio darbo rezultatai, nesukėlė sunkumų. Šią pagrindiniam pasiekimų lygiui priskirtą užduotį teisingai išsprendė 80,5 % vaikinių ir 80,3 % merginų. Atrinktų taikymo gebėjimų srities užduočių sprendimo rezultatai rodo gerus mokinių gebėjimus pasirinkti tinkamą veiksmą, sudaryti reiškinį ir naudotis duomenimis turint gyvenimišką kontekstą.

Dauguma tyrimo PISA užduočių yra išplėstinės. Jose aprašoma viena istorija ar situacija, o vėliau pateikiami skirtingi klau-

konferencijoje „Novatoriškų iniciatyvų matematiniame ugdyme sklaida“, Vilnius. Prieiga per internetą: http://www.nec.lt/failai/4061_Rezultatu_ir_atviru_uzduociu_pristatymas_LMMA.pdf

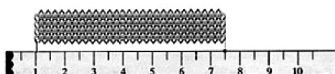
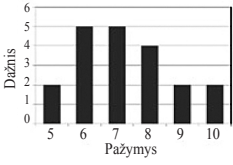
simai. PISA tyrime naudojamos išplėstinės užduotys yra parengtos taip, kad neteisingai atsakęs į pirmąjį išplėstinės užduoties klausimą mokinys gali sėkmingai išspręsti likusias išplėstinės užduoties dalis. 2015 metų standartizuotame 8 klasės matematikos teste buvo tik penkios aukštesniųjų mąstymo gebėjimų užduotys. Visos šios gebėjimų srities užduotys priklauso problemų sprendimo turinio sričiai. Pastebėta, kad pirmojo pasiekimų lygmens užduotys mokiniams sekėsi geriau, o pagrindinio – buvo sunkesnės. Nagrinėjant pasirinktas aukštesniųjų mąstymo gebėjimų užduotis statistiškai svarbių skirtumų tarp lyčių nepastebėta.

Tarp Lietuvos matematikos mokytojų asociacijos konferencijoje pristatytų atvirų 2012 metų PISA tyrimo užduočių buvo tik trys matematinių rezultatų interpretavimo, naudojimo ir jų vertinimo gebėjimų sričiai

tačiau jos visos yra statistikos ir tikimybių turinio srities. Šios (stochastikos) turinio srities užduotys standartizuotuose testuose nepriskiriamos aukštesniųjų mąstymo gebėjimų grupei (Sutkutė, 2017).

Išvados

Dar tik keleri metai, kai Lietuvos mokyklose imta taikyti standartizuotus testus. Todėl svarbu aptarti rezultatus, diskutuoti, padėti mokytojams ir visuomenei suprasti, kas ir kodėl tirama. Šis straipsnis parengtas magistro darbo pagrindu (Sutkutė, 2017). Atlikta 8 kl. matematikos standartizuoto testo uždavinius sprendusių ir PISA tyrime dalyvavusių mokinių rezultatų analizė pagal gebėjimų ir turinio sritis, pasiekimų lygmenis ir atrinktus uždavinius. Statistinė duomenų analizė parodė, kad geriausiai Lietuvos mokiniams sekėsi taikymo ir

<p>Julius iš bibliotekos parsinešė 280 puslapių knygą. Jis suskaičiavo, kiek puslapių kasdien turi perskaityti, kad knygą į biblioteką grąžintų laiku: po 26 puslapius sekmadieniais ir po 4 puslapius likusiomis dienomis. Knygą Julius pradės skaityti sekmadienį. Kiek puslapių Julius planuoja perskaityti per vieną savaitę?</p>	<p>Koks paveikslė pavaizduoto mezginio ilgis?</p> <p>(A) 75 cm (B) 7,5 cm (C) 7,05 cm (D) 6,5 cm</p> 
Užduotis Nr. 6.1	Užduotis Nr. 21
<p>Kontrolinio darbo rezultatai pavaizduoti diagrama</p>  <p>Keli mokiniai rašė kontrolinį darbą?</p>	
Užduotis Nr. 33.1	

7 pav. 2015 m. standartizuoto matematikos testo užduočių, priklausančių taikymo kognityvinių gebėjimų grupei, pavyzdžiai

priskirtos užduotys. Visos šios užduotys yra vienos išplėstinės užduoties „Perkamiausių muzikos albumų sąrašai“ dalys.

Pasirinktos trečiojo pasiekimų lygmens užduotys penkiolikmečiams sekėsi gerai,

matematinių sąvokų, faktų ir procedūrų naudojimo bei argumentavimo užduotys, sunkiausiai – aukštesniųjų mąstymo gebėjimų reikalaujančios užduotys. Palyginus standartizuotų testų ir PISA tyrimo rezul-

tatus pagal turinio sritis, mokinių rezultatai išsiskyrė. Standartizuotų testų duomenimis, merginos lenkia vaikus beveik visose turinio srityse, nors skirtumas ir nėra statistiškai reikšmingas. Be to, geriausiai 8 klasės mokiniams sekėsi stochastikos, prasčiausiai – reiškinų, lygčių, nelygybių,

sistemų, sąryšių ir funkcijų uždaviniai. Remiantis PISA tyrimo duomenimis, geriausiai Lietuvos penkiolikmečiams sekėsi skaičių ir skaičiavimų srities uždaviniai, kuriuose geresnius rezultatus demonstravo vaikai. Prasčiausiai penkiolikmečiams sekėsi erdvės ir figūrų srities uždaviniai.

LITERATŪRA

BARLA, Michail; BIELIKOVA, Maria; EZ-ZEDDINNE, Anna B.; KRAMAR, Tomas; SIMKO, Marian; VOZAR, Oto (2010). On the impact of adaptive test question selection for learning efficiency. *Computers & Education*, vol. 55, iss. 2, p. 847–857. doi:10.1016/j.compedu.2010.03.016

CONEJO, Ricardo; GUZMAN, Eduardo; PEREZ-DE-LA-CRUZ, Jose-Luis; BARROS, Beatriz (2014). An empirical study on the quantitative notion of task difficulty. *Expert Systems with Applications*, vol. 41, iss. 2, p. 594–606.

DAUKŠAITĖ, Gabrielė. (2011). *Informatikos pagrindų konceptualizavimas naudojant uždavinius*: Magistro baigiamasis darbas. Vilniaus universitetas.

De LANGE, Jan (2003). *Mathematics for Literacy*. In Madison, Bernard L. and Steen, Lynn A. (2003). *Quantitative Literacy. Why Literacy Matters for Schools and Colleges, National Council on Education and the Disciplines*. Princeton, New Jersey, p. 75–89.

DUDAITĖ, Jolita (2007). Matematinio raštingumo samprata. *Acta pedagogica Vilnensia*, t. 18, p. 170–187.

HAMBLETON, Ronald K.; SWAMINATHAN, Hariharan; ROGERS, Jane H. (1991). *Fundamentals of item response theory*. New Bury, California: Sage Publications.

HAMILTON, Laura; KORETZ, Daniel M. (2002). Tests and their Use in Test-Based Accountability Systems. In L. Hamilton, B. Stecher and S. Klein (eds.). *Making Sense of Test-Based Accountability in Education*. California: RAND Publishing, Santa Monica.

KAUNAITĖ, Ugnė (2016). *PISA rezultatai: ar stabiliai blogai yra gerai?* [žiūrėta 2017 m. balandžio 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.15min.lt/naujiena/aktualu/komentarai/une-kaunaite-pisa-rezultatai-ar-stabiliai-blogai-yra-gerai-500-723152?all>>.

MELNIKĖ, Eglė; GUDYNAS, Pranas; BIGELIENĖ, Daiva; SIČIŪNIENĖ, Viktorija; BAREIKIENĖ, Marija; GECEVIČIŪTĖ, Irma; KAŠKELIS, Gražvydas; MAŽUOLIENĖ, Anna; MĒLINAUSKAITĖ, Inga; ŠETKUS, Benediktas; DARGYTĖ, Janina

(2012). Standartizavimo procedūrų aprašas: 8 klasės lietuvių gimtosios kalbos (skaitymo, rašymo), matematikos ir istorijos standartizuotos programos ir testų pavyzdžiai. 2 dalis. Vilnius: Ugdymo plėtotės centras, p. 6–10, 65–96.

Nacionalinis egzaminų centras (2011) *Teorinė metodinė medžiaga pagrindinio ugdymo pasiekimų patikrinimo (PUPP) ir brandos egzaminų (BE) užduočių rengėjams* [žiūrėta 2017 m. birželio 5 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.zurnalai.vu.lt/informacijos-mokslai/information/authors>>.

Nacionalinis egzaminų centras (2015). *Lietuvių kalbos ir matematikos standartizuotos programos 6 klasei* [žiūrėta 2017 m. birželio 5 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.zurnalai.vu.lt/informacijos-mokslai/information/authors>>.

NORVAIŠA, Rimas (2015). *Mokyklinė matematika: matematinis raštingumas, samprotavimų loginis tikslumas ir vertybių ugdymas* [žiūrėta 2017 m. balandžio 25 d.]. Prieiga per internetą: <<http://norvaisa.lt/matematika/mokykline-matematika/mokykline-matematika-matematinis-rastingumas-samprotavimu-loginis-tikslumas-ir-vertybiu-ugdymas/>>.

SUTKUTĖ, Elena (2017). *Mokinių matematinių gebėjimų tyrimas remiantis testais ir Rash modelių*: Magistro baigiamasis darbas. Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto Matematikos ir informatikos metodikos katedra.

VAIČIŪNAITĖ, Donata (2009). *Lietuvos mokinių raštingumo analizė, naudojant tarptautinio tyrimo PISA 2009 m. duomenis*: Magistro baigiamasis darbas. Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakultetas.

VAIČIŪNAITĖ, Donata; SIČIŪNIENĖ, Viktorija (2014). Matematinis raštingumas PISA tyrimų pagrindu. *Švietimo problemos analizė*, Nr. 10 (115), p. 1–8.

ZABULIONIS, Algirdas (2017). *Svajonė pavyti estus atidedama* [žiūrėta 2017 m. balandžio 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.delfi.lt/news/ringas/lit/a-zabulionis-svajone-pavyti-estus-atidedama.d?id=73948898>>.

RESEARCH ON THE MATHEMATICAL COMPETENCE OF LITHUANIAN PRIMARY SCHOOL PUPILS

Valentina Dagiienė, Lina Vinikienė, Elena Sutkutė

S u m m a r y

The assesment of the mathematics achievements of pupils in Lithuanian primary education (lower secondary schools) is a topical issue. The paper deals with Lithuanian standardized math tests for 8th graders and the international PISA survey of 15-year-old students. The survey on investigating the students' mathematical abilities, together with the factors influencing them, was conducted. Some information on the learning outcomes is provided. We have focused on explaining how standardized

mathematical tests are made using the item response theory (IRT). In addition, how the Rasch model is applied to count the results of the PISA survey. The results of the 8th grade standardized tests in mathematics of 2015 and the PISA surveys of 2012, as well as the PISA 2015 mathematical literacy results, are all discussed. Some samples of set of tests are provided and further analyzed.

Keywords: standardized tests, PISA, item response theory (IRT), Rasch model.

2017 m. birželio 5 d.