

Informatinio mąstymo ugdymo užduotys: merginų ir vaikinų sprendimų analizė

Valentina Dagiienė

Profesorė fizinių mokslų daktarė
Vilniaus universiteto
Matematikos ir informatikos institutas
Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius
El. paštas: valentina.dagiene@mii.vu.lt

Eimantas Pėlikis

Matematikos didaktikos magistrantas
Vilniaus universiteto
Matematikos ir informatikos institutas,
Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius
El. paštas: eimantas.pelikis@gmail.com

Gabrielė Stupurienė

Informatikos inžinerijos doktorantė
Vilniaus universiteto
Matematikos ir informatikos institutas
Akademijos g. 4, LT-08663 Vilnius
el. paštas: gabriele.stupuriene@mii.vu.lt

Straipsnyje nagrinėjamos tokios problemos: informatikos mokymas naudojant neformalųjį ugdymo būdą (konkursus, varžybas), informatikos pagrindinių konceptų mokymas trumpomis patraukliomis užduotimis, informatinio mąstymo (anglų k. computational thinking) ugdymas, merginų ir vaikinų skirtumai sprendžiant informatikos užduotis. Autorių tyrimas remiasi šios srities kontekstine šaltinių analize ir didelio kiekio sukauptų duomenų statistine analize (atsakymai gauti iš 23,5 tūkst. respondentų). Straipsnyje vartojama nauja, lietuviškose publikacijose dar nevertota informatinio mąstymo sąvoka, kuriai Europos šalyse skiriama vis daugiau dėmesio ir manoma tai esant vienu iš svarbiausių XXI amžiaus ugdymo iššūkių mokykloje. Aptariamos šios sąvokos ypatybės, sunkumai rasti tinkamą lietuvišką atitikmenį, nagrinėjamas operacinis informatinio mąstymo apibrėžimas. Straipsnyje apžvelgiami kognityvūs merginų ir vaikinų skirtumai sprendžiant informatikos užduotis, skirtas informatiniam mąstymui ugdyti. Trumpai pristatomas tarptautinis informatikos konkursas „Bebras“, analizuojama, kaip šis konkursas padeda ugdyti mokinių informatinio mąstymo gebėjimus. Straipsnyje analizuojami 2013 m. konkurso dalyvių sprendimo rezultatai, atsižvelgiama į dalyvių amžiaus grupes, lytį, ieškoma sąsajų su uždavinių kategorijomis. Išsamiau nagrinėjami tie uždaviniai, kurių vaikinų ir merginų rezultatai skiriasi reikšmingai.

Pagrindiniai žodžiai. Informatikos mokymas, žaidybinimas, konkursas „Bebras“, informacinės technologijos, informatinis mąstymas.

Įvadas

Informacinių technologijų (IT) mokoma visose Lietuvos bendrojo ugdymo mokyklose. Dalis šio kurso skiriama informatikos

pagrindams, iš jų – ir programavimo praktikai, ir algoritminiam mąstymui, ir moderniam informatiniam mąstymui ugdyti. Lietuvoje trūksta įvairaus lygio IT specialistų,

ypač tokių, kurie ieškotų kūrybiškų sprendimų, suvoktų, kas slypi už technologijų, gebėtų keisti, kurti naujus, modernesnius, išmaniuosius kompiuterinius įrankius. Šiuolaikinėje technologijomis grįstoje visuomenėje vis svarbesnės tampa ne žinios, o kūrybiškas mąstymas, gebėjimas sumaniai elgtis įvairiomis situacijomis, greitai spręsti kylančias problemas. Formaliajam ugdymui nėra lengva spėti su inovatyviais visuomenės poreikiais, todėl būtina ieškoti kitų sprendimų, vienas iš sėkmingų pavyzdžių galėtų būti įvairios neformaliojo ugdymo formos. Informatikos pagrindų galima išmokyti naudojantis informatikos konkursu „Bebras“. Šiuo konkursu siekiama sudominti mokinius informatika ir IT, paskatinti kūrybiškai, kritiškai ir laisvai mąstyti, įtraukti mokinius į gilaus mąstymo reikalaujančią veiklą.

Informatikos konkursas „Bebras“ (Lietuvoje vadinama informatikos ir informacinių technologijų konkursu, žr. www.bebbras.lt) – tarptautinis judėjimas informatikos ir informatiniam mąstymui ugdyti. Konkursas skirtas 3–12 klasių mokiniams, dėmesio skiriama ir informatikos, informacinių technologijų mokytojams, jie skatinami perteikti informatikos konceptus, jiems pateikiama metodinės medžiagos ir uždavinių sprendimų analizės.

Konkurso uždutys kuriamos taip, kad tiktų visiems, neatsižvelgiant į mokykloje įgytas informatikos ar IT žinias. Konkursas įsteigtas Lietuvoje 2004 metais, greitai išplito į daugelį kitų šalių (Dagienė, 2006; Dagienė, Futschek, 2008; Dagienė, 2010). Dabar konkurse dalyvauja beveik milijonas mokinių iš daugiau kaip 30 šalių. Uždutys atliekamos ir testuojamos internetinėmis priemonėmis.

Merginos paprastai mažiau domisi kompiuteriais, mažiau renkasi informatikos studijas, todėl siekiama įvairiais būdais patraukti merginų dėmesį mokytis informatikos. PISA (*Programme for International Student Assessment*) ir kitų tyrimų rezultatai rodo, kad merginos nepasitiki savo galimybėmis, kai atlieka matematikos ir kitų mokslo šakų užduotis, nepaisant to, kad jų rezultatai yra tokie patys kaip ir vaikinių. Kai kurie tyrimai parodė, kad šis merginų nepasitikėjimas savo galimybėmis atsiranda jau pradinėse klasėse (Fredericks, Eccles, 2002; Herbert, Stipek, 2005).

Remiantis PISA tyrimu paaiškėjo, kad merginos silpniau, nei tikėtasi, atlieka užduotis, kurioms reikia struktūrinio pristatymo ir formulavimo gebėjimų. Kita vertus, merginos stipriau, nei tikėtasi, atlieka užduotis, kurioms reikia stebėjimo ir reflektavimo, taip pat kruopštaus planavimo ir vykdymo gebėjimų.

Skirtumai tarp vaikinių ir merginų yra maži arba jų visai nėra, kai mokiniai privalo aiškinti mokslinius įrodymus ir daryti išvadas, nustatyti prielaidas, argumentuoti gautas išvadas arba apmąstyti socialinius mokslo ir technologijų pokyčių padarinius (OECD, 2015).

Lyčių skirtumai ryškėja sprendžiant problemines užduotis, atsižvelgiant į jų tipą. Vaikinai dažniausiai geriau pasirodo sprenddami kognityvias užduotis, kurioms reikia apdoroti daugiau abstrakčios informacijos (Halpern, LaMay, 2000; Antinienė, Lekavičienė, 2009). Vaikinai rodo geresnius gebėjimus transformuodami vaizdinius-erdvinius objektus savo atmintyje, taip pat generuodami ir valdydami informaciją mentaliniu lygmeniu (Kaufman, 2007; Johnson, Bouchard, 2007).

Daugelyje pasaulio šalių vaikinai lenkia merginas gamtos mokslų, informatikos, technologijų ir matematikos (angl. *STEM*) srityse (Lee, 2002; Markert, 1996; Shapiro, Williams, 2011). Informatikai reikia matematinių ir techninių įgūdžių, o jų merginos paprastai turi mažiau (Su, R. ir kt., 2009). Stereotipai ir tradiciška mąstysena vaidina labai svarbų psichologinį vaidmenį, pavyzdžiui, kai kuriuos dalykus, būtent socialinius mokslus, merginos renkasi noriau ir dažniau, o tiksluosius mokslus, informatiką ir inžineriją – vaikinai (Good, 2010).

Lyčių skirtumų matematikos ir gamtos mokslų srityje gali atsirasti dėl to, kad vaikinai ir merginos už mokyklos ribų užsiima skirtinga veikla, kuri gali daryti įtaką pirmiau minėtų mokslo sričių gebėjimams (Fryer, Levitt, 2010; Wang, 2012). Pavyzdžiui, tikėtina, kad merginos rečiau po pamokų žais šachmatais, dalyvaus matematikos varžybose ar domėsis programavimu. Norint pagerinti merginų informatikos gebėjimus, ugdyti informatinį jų mąstymą ir paskatinti jas studijuoti informatiką ar IT, reikia sukurti joms įdomių šios srities veiklų, patrauklių užsiėmimų.

Viena iš daugelį metų vykdomų neformaliojo ugdymo formų – informatikos konkursas „Bebras“, kuriame pateikiami patrauklūs, informatinį mąstymą skatinantys uždaviniai.

Straipsnio tyrimo objektas – informatikos konkurso „Bebras“ ir informatinio mąstymo ugdymas bendrojo ugdymo mokykloje.

Tyrimo tikslas – atlikti konkurso užduočių analizę merginų ir vaikinų uždavinių sprendimų aspektu.

Tyrimo uždaviniai: 1) išanalizuoti Lietuvos dalyvių uždavinių sprendimo duomenis (2013 m.), 2) išskirti keletą mer-

ginoms arba vaikinams būdingų kognityvių skirtumų sprendžiant „Bebro“ uždavinius, 3) atlikti uždavinių konteksto analizę pagal informatikos konceptų grupes.

Tyrimo metodai: informatikos ir informatinio mąstymo ugdymo analizė pasitelkus srities mokslinę literatūrą, statistinis duomenų apdorojimas, lyginamoji uždavinių analizė.

Informatinio mąstymo samprata ugdymo kontekste

Informatinio mąstymo ir problemų sprendimo įgūdžiai svarbūs šiuolaikiniam jaunimui, šie įgūdžiai jiems būtini, norint geriau ir efektyviau atlikti įvairią kasdienę veiklą, sumaniau naudotis šiuolaikinėmis mokyklomis priemonėmis ir metodais. Nors informatiniu mąstymu pasaulyje domimasi jau dešimtmetį, ši sąvoka dar mažai girdima Lietuvoje, net ir dėl paties termino nėra sutarta: kartais vadinama kompiuteriniu mąstymu arba skaičiuojamuoju mąstymu, pastaraisiais metais vis labiau prigyja informatinis mąstymas (angl. *computational thinking*).

Informatinio mąstymo atsiradimas pasaulyje siejamas su JAV Karnegio Melon universiteto profesorės Jeannette M. Wing tyrimais ir 2006 metais paskelbta publikacija, kurioje rašoma: „Informatinis mąstymas susijęs su problemų sprendimu, sistemų projektavimu ir žmogaus elgesio supratimu pasitelkiant fundamentalias informatikos sąvokas“ (Wing, 2006). Toliau įvardijami trys svarbiausi informatinio mąstymo komponentai: abstrahavimas, analizavimas ir automatizavimas. Vėliau informatinis mąstymas buvo apibrėžiamas kaip mąstymo procesas, kuris dalyvauja formuluojant problemas ir jų sprendimo būdus (Wing, 2011).

CSTA (*Computer Science Teacher Association*) ir ISTE (*International Society for Technology Education*) 2009 metais išskyrė devynias pagrindines informatinio mąstymo kategorijas (Barr, Stephenson, 2011):

1. **Duomenų rinkimas:** tam tikros informacijos kaupimas ir tinkamos atrinkimas.
2. **Duomenų analizė:** duomenų apdorojimas, šablonų atradimas, išvadų darymas.
3. **Duomenų pavaizdavimas:** duomenų tvarkymas ir vaizdavimas grafiškai, diagramomis, tekstu, paveikslais, lentelėmis ir kt.
4. **Problemų dekomponavimas:** uždavinio skaidymas į mažesnius komponentus ir skaidinių sujungimas.
5. **Algoritmavimas:** žingsnių sekų planavimas ir organizavimas problemai išspręsti.
6. **Abstrakcija:** sudėtingumo mažinimas apibrėžiant pagrindinę idėją, suformuojant charakteristikas ir kuriant modelius.
7. **Simuliacijos:** modeliavimo ar simuliacijos naudojimas, pvz., eksperimentams atlikti.
8. **Automatizavimas:** atpažinimas, kaip technologijos gali padėti sprendžiant naujus uždavinius, kurie kitaip būtų besikartojantys, neįvykdomi ar pernelyg sunkūs.
9. **Lygiagretumas:** išteklių organizavimas problemai išspręsti ir tikslui pasiekti, naudojant sinchroninio perdavimo ir bendradarbiavimo priemonės.

Informatinis mąstymas susijęs su neseniai mokslo publikacijose atsiradusia kom-

pleksinio mąstymo koncepcija. Kompleksiniu mąstymu įvardijamas gebėjimas suprasti sudėtingumą, turėti įgūdžių, kurie reikalingi norint perprasti, kaip veikia sudėtingos sistemos, apdorodamos informaciją ir sprendžiamas problemas. Kompleksinis mąstymas galėtų būti apibūdinamas kaip sisteminio mąstymo, kuris padeda atpažinti sudėtingų reiškinių struktūrą, taikymas (Johnson, Adams-Becker ir kt., 2014).

ISTE (*International Society for Technology Education*) parengė išsamų operacinį informatinio mąstymo apibrėžimą, kuriame pabrėžiama, kad tai yra problemų sprendimo procesas, turintis šias charakteristikas (ISTE, 2014):

- Problemų reformulavimas (perdarymas) taip, kad joms spręsti būtų galima pritaikyti kompiuterį arba analogiškas priemones.
- Logiškas duomenų tvarkymas ir analizavimas.
- Duomenų pateikimas juos abstrahuojant (pavyzdžiui, sudarius modelį).
- Sprendimų automatizavimas pasinaudojus algoritminiu mąstymu.
- Galimų sprendimų identifikavimas, analizavimas ir realizavimas siekiant efektyviausio veiksmų ir išteklių derinio.
- Apibendrinimas ir problemos sprendimo proceso tąsa.

Informatinis mąstymas nusako dalykinę perspektyvą ir problemų sprendimo įgūdžius, kurie turėtų būti ugdomi pradedant pradinėse klasėse ir tęsiami per visą ugdymo mokykloje laikotarpį. Svarbu atpažinti ir išryškinti informatinio mąstymo elementus mokant bet kurių temų ar net dalykų.

Informatikos konkurso „Bebras“ užduotys informatiniam mąstymui ugdyti

Informatikos konkursas „Bebras“, rengiamas nuo 2004 metų. Mokiniai sprendžia fundamentalius informatikos konceptus išreiškiančias užduotis. Pastaraisiais metais informatikos konkurso „Bebras“ užduotys vis labiau siejamos su informatinio mąstymo komponentais. Kiekviena dalyvaujanti šalis pateikia po dešimt užduočių, jos recenzuojamos, kiekviena šalis išsako pastabų, susirinkus aptariama, tobulinama ir balsuojama. Atrinktos užduotys įvertinamos, reitinguojamos ir sugrupuojamos, (pateikiami komentarai apie jų sudėtingumą, kategorijas, sprendimų sunkumus) ir kiekviena šalis dalyvė atsirenka jai labiausiai patinkančias užduotis, sudaro komplektą, išverčia ir galutinai parengia konkursui.

Konkurso dalyviai skirstomi pagal amžių į keletą grupių: mažyliai (3, 4 kl.), benjaminai (5, 6 kl.), kadetai (7, 8 kl.), juniorai (9, 10 kl.), senjorai (11, 12 kl.). Pradinukų grupė atsirado prieš keletą metų, Lietuvoje tik nuo 2012 metų. Sukaupus daug duomenų, galima atlikti mokinių sprendimų analizę, gilintis, kaip dalyviai perpranta informatikos konceptus.

Kiekviena „Bebro“ konkurso užduotis turi būti savita, patraukli, trumpa formuluotė iliustruota informatyviu paveikslėliu ar schema, vidutiniškai išsprendžiama per tris minutes. Svarbiausia – užduočiai išspręsti neturi reikėti jokių informatikos žinių, be to, kiekviena užduotis turėtų formuoti informatinio mąstymo įgūdžius. Suprantama, tai reikėtų patikrinti remiantis mokslinio tyrimo metodais ir įrodyti. Šitokius ilgalaikio stebėjimo tyrimus numatoma ateityje atlikti su keliomis šalimis.

Visos užduotys išreiškia vienus ar kitus informatikos konceptus. 2006 metais parengta užduočių klasifikacija, nors ir sensitelėjusi, bet vis dar naudojama konkurso užduotims skirstyti (Dagienė, 2006):

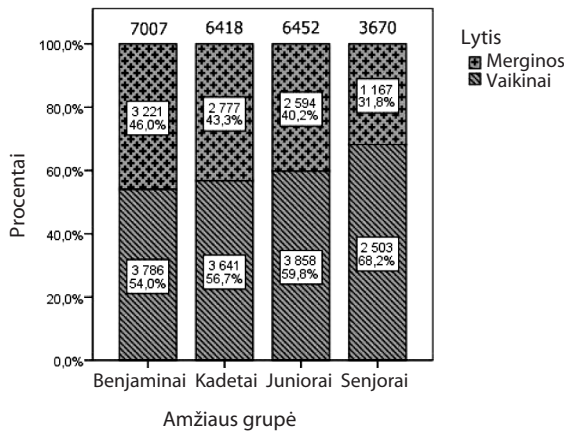
- Informacijos samprata (INF): informacijos pateikimas, kodavimas, šifravimas;
- Algoritmintis mąstymas (ALG): algoritmų sudarymas, vykdymas, programavimo elementai;
- Kompiuterinių sistemų taikymai (USE): bendrieji principai, susiję su programinės įrangos, programų praktiniu naudojimu;
- Struktūros, šablonai, automatai (STRUCT): kombinatorika, diskrečios struktūros – grafai ir kt.;
- Bendrieji loginiai sprendimai (PUZ): loginiai galvosūkių, kombinatorikos žaidimai, dėlionės;
- IKT ir visuomenė (SOC): socialiniai, etiniai, kultūriniai IKT taikymo aspektai, teisiniai klausimai.

Daugiausiai užduočių pateikiama iš algoritmavimo kategorijos, susijusių su duomenų pavaizdavimu, apdorojimu, valdymo struktūromis, algoritminiais procesais (Dagienė, Futschek, 2008).

Siekiant paskatinti kiekvieno mokinio informatinio mąstymo procesą, reikalingos įvairios priemonės. „Bebro“ konkurse pateiktų užduočių sprendimas galėtų būti viena iš veiksmingiausių priemonių. Kol kas labai nedaug tyrimų siejama su lyčių skirtumais sprendžiant problemines užduotis, netgi manoma, kad tai susiję su informatinio mąstymo srities tyrimų stoka.

Tyrimo metodologija

Pagrindinis duomenų analizės tikslas rasti ir išanalizuoti skirtumus arba panašumus tarp merginių ir vaikinių užduočių spren-



1 pav. Dalyvių skaičius pagal amžiaus grupę ir lytį

dimų. Tyrimas atliktas su 2013 metų konkurso Lietuvos duomenimis.

2013 metais „Bebro“ konkurse, įskaitant mažylių grupę (3–4 kl. mokiniai), dalyvavo 25 909 mokiniai. Tyrimui panaudoti 23 547 mokinių iš 5–12 klasių užduočių sprendimo duomenys (1 pav.). Imtis didelė, todėl galėtų būti laikoma reprezentatyvia, atspindinčia visos Lietuvos situaciją, juo labiau kad konkurse dalyvavo mokiniai iš įvairių, daugiau kaip 500 Lietuvos mokyklų.

Užduočių sprendimas vertinamas taškais. Pirmojo etapo uždavinių rinkinį sudaro 21 užduotis iš įvairių informatikos sričių (išimtis: pradinukų rinkinys yra mažesnis – jį sudaro 18 užduočių). Už teisingai išspręstą užduotį, atsižvelgiant į sudėtingumą, skiriami 3, 4 arba 5 taškai. Už neteisingai išspręstą (atsakymo spėjimą) uždavinį atimamas ketvirtis pradinio užduoties įverčio taškų. Vertinimo sistema nuo 2014 metų pasikeitė: užduotys vertinamos 6, 9 ir 12 taškų, o už neteisingai išspręstą atimamas trečdalis užduoties skirtų pradinio taškų.

Duomenų analizė atlikta naudojantis IBM SPSS *Statistics* v20 paketu. Išanalizavus bendrąją statistiką paaiškėjo, kad ir merginų, ir vaikinių taškai išsidėstę pagal normalųjį skirstinį. Vaikinių surinktų taškų vidurkis siekia 41,3; merginų – 39,8. Atlikus *Studento t* testą paaiškėjo, kad vaikinių ir merginų surinktų taškų vidurkių skirtumas yra statistiškai reikšmingas ($p < 0,001$).

2013 metų konkurse buvo pateiktos 55 skirtingos užduotys, kai kurios iš jų pateiktos kelioms amžiaus grupėms. Išanalizuoti 84 užduočių sprendimai (4 amžiaus grupės po 21 užduotį). Norint ištirti ir įvertinti mokinių polinkį spėti teisingą atsakymą (variantą), buvo apskaičiuota procentinė mokinių, kurie atsakymą pateikia greičiau nei per 10 sekundžių, dalis kiekvienoje amžiaus grupėje. Išvestas vidurkis parodė, kad, neatsižvelgiant į amžiaus grupę, vaikinai spėlioja 1,9 proc. dažniau nei merginos. Kiek didesnė vaikinių dalis (2,9 proc.) buvo juniorų amžiaus grupėje. Atsakymai, kurie laikyti spėliojimais, tolesnėje duomenų analizėje nenaudojami.

Duomenys apie uždaviniui spęsti sugaištą laiką vaizduojami sukauptųjų dažnių procentine diagrama, kuri leidžia vizualiai įvertinti bei palyginti vaikinų ir merginų sprendimo spartą. Remiantis šia diagrama nustatyta, kad pirmosios 10 sekundžių ir yra būtent tas laiko tarpas, kai mokinys bando atspėti atsakymą, o ne gilintis į uždavinio problemą.

Tiriant atsakymų homogeniškumą pagal lytį buvo sudarytos porinių dažnių lentelės. Lyties ir sprendimo teisingumo statistinis reikšmingumas buvo nustatytas

taikant *ksi-kvadrat* kriterijų. 34 užduočių sprendimo duomenys neparodė jokių reikšmingų skirtumų tarp merginų ir vaikinų sprendimų. Tos užduotys šiame straipsnyje nenagrinėjamos.

Merginų ir vaikinų skirtumai sprendžiant informatikos užduotis

Toliau aptariama 21 užduotis, kurių merginų ir vaikinų sprendimai turėjo reikšmingų skirtumų. Šios užduotys ir jų trumpos charakteristikos pateikiamos 1 lentelėje.

1 lentelė. Užduočių, kurių merginų ir vaikinų sprendimai reikšmingai skyrėsi, trumpas apibūdinimas

Nr.	Pavadinimas	Amžiaus grupė	Kas sprendė geriau?	Užduoties charakteristika: kategorija, reikšminiai žodžiai, informatikos konceptai
1.	Trys trigeriai	B K	Vaikinai / vaikinai	INF, reikšmingos informacijos išskyrimas, algoritmavimas
2.	Bebrai kino teatre	B, J	Merginos / merginos	ALG, grafinės informacijos (paveikslėlių) apdorojimas, objektų lyginimas, algoritmavimas
3.	Karoliai	K	Vaikinai	ALG, grafas, trumpiausio kelio paieška
4.	Irklavimas	K J	Vaikinai / vaikinai	INF, dvejetainė skaičiavimo sistema
5.	Labirintas beržo tošyje	K J S	Vaikinai / vaikinai / vaikinai	STRUCT, erdvinis mąstymas, dvejetainis medis, struktūra ir sudėtingumo mažinimas apibrėžiant pagrindinę idėją
6.	Sunkvežimių pakrovimas	K	Vaikinai	ALG, optimalaus sprendimo radimas. Interaktyvus
7.	Šokių komandos	K	Merginos	INF, informacijos analizė, algoritminiai veiksmai
8.	Rikiavimas pagal svorį	J	Vaikinai	ALG, rūšiavimo algoritmas, lyginimas poromis, interaktyvus
9.	Upės tikrinimas	J S	Vaikinai / vaikinai	ALG, STRUC, orientuotas grafas, uždavinio skaidymas į mažesnius komponentus
10.	Ornamentai	J	Merginos	ALG, grafinės informacijos (paveikslėlių) apdorojimas, veiksmų sekos analizė
11.	Dūmų signalas	J	Merginos	ALG, jungus grafas, paieškos į plotį algoritmas, trumpiausio kelio problema, sudėtingumo mažinimas apibrėžiant pagrindinę idėją
12.	Domino kaladėlės	J	Merginos	STURC, PUZ, grafas, Oilerio maršrutas. Interaktyvus

13.	Stebuklingas įrenginys	S	Vaikinai	ALG, grafas, Petri tinklas, algoritmavimas, simuliacija
14.	Sukti kairėn negalima!	S	Vaikinai	ALG, grafas, trumpiausio kelio problema
15.	Aplankyk draugus	S	Vaikinai	ALG, STRUC, dvejetainis medis, skaičiavimas, baigtinis ciklas, skaidymas į mažesnius komponentus ir skaidinių jungimas
16.	Viešbučio raktas	S	Vaikinai	STRUC, skaičiavimas, kombinatorika
17.	Statom tiltus	S	Vaikinai	ALG, STRUC, jungus grafas, minimalaus dengiančio medžio radimas. Simuliacijos naudojimas. Interaktyvus
18.	Bebras grįžta namo	S	Vaikinai	ALG, jungus grafas, trumpiausio/ilgiausio kelio paieška
29.	Obuoliai krepšyje	S	Vaikinai	ALG, didžiausio elemento paieška lyginant poromis
20.	Iš taško A į tašką C	S	Vaikinai	ALG, veiksmų sekos planavimas
21.	Lobio paieška	S	Merginos	ALG, dvejetainė paieška „Skaldyk ir valdyk“

Toliau šios užduotys suskirstytos į 4 grupes:

1 grupė. Merginų rezultatai geresni nei vaikinių: skirtumas didesnis nei 5 procentai (2, 7, 13, 22 užduotys).

2 grupė. Vaikinų rezultatai kur kas geresni nei merginų: skirtumas didesnis nei 10 procentų (5, 9, 21 užduotys).

3 grupė. Merginos šiek tiek geresni rezultatai nei vaikinių: skirtumas tarp 0 ir 5 procentų (10, 11, 12 užduotys).

4 grupė. Vaikinų rezultatai šiek tiek geresni nei merginų: skirtumas tarp 5 ir

10 procentų (1, 3, 4, 6, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 užduotys).

Išanalizavus kiekvienos amžiaus grupės užduotis nustatyta, kad užduočių, kurių merginų ir vaikinių sprendimo skirtumai yra statistiškai reikšmingi, skaičius didėja pagal mokinių amžių (2 lentelė).

Išsamiau panagrinėsime keletą įdomių sprendimų rezultatus atskleidusių užduočių ir pateiksime įžvalgas.

Viena iš užduočių „Labirintas beržo tošyje“ (aprašas pateiktas 2 pav.) buvo duota spręsti visoms amžiaus grupėms nuo 5 iki 12 klasės.

2 lentelė. Užduočių skaičius pagal skirtumus amžiaus grupėse

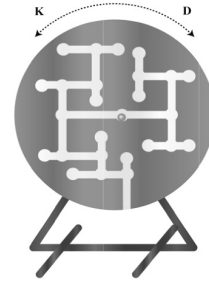
Amžiaus grupė	Užduočių, kurių skirtumas yra statistiškai reikšmingas, skaičius	Užduočių, kurių skirtumas yra statistiškai nereikšmingas, skaičius
Benjaminai	2	6
Kadetai	7	2
Juniorai	8	4
Senjorai	11	4

LABIRINTAS BERŽO TOŠYJE

Bebrai atrado medžio tošį, kurioje kirminai išgraužė tunelių ir duobučių sistemą. Nagingas tėtis iš jos padarė žaislą: jis apdrožė tošį, kad ji būtų apskrita, o į jos vidurį įdėjo stiklo rutuliuką, kaip parodyta paveiksle.

Žaidimo tikslas – išridenti rutuliuką iš tošies, sukant ją į kairę (K) ir į dešinę (D). Kaskart pasukant stiklo rutuliukas įkrenta vis į kitą duobutę, o pabaigoje išrieda iš tošies.

Kuria iš pateiktų sekų sukiojant tošį pavyks rutuliuką išridenti lauk?



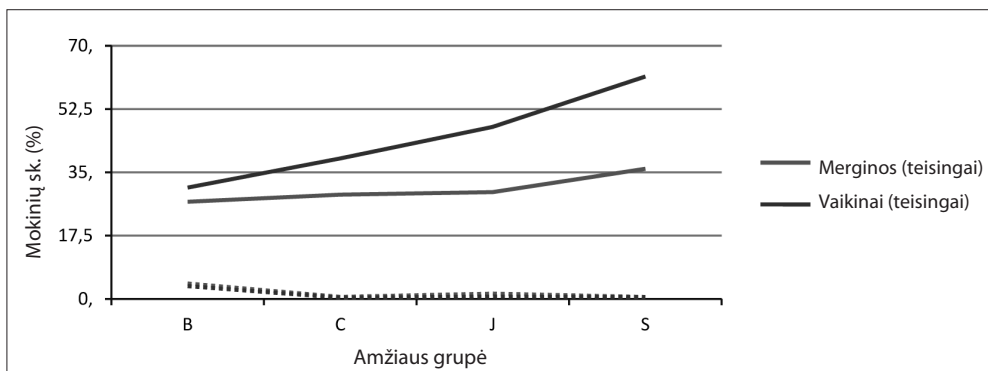
a) K D D K D b) D K D K K c) K D D K D K d) K D D D D K

2 pav. Užduotis „Labirintas beržo tošyje“

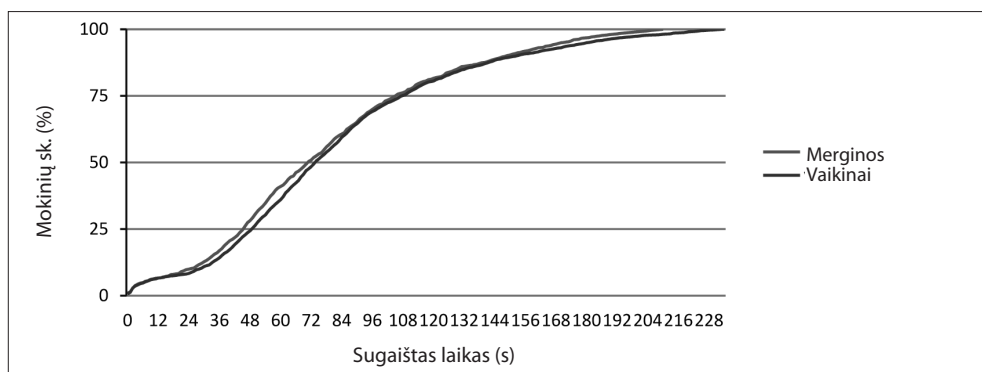
Natūralu, kad sprendimo rezultatai gerėja didėjant mokinių amžiaus grupei (3 pav.). Mažiausias skirtumas tarp merginų ir vaikinų yra benjaminų grupėje (4 proc.), didžiausias – tarp senjorų (25,5 proc.). Atskleistas įdomus reiškinys, kad benjaminų grupės vaikinai beveik taip pat gerai išsprendė šią užduotį kaip senjorų amžiaus grupės merginos. Reikėtų kelti hipotezę, kad berniukų informatinio mąstymo gebėjimas vystosi sparčiau, ir stebėti tolesnius rezultatus.

Šioje užduotyje slypi dvejetainio medžio konceptas. „Bebro“ konkurse ne-

reikalaujama turėti išankstinių žinių, užduotis gali būti išspręsta įvairiais būdais: įsivaizduojant ir mintyse sukiojant tošį, įsidėmint kaires ir dešines puses ir kaip jos keičiasi, buvo galima susieti su dvejetainiu medžiu (schema) ir taip ieškoti išėjimo iš labirinto. Medžio tošies sukiojimą mintyse turėtume prilyginti erdvinio mąstymo gebėjimams. Atsižvelgus į tai, kad vidurinėje mokykloje mokiniai nėra supažindinami su tokiomis duomenų struktūromis kaip dvejetainis medis, galima daryti išvadą apie vaikinų ir merginų erdvinio mąstymo skirtumus. Yra atlikta kitų mokslininkų



3 pav. Užduoties „Labirintas beržo tošyje“ sprendimų grafikai



4 pav. Laikas, praleistas sprendžiant užduotį „Labirintas beržo tošyje“ (senjorų amžiaus grupė)

tyrimų, kurie teigia, kad iš visų su lytimi siejamų kognityvių gebėjimų didžiausių skirtumų nustatoma erdviųjų gebėjimų srityje (Kaufman, 2007).

Šiai užduočiai sugaišto laiko analizė parodė, kad vaikinų ir merginų sprendimo rezultatų skirtumų nėra. Pateiktų atsakymų pasiskirstymas laiko atžvilgiu pavaizduotas procentine sukaupųjų dažnių diagrama (4 pav.). Iš diagramos matome, kad dauguma (apie 75 proc.) atsakymų pateikta 30–130 sekundžių laiko intervale, o vaikinų ir merginų kreivės senjorų amžiaus grupėje beveik nesiskiria. Primename, kad šios amžiaus grupės vaikinų ir merginų tei-

singo sprendimo skirtumai buvo didžiausi. Vadinasi, merginų mąstymo greitis nė kiek nenusileidžia vaikinams, tačiau spęsdamos užduotis merginos klysta kur kas dažniau.

Kitas įdomus uždavinys, pasiūlytas Švedijos mokslininkų, – „Šokių komandos“ (5 pav.). Kadetų amžiaus grupėje merginos 9,8 proc. atsakė geriau nei berniukai. Šioje užduotyje dėmesio skiriama komandoms (instrukcijoms) suprasti ir jas atlikti. Mokinys turi gebėti identifikuoti komandą, kuri vienareikšmiškai atitiktų tam tikrą šokio judesį. Šis gebėjimas artimas vienam iš informatinio mąstymo apibrėžimo punktų – žingsnių sekų planavimas (algoritma-

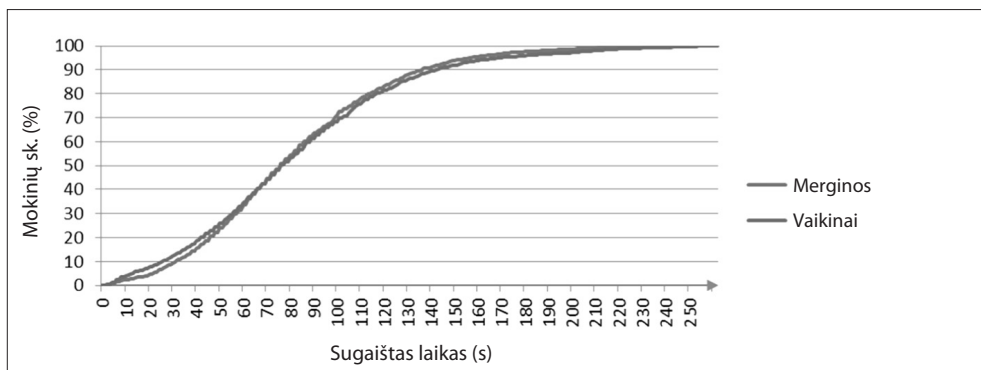
ŠOKIŲ KOMANDOS

Šokių mokytojas nusprendė užrašinėti judesius šokių programavimo kalbos komandomis. Judesiai aprašomi lentoje, tada šokėjai juos atlieka. Jokių žodinių paaiškinimų negali būti, t. y. šokių pamokose nesikalbama.

Kuri iš šių judesių komandų gali būti sunkiausiai suprantama?

- Ženkite 3 žingsnius į priekį, pradėkite dešine koja.
- Pasisukite 270 laipsnių.
- Pasisukite 90 laipsnių dešinėn.
- Pasisukite 90 laipsnių kairėn.

5 pav. Užduotis „Šokių komandos“

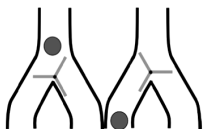
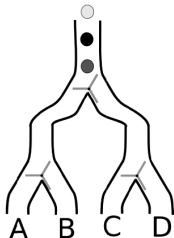


6 pav. Laikas, praleistas sprendžiant užduotį „Šokių komandos“ (kadetų amžiaus grupė)

vimas). Mokėti tiksliai apibrėžti komandą yra šio planavimo dalis. Uždavinys taikliai iliustruoja informatinio mąstymo naudą – pritaikomumą. Akivaizdu, kad programuoti galima ne tik kompiuterį, bet ir žmogaus veiksmus (šokį), kurių tikslumas priklauso nuo to, ar elementarios komandos (šokio žingsneliai) nėra dviprasmiški.

Kodėl merginos šį uždavinį sprendė geriau? Viena vertus, yra pateikiama nemažai įrodymų, kad merginos probleminėmis situacijomis labiau kreipia dėmesį į detales

ir dėl to jos galėjo teisingiau nustatyti, kuri šokių komanda yra netinkama. Kita vertus, galbūt uždavinio kontekstas, šokiai, merginoms atrodė kur kas patrauklesnis nei vaikinams. Ištirta vaikinių ir merginų sprendimo laikas. Kaip matome iš 6 pav. diagramos, vaikinių ir merginų sugaištas laikas yra beveik identiškas pasiskirstęs (6 pav.). Taigi prielaidą, kad vaikinams uždavinys buvo mažiau įdomus, galime atmesti. Darome išvadą, kad merginos geriau nei vaikinai sprendžia uždavinius, ku-

TRYS TRIGERIAI	
<p>Trigeris yra įrenginys, kuris gali būti vienos iš dviejų būsenų. Kiekvieną kartą, gavus signalą, trigerio būsena pasikeičia. Sumanus bebras turi trigerį, kuris veikia taip:</p>  <p>Kamuolys krenta iš viršaus ir nuslysta į kairę arba į dešinę. Krisdamas jis pasuka trigerį taip, kad po jo krentantis kamuolys nuslystų priešinga kryptimi.</p> <p>Iš kurio vamzdelio iškris paskutinis (geltonas) kamuolys?</p> <p>a) A b) B c) C d) D</p>	<p>Bebras sukonstravo įrenginį iš trijų trigerių:</p> 

7 pav. Užduotis „Trys trigeriai“

rie grįsti instrukcijomis, komandomis, kai reikia aiškaus procedūrinio mąstymo.

Panagrinėsime dar vieną užduotį „Trys trigeriai“, kurią sprendė benjaminų ir kadetų amžiaus grupių mokiniai (7 pav.).

Užduoties tematika atrodo neutrali. Vaikinams ją sekėsi išspręsti geriau (8,3 proc. geriau nei merginoms). Vėlgi, jei įsigilintume, pamatytume, kad šiai užduočiai atlikti reikalingas erdvinis mąstymas. Užduotis yra susijusi su informacijos samprata, kai trigeris (įtaisas, galintis nuolat būti vienos iš 2 stabilų pusiausvyros būsenų ir peršokantis iš vienos būsenos į kitą, tik paveikus išoriniam signalui) gali būti naudojamas informacijos būsenoms saugoti. Vaikinai sprendė sparčiau už merginas, ypač išsiskyrė septintokai, kurie vidutiniškai šį uždavinį išsprendė per 61 sekundę. Vėlgi pastaba: šios užduoties sprendimo rezultatai akivaizdžiai priklauso nuo mokinių amžiaus, tai pastebima tiek tarp merginų, tiek vaikinų.

Išvados

Informatikos varžybos „Bebras“ skirtos įvairaus amžiaus mokiniams, pirma, norint juos sudominti informatika, programavimu, antra, daryti įtaką jų informatiniam mąstymui pateikiant spręsti užduotis, kuriose slypi įvairūs fundamentalūs informatikos konceptai.

Atlikta mokinių sprendimų duomenų analizė parodė, kad ir vaikinai, ir merginos geba sėkmingai spręsti informatikos užduotis. Užduočių sudėtingumas kiekvienai amžiaus grupei buvo parinktas ko-

rektiškai (rezultatų įverčiai pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį).

Išanalizavus kiekvienos amžiaus grupės užduotis nustatyta, kad skaičius užduočių, kurias merginos ir vaikinai sprendžia skirtingai, didėja pagal amžių. Kuo vyresnis mokinių amžius, tuo vaikinų sprendimo rezultatai geresni nei merginų ir tai nepriklauso nuo užduotyje perteikiamų informatikos konceptų.

Sprendimo duomenų analizė neatskleidė tokio atvejo (užduoties), kad vienoje amžiaus grupėje dominuotų merginos, o kitoje – vaikinai, nes jei sprendimo skirtumai yra vienoje amžiaus grupėje, tai tie patys sprendimo skirtumai (arba didesni) yra ir kitoje amžiaus grupėje.

Atskleisti esminiai merginų ir vaikinų erdvinio mąstymo skirtumai. Į tai reikėtų atkreipti mokytojų ir edukologų dėmesį skiriant daugiau veiklos ir užduočių merginų erdvinei mąstysenai ugdyti.

Konkurso „Bebro“ užduotys gali būti naudojamos informatiniam mąstymui ugdyti, nes daugiausia atitinka informatinio mąstymo kategorijas remiantis operaciniu ir kitais apibrėžimais. Vis dėlto negalime patvirtinti skirtumų, kurie yra susiję su informatiniu mąstymu, nes uždavinio tematika gali turėti lemiamą įtaką uždaviniui spręsti.

Būtinai ilgalaikis tyrimas, siekiant nustatyti, ar stereotipiniai nusistatymai tikrai daro įtaką merginų ir vaikinų rezultatams atliekant informatikos, informacinių technologijų užduotis. Tokiam tyrimui turėtų būti naudojamos atrinktos neutralaus konteksto užduotys, susietos su tam tikrais informatinio mąstymo konceptais.

LITERATŪRA

- Antinienė, D.; Lekavičienė, R. (2009). Kognityviniai gebėjimai ir jiems įtakos turintys edukaciniai bei sociodemografiniai veiksniai. *Pedagogika*, Nr. 96, p. 55–62.
- Barr, V.; Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *Inroads*, Vol. 2(1).
- CSTA [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015 m. gegužės 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://csta.acm.org/>.
- Dagienė, V. (2006). Information technology contests – introduction to computer science in an attractive way. *Informatics in Education*, Vol. 5(1), p. 37–46.
- Dagienė, V. (2010). Pagrindinių informatikos konceptų ugdymas pasitelkiant varžybas. *Pedagogika*, Nr. 98, p. 91–99.
- Dagienė, V.; Futschek, G. (2008). Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks. R. T. Mittermeir, M. Syslo (eds.), *Informatics Education – Supporting Computational Thinking. Lect. Notes in Computer Science*, Vol. 5090, Springer, p. 19–30.
- Fredericks, J. A.; Eccles, J. A. (2002). Children's competence and value beliefs from childhood through adolescence: growth trajectories in two make-sex-typed domains. *Developmental Psychology*, Vol. 38(4), p. 519–533.
- Fryer, R. G.; Levitt, S. D. (2010). An empirical analysis of the gender gap in mathematics. *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol. 2/2, p. 210–240.
- Good, J. J.; Woodzicka, J. A.; Wingfield, L. C. (2010). The effects of gender stereotypic and counter-stereotypic textbook images on science performance. *Journal of Social Psychology*. Vol. 2(150), p. 132–147.
- Halpern, D. F.; Lamay, M. L. (2000). The Smarter Sex: A Critical Review of Sex Differences in Intelligence. *Educational Psychology Review*, Vol. 12(2), p. 229–246.
- Herbert, J.; Stipek, D. T. (2005). The emergence of gender differences in children's perceptions of their academic competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, Vol. 26(3), p. 276–295.
- ISTE [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015 m. gegužės 1 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.iste.org/>.
- Johnson, W.; Bouchard, J. (2007). Sex differences in mental ability: a proposed means to link them to brain structure and function. *Intelligence*, Vol. 35 (3), p. 197–209.
- Johnson, L.; Adams-becker, S.; Estrada, V.; Freeman, A.; Kampylis, P.; Vuorikari, R.; Punie, Y. (2014). The NMC Horizon Report Europe: 2014 Schools Edition, Complex Thinking and Communication, p. 32–34, doi:10.2791/83258
- Kaufman, S. B. (2007). Sex differences in mental rotation and spatial visualization ability. *Intelligence*, Vol. 35 (3), p. 211–223.
- Lee, J. D. (2002). More than ability: Gender and personal relationships influence science and technology involvement. *Sociology of Education*, Vol. 74(5), p. 349–373.
- Markert, L. R. (1996). Gender related to success in science and technology. *The Journal of Technology Studies*, Vol. 22(2), p. 21–29.
- OECD (2015). The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence, PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264229945-en>.
- Shapiro, J.; Williams, A. (2011). The role of stereotype threats in undermining girls and women's performance and interest in stem fields. *Sex Roles*, Vol. 66(3–4), p. 175–183.
- Su, R.; Rounds, J.; Armstrong, P. (2009). Men and things, women and people: A meta-analysis of sex differences in interests. *Psychological Bulletin*, Vol. 135(6), p. 859–884.
- Wang, M. T. (2012). Educational and career interests in math: A longitudinal examination of the links between perceived classroom environment, motivational beliefs, and interests. *Developmental psychology*, Vol. 48, p. 1643–1657.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, Vol. 49(3), p. 33–35.
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why? [interaktyvus]. [Žiūrėta 2015 m. gegužės 1 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

TASKS FOR DEVELOPING COMPUTATIONAL THINKING: AN ANALYSIS OF GIRLS' AND BOYS' PROBLEM SOLVING RESULTS

Valentina Dagienė, Eimantas Pėlikis, Gabrielė Stupurienė

S u m m a r y

The main purpose of this paper is to represent the notion of the computational thinking for Lithuanian audience. Problem solving and computational thinking are important abilities that pupils should obtain in their daily activities by using different means and techniques. Very little research specifically exploring gender differences in young children's problem solving and programming abilities exists, most likely because computational thinking is still a very little investigated domain. The paper discusses the issue of pupils' cognitive abilities on computational thinking and problem-solving in an annually organized contest *Bebras* on informatics (computer science) and computer fluency. Running the contest for more than ten years, we have noticed that the pupils (and their teachers) consider the contest experience very engaging and exciting as well as a learning experience on computational

thinking and problem solving. A *Bebras* contest is a tool to involve pupils of all grades (the *Bebras* contest is developed to be run in five age groups from primary to upper secondary school) as the task-solving activity. The crucial point of the contest is questions (tasks): they focus on the informatics concepts, they are short, attractive, answerable in a few minutes, half of them have the multiple-choice answers and another half have interactive components (solving by dragging, clicking, sorting, etc.). The study focuses on the results of nearly 24 000 students aged 11–18. In the paper, the main focus is on how girls and boys have performed the tasks within different age groups and whether there are any differences or similarities.

Key words: informatics education, gamification, computational thinking, the *Bebras* contest, information technology.

Įteikta 2015 09 03

Priimta 2015 09 30