

## SKIRTINGO AMŽIAUS IR LYTIES ŽMONIŲ DVIŽENKLIŲ SKAIČIŲ AUTOMATINIS APDOROJIMAS

### Aida Grabauskaitė

Socialinių mokslų bakalaure  
Lietuvos edukologijos universitetas  
Psichologijos didaktikos katedra  
Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius  
Tel. (8 5) 273 0895  
El. paštas: aidaadia@gmail.com

### Aušra Daugirdienė

Biomedicinos mokslų daktarė docentė  
Psichologijos didaktikos katedra  
Lietuvos edukologijos universitetas  
Psichologijos didaktikos katedra  
Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius,  
Tel. (8 5) 273 0895  
El. paštas: ausra.daugirdiene@gmail.com

*Vis daugėja straipsnių dviženklų skaičių apdorojimo tema. Tyrimai atskleidžia, kad įtakos dviženklų skaičių apdorojimo būdai turi tyrimo dalyvių amžius ir lytis. Šio tyrimo tikslas – išanalizuoti skirtingo amžiaus ir lyties žmonių dviženklų skaičių automatinį apdorojimą. II klasės mokiniai (amžius  $M = 8$  m. 5 mėn.), IV klasės mokiniai ( $M = 10$  m. 5 mėn.) ir suaugusieji ( $M = 27$  m. 2 mėn.) atliko dvi eksperimentines užduotis, kuriose turėjo palyginti stimulų pinigų ženklų arba skaitinę vertę (pvz., kas daugiau – 78 ct ar 21 Lt). Išvados gautos apskaičiavus reakcijos laiką ir klaidų skaičių. Nustatyta, kad dviženklų skaičių apdorojimo automatiškumas būdingas visoms trimis tyrimo dalyvių grupėms. II klasės mokiniams būdingas visuminis dviženklų skaičių apdorojimo būdas, IV klasės mokiniams ir suaugusiesiems – išskaidytas lygiagretusis.*

**Pagrindiniai žodžiai:** dviženkliai skaičiai ir jų automatinis apdorojimas.

Žmogus savo aplinkoje kasdien susiduria su dviženkliais skaičiais (toliau – DS), pavyzdžiui, žiūrėdamas į laikrodį, termometrą, prekių kainas. DS apdorojimas yra esmingai svarbus ankstyvajam matematikos išmokimui (Chan, Au, & Tang, 2011). Tyrimais nustatytas vaikų individualių skirtumų ir simboliškai užrašytų skaičių apdorojimo atliekant aritmetinius uždavinius ryšys (Bugden, Price, McLean, & Ansari, 2012).

Tyrėjai nesutaria, ar žmogus DS suvokia kaip visumą, ar to paties skaičiaus dešimčių ir vienetų skaitmenys apdorojami atskirai (Nuerk, Weger, & Willmes, 2004; Fitousi & Algom, 2006; Macizo & Herrera, 2011). Ligi šiol nėra išnagrinėti DS apdorojimo ypatumai atsižvelgiant kartu ir į tyrimo da-

lyvio amžių, ir į lytį. Šie du veiksniai tikrinti tik atskirai ir kiekvienas iš jų parodė turintis įtakos DS apdorojimui (pagal amžių, pvz., Nuerk, Kaufmann, Zoppoth, & Willmes, 2004; pagal lytį Pletzer, Kronbichler, Nuerk, & Kerschbaum, 2013). Todėl šiame tyrime ieškoma atsakymo į klausimą, kaip kinta dviženklų skaičių automatinis apdorojimas skirtingo amžiaus ir skirtingos lyties grupėse?

Tyrimo tikslas – išanalizuoti skirtingo amžiaus ir skirtingos lyties žmonių dviženklų skaičių automatinį apdorojimą.

Būtent automatinis DS apdorojimas nagrinėtinas todėl, kad siekiama atsiriboti nuo šalutinių kintamųjų įtakos. Remiamasi Ganor-Stern ir Tzelgov (2011) tvirtinimu,

kad jei tyrimo dalyvis kognityvią veiklą atlieka automatiškai, tai mažėja užduoties strategijų įtaka atlikčiais. Ši teiginį grindžia automatiškumo apibrėžtis – tai profesionalios atlikties ženklas (Naparstek & Henik, 2010), pasižymintis autonomiškumu (Logan, 1988).

Automatinis apdorojimas yra ilgalaikėje atmintyje saugomos išmoktės elementų sekos aktyvinimas, kurį inicijuoja atitinkama įvestis. Tada procesas vyksta automatiškai – be atliekančiojo sąmoningos kontrolės, apeidamas sistemos riboto pajėgumo trukdį, nereikalaudamas sutelkti dėmesį (Schneider & Shiffrin, 1977).

Tyrėjai aptinka, kad skaitinė vertė automatiškai apdorojama net tada, kai to nereikalauja užduoties sąlyga (Kallai & Tzelgov, 2012). Rouselle ir Noël (2008) teigia: suaugusieji ryšys tarp arabiško skaitinio simbolio ir jo reikšmės toks natūralus, kad suaugusieji automatiškai apdoroja skaitinę reikšmę. Apžvelgdami kitų mokslininkų tyrimų rezultatus šie autoriai kelia prielaidą: panašu, jog skaičiaus apdorojimo automatiškumas pamažu vystosi nuo to laiko, kai vaikas pradeda lankyti mokyklą.

Skaitinės vertės apdorojimo automatiškumui tirti naudojama skaičių Stroopo užduotis. Tipišką skaičių Stroopo užduotį aprašo Rubinsten, Henik, Berger ir Sharah-Shalev (2002). Atliekant skaičių Stroopo užduotį tyrimo dalyvio yra prašoma pasakyti, kuris iš parodytų skaičių yra didesnis. Vienu atveju tyrimo dalyviai turi ignoruoti skaitinę vertę ir pasakyti, kuris skaičius yra parašytas didesniu šriftu (yra „erdviškai didesnis“), kitu atveju jie pagal užduoties instrukcijas turi ignoruoti skaičių šrifto dydį ir atsakyti, kuris iš skaičių yra didesnės skaitinės vertės. Du palyginimui

tokiose užduotyse pateikiami skaičiai gali būti arba sutampantys (pvz., 5 ir 2, čia skaičius 5 yra didesnės ir vertės, ir šrifto), arba nesutampantys (5 ir 2, čia skaičius 5 yra tik didesnės vertės, bet ne šrifto), kartais skirtumams išryškinti naudojami ir neutralūs skaičiai (pvz., 5 ir 5 arba 5 ir 2). Atliekant tokias užduotis pasireiškia dydžio nesutapimo efektas (angl. *size congruency effect*, SiCE). Jis yra automatinio apdorojimo ženklas tai dimensijai (čia ji gali būti arba skaitinės vertės (semantinė dimensija), arba skaičiaus šrifto dydis (nesemantinė dimensija), kuri nereikalinga atlikti užduočiai: dydžiu sutampančių skaičių porų atveju (5 ir 2) reakcijos laikai būna trumpesni negu nesutampančių (5 ir 2). Apskritai Stroopo tipo paradigma rodo, kad pasireiškia automatinis skaitinės vertės aktyvinimas. Tai yra, kai tyrimo dalyviai vertina skaičių šrifto dydį, jiems nepavyksta ignoruoti skaitinių verčių.

Nors pirmiausia tirtas vienženklų skaičių automatiškumas, vėliau daryta prielaida, kad DS dėl jų dažno naudojimo kasdienybėje taip pat gali būti apdorojami automatiškai. Ganor-Stern, Tzelgov ir Ellenbogen (2007), pirmieji išskėlę šią prielaidą, ją patvirtino savo tyrimo duomenimis.

DS apdorojimą nagrinėję tyrėjai išvardija iš viso keturis galimus DS apdorojimo būdus:

- Išskaidytą lygiagretųjį (Pixner, Moeller, Zuber, & Nuerk, 2009; Chan et al., 2011).
- Išskaidytą nuoseklųjį (Chan et al., 2011).
- Visuminį (Moyer & Landauer, 1967).
- Mišrų (Hinrichs, Yurko, & Hu, 1981).

Išskaidytas apdorojimas reiškia, kad žmogus, suvokdamas dviženklų skaičių, pirmiausia jį išskaido į dešimčių ir vienetų skaitmenis. Lygiagretusis apdorojimas

rodo, kad šie du skaitmenys apdorojami tuo pačiu metu. Nuoseklusis – kad pirmiau apdorojamas dešimčių skaitmuo, paskui vienetų. Jei naudojamas visuminis apdorojimo būdas, dviženklis skaičius neskaidomas į atskirus skaitmenis ir apdorojamas kaip visuma. Mišrus apdorojimas tyrimo dalyviams buvo priskiriamas tada, kai jų rezultatai rodydavo dviprasmiškumą. Arba tiems patiems tyrimo dalyviams kartais būdingos visuminio apdorojimo savybės, o kartais išskaidytojo (Hinrichs et al., 1981), arba išskaidytasis ir visuminis apdorojimas veikia kartu (Liu, Wang, Corbly, Zhang, & Joseph, 2006). Vėliau Moeller, Huber, Nuerk ir Willmes (2011) studijos metu teorinį mišraus dviženklių skaičių apdorojimo modelį atmetė kaip nereikalingą, nes, sumodeliavę dviženklių skaičių apdorojimo būdų veikimą kompiuterine programa, aptiko, jog kitų tyrėjų rezultatams aiškinti užtenka išskaidytojo ir visuminio apdorojimo būdų.

Apie dviženklių skaičių apdorojimo būdą sprendžiama iš vienetų ir dešimčių suderintumo efekto (angl. *unit-decade compatibility effect*), kurį aprašė Nuerk, Weger ir Willmes (2001). Autoriai pasitelkė stimulus, kuriuose buvo pateikiama DS pora, kur skirtingos stimulų grupės skyrėsi vienetų ir dešimčių suderintumu. Nesuderintomis buvo vadinamos tokios poros kaip 47\_62 (nes  $4 < 6$ , bet  $7 > 2$ ), suderintomis – kaip 42\_57 (nes ir  $4 < 5$ , ir  $2 < 7$ ). Kadangi skirtingo vienetų ir dešimčių suderintumo skaičių porų buvo skirtingi atsakymų reakcijos laikai (nesuderinti vienetai trukdė greitai atlikti užduotį), autoriai paskelbė, jog vienetai ir dešimtys apdorojami išskaidytai. Sąlyga, pagal kurią vieno skaičiaus dešimčių skaitmuo didesnis už kito, bet vienetų skaitmuo mažesnis už kito (prieštaringa

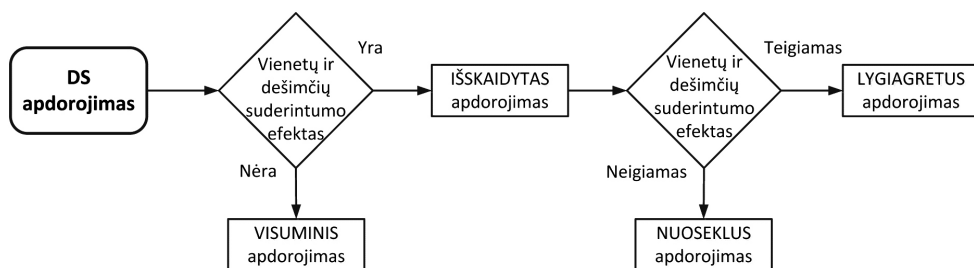
informacija) ilgina reakcijos laiką, per kurį tyrimo dalyvis sprendžia, kaip atsakyti.

Jeigu DS skaitmenys apdorojami nuosekliai, tai pirmiausia aktyvinamas dešimčių skaitmuo. Kadangi dešimčių atstumas vienetais ir dešimtimis nesuderintose skaičių porose yra didesnis negu suderintose, tokie skaičiai bus apdorojami ir palyginami greičiau dėl Moyer ir Landauer (1967) aprašyto atstumo efekto. Atstumo efektas žymi dėsnį, kad daugiau besiskiriantys skaičiai (kaip ir kiti stimulai) palyginami per trumpesnę laiką negu mažiau besiskiriantys.

Stimulų sąrašė, kuris sudarytas taip, kad tarp vienetais ir dešimtimis suderintų ir vienetais ir dešimtimis nesuderintų lyginamų dviženklių skaičių porų bendrai būtų vienodas atstumas tarp skaičių, atstumas tarp dešimčių nesuderintose porose (pvz., 1 su 3 poroje 17\_34) yra neišvengiamai didesnis negu suderintose (pvz., 1 su 2 poroje 13\_26) (Chan et al., 2011). Kuo didesnis vienetų skaitmuo, tuo labiau artėjama gretimos dešimties link ir mažėja galimas atstumas tarp palyginti skirtų dviejų dviženklių skaičių; todėl atstumas didinamas didinant dešimčių skaitmenį to skaičiaus, kurio dėl nesuderintumo sąlygos struktūros vienetų skaičius turi būti didesnis. Pavyzdžiui, atstumas tarp 17 ir 24 nesiekia dešimties ( $24 - 17 = 7$ ), tačiau pakeitus 24 į 34, atstumas didėja.

1-ame pav. parodyta, kaip, remiantis vienetų ir dešimčių suderintumo efektu, nustatomas dviženklių skaičių apdorojimo būdas.

Visuminio apdorojimo modelis reiškia, kad dviženklis skaičius nėra skaidomas į atskirus skaitmenis, todėl atsakymo reakcijos laikas nepriklauso nuo to, ar jie suderinti, ar ne – priešingai negu abiem išskaidytojo apdorojimo atvejais. Išskaidytojo dvižen-



1 pav. DS apdorojimo būdų schema

klių skaičių apdorojimo rūšys viena nuo kitos skiriamos pagal nesuderintumo efekto kryptį. Šias skyrimo taisykles aprašo Pixner ir kiti (2009). Neigiamas vienetų ir dešimčių suderintumo efektas rodo, kad vienetais ir dešimtimis suderinti DS palyginami per ilgesnį laiką ir darant daugiau klaidų, negu lyginant vienetais ir dešimtimis nesuderintus. Teigiamas – kad yra atvirkščiai.

Dviženklų skaičių apdorojimo raidą jau nagrinėjo keletas autorių. Pirmame iš šių tyrimų (Nuerk, Kaufmann et al., 2004) dalyviai (keturios skirtingo amžiaus vaikų grupės, kurių amžiaus vidurkiai: 7 m. 6 mėn., 8 m. 8 mėn., 9 m. 5 mėn., 11 m. 11 mėn.) turėjo pasakyti, kuris iš dviejų su nauju stimulu pasirodžiusių skaičių yra didesnis. Tyrimo išvados pabrėžia du dalykus. Pirma, sprendžiant iš apibendrinto tyrimo dalyvių duomenims skaičiuoto klaidų skaičiaus, DS apdorojimui per žmogaus raidą būdingas perėjimas nuo išskaidyto nuosekliojo prie išskaidyto lygiagrečiojo (t. y. būdingas perėjimas suaugusiesiems būdingo apdorojimo kryptimi). Antra, Nuerk, Kaufmann ir bendraautoriai (2004) aptiko, kad tie patys tyrimo dalyviai vienas DS poras apdoroja nuosekliai, kitas – lygiagrečiai. Tai galėtų reikšti, kad tas pats tyrimo dalyvis tuo pačiu amžiaus tarpsniu yra pajėgus rinktis tiek vienokią, tiek kitokią strategiją.

Mussolin ir Noël (2008 a) pirmieji publikavo vienaženklų ir dviženklų skaičių automatiškumo žmogaus raidoje tyrimą. Tyrimo dalyviai turėjo palyginti du skaičius atlikdami iš viso tris skirtingas užduotis: neutralią nesemantinės dimensijos; neutralią semantinės dimensijos Stroopo. Pastarojoje užduotyje skaičiai ekrane iš pradžių būdavo pateikiami vienodo dydžio šriftu, paskui tie dydžiai pasikeisdavo taip, kad vienas skaičius tapdavo erdviškai didesnis už kitą (šriftas būdavo pakeičiamas į didesnį). Tyrimo rezultatai parodė, kad jau nuo 7 metų (II klasės) vaikai automatiškai apdorojo nedidelius (iki 50) skaičius, o didesnius skaičius vaikai automatiškai apdoroja nuo III klasės (8 m.). Gali būti, kad Nuerk, Kaufmann ir bendraautorių (2004) atrastą to paties vaiko tuo pačiu laiku naudojamą apdorojimo būdų įvairovę taip pat tiktų aiškinti štai taip: jaunesni ir mažiau patirties turintys vaikai ne taip automatiškai (taigi, sunkiau) apdoroja DS ir ne visais atvejais jiems užtektinai lengva taikyti suaugusiesiems būdingą strategiją, ir tuomet panaudojama kita.

Vėliau Mussolin ir Noël (2008 b) tęsė DS automatinio apdorojimo tyrimus, kiek pakeitė tyrimo struktūrą. Šiuose tyrimuose dalyvavo II–IV klasių mokiniai (vidutinis amžius: II klasė – 7,44 m., III – 8,30 m.,

IV – 9,21 m.). Šį kartą vaikams nebuvo palikta laiko apžiūrėti ekrane pasirodžiusius skaičius dar iki šiems pakeičiant fizinių dydį. Autoriai šį kartą taip pat vertino DS apdorojimo automatiškumo laipsniškumą. Tam prieš pateikiant du DS buvo parodomas pirminis stimulus, kurį sudarė arba prasmės neturintys ženklai, arba tie patys skaičiai, kaip ir galutiniame stimule. Tyrimo dalyviai turėjo atlikti iš viso keturias užduotis: prie ankstesniame tų pačių autorių tyrime buvusių užduočių dar pridėta pirminio stimulo sąmoningo fiksavimo užduotis, kuria nustatytas pirminio stimulo pateikimo tinkamumas. Tai reiškia, kad tyrimo dalyviai negali sąmoningai užfiksuoti taip trumpai rodomo stimulo; paklausti jie negali atsakyti, matė skaičius ar bereikšmius simbolius, taigi, sąmoningai jų nefiksavo. Taip pat tyrėjai šiame tyrime tikrino, ar yra vienetų ir dešimčių suderintumo efektas ir jį aptiko pagal tiriamųjų padarytų klaidų kiekį. Tačiau nebuvo aiškinamasi, kuri išskaidytojo apdorojimo rūšis būdinga, kitaip tariant, rastas efektas yra teigiamas ar neigiamas. Svarbiausią vietą aptariant rezultatus Mussolin ir Noël (2008 b) tyrime užima automatiškumas. Aptikta, jog jis vystosi didėjant vaikų amžiui: II klasės mokinių (vidutinis amžius 7,44 m.) DS apdorojimas nėra automatinis, III klasės (8,30 m.) – automatinis tik tuo atveju, jeigu sinchronizacijai prieš galutinį stimulą pirminiame stimule rodomi tie patys skaičiai, IV klasės (9,21 m.) – visada (t. y. abiem tirtais atvejais) automatinis. Autorių teigimu, kuo vaikai vyresni, tuo jie turi daugiau praktikos su DS, ir gerėja atliktis. Chan ir bendraautoriai (2011), tirdami DS apdorojimą žmogaus raidoje, tikrino tiek automatiškumą, tiek vienetų ir dešimčių suderintumo efekto kryptį. Autoriai pabrė-

žė vaikams patogios užduoties pateikimo svarbą. Tam jie:

- Sumažino stimulų skaičių (nuo 192–240, naudotų kituose, anksčiau aptartuose tyrimuose, iki 48).
- Paliko tik vieną užduotį (būtent Stroopo skaičių palyginimo pagal nesemantinę dimensiją).
- Pritaikė stimulų pavidalą, kad vaikams būtų aiškesnė instrukcija (pasakyti, ant kurio skaičiaus esantys taškeliai yra didesni vietoj tradiciškai pateikiamos „kuris skaičius yra erdviškai didesnis?“). Tyrimu nustatyta, kad DS apdorojimas vystosi nuo išskaidyto nuosekliojo iki išskaidyto lygiagrečiojo. Kuo aukštesnė klasė (vyresni vaikai), tuo joje daugiau vaikų, kurie DS apdoroja suaugusiesiems būdingu išskaidytu lygiagrečiuoju būdu.

Mann su bendraautoriais (2011) atliko tęstinį DS apdorojimo tyrimą, kuriuo siekė išsiaiškinti, kaip tos pačios imties tyrimo dalyvių DS apdorojimo atliktis atrodo kas vienus metus pradėdant II klase ir baigiant IV. Tyrimo išvados:

- Dauguma (62,5 %) vaikų naudojo išskaidytą lygiagretųjį DS apdorojimą per visus stebėtus mokslo metus.
- Tos pačios klasės (panašaus amžiaus) mokiniams gali būti būdingas tiek lygiagretusis, tiek nuoseklusis išskaidytas DS apdorojimas.
- Didėjant amžiui ir patirčiai, vis daugiau vaikų naudoja išskaidyto lygiagrečiojo apdorojimo strategiją.

Anksčiau aptartus raidos tyrimus išplečia Pixner ir bendraautorių (2009) atlikta studija, kuria nustatyta, kad jau I klasės mokiniai (vidutinis amžius 7 m. 4 mėn.) gali apdoroti DS suaugusiesiems būdingu išskaidytu lygiagrečiuoju būdu.

Apžvelgti tyrimai leidžia apibendrinti, kad didėjant amžiui ir kaupiantis praktikai vis daugiau tyrimo dalyvių naudoja išskaidytą lygiagretųjį DS apdorojimo būdą, į jį pereidami iš išskaidyto nuosekliojo. Automatiškumo tyrimo rezultatai nėra tokie vienodi: vieni šaltiniai automatinį DS apdorojimą priskiria tyrimo dalyviams jau nuo II klasės, kiti rodo laipsnišką automatiškumo atsiradimą. Rezultatų skirtumams, panašu, įtakos galėjo turėti tyrimų struktūra (Chan et al., 2011 stimulai buvo specialiai pritaikyti vaikams) arba, kaip kelia prielaidą Chan su bendraautoriais (2011), tiriamųjų tautybė. Pažymėtina, kad Chan ir bendraautorių (2011) tyrime dalyvavo kinų vaikai, kitų aprašytųjų – europiečiai. Ho ir Fuson (1998) nurodė skirtumą tarp tirtų anglų kalba kalbančių ikimokyklinio amžiaus vaikų ir kinų kalba kalbančių jų bendraamžių, rodantį pastarųjų pranašumą suprantant skaičius nuo 11 iki 19.

Taigi, dažniausiai dviženklį skaičių apdorojimo raidai tirti pasirenkami II–IV klasės mokiniai, kartais dar ir V klasės mokiniai (Nuerk, Kaufmann et al., 2004; Mussolin & Noël, 2008 a; Mussolin & Noël, 2008 b; Mann, Moeller, Pixner, Kaufmann, & Nuerk, 2011; Chan et al., 2011). Nustatomas būtent tokio amžiaus vaikų perėjimas iš vieno DS apdorojimo būdo į kitą ir didėjantis automatiškumo pasireiškimas. Minėtose publikacijose rezultatai taip pat lyginami su suaugusiųjų.

Šiame tyrime keliama pirmoji hipotezė yra tokia: *tikėtina, kad kiekvienoje tyrimo dalyvių grupėje (II klasės mokinių, IV klasės mokinių ir suaugusiųjų) yra individų, kuriems pasireiškia dviženklį skaičių apdorojimo automatiškumas; II klasėje automatiškumas bus fiksuojamas rečiausiai, suaugusiųjų grupėje – dažniausiai.*

Antroji hipotezė: *tikėtina, kad žmogaus raidoje yra dviženklį skaičių apdorojimo būdo pokytis: jaunesni, nedaug patirties su dviženkliais skaičiais turintys vaikai DS pirmiausia apdoroja išskaidytu nuosekliu būdu, paskui pamažu pereina į suaugusiems būdingą apdorojimą (moteriškosios lyties – išskaidytą lygiagretųjį, vyriškosios lyties – visuminį).* Antrąją hipotezė siekiama papildyti Nuerk, Kaufmann ir kitų (2004) atradimą, kad vaikai raidoje pereina nuo išskaidyto nuosekliojo DS apdorojimo būdo prie suaugusiems būdingo išskaidyto lygiagrečiojo. Remiantis Pletzer ir kitais (2013), suaugus tik moterims turėtų būti būdingas išskaidytas lygiagretusis būdas, kurį šie autoriai dar vadina lokaliniu. Vyrams – visuminis (globalus). Iki Pletzer su bendraautoriais (2013) atlikto tyrimo nebuvo studijų, kuriose skirtingų lyčių tyrimo dalyvių rezultatai būtų skaičiuojami atskirai ir lyginami tarp lyčių. Kai kuriuose DS apdorojimo tyrimuose tiek tokių tyrimų pradžioje (pvz., Hinrichs et al., 1981; Dehaene et al., 1990), tiek jiems išibėgėjus (pvz., Ganor-Stern et al., 2007; Ganor-Stern & Tzelgov, 2011) tyrimo dalyvių lytis iš viso nefiksuota. Kiti tyrimai pasižymi kur kas didesniu vienos lyties dalyvių skaičiumi (pvz., Reynvoet & Brysbaert, 1999: 70 % moterų, 30 % vyrų; Moeller et al., 2013: moterų 75 %, vyrų 25 %).

## Metodika

*Tyrimo dalyviai.* Dalyviai buvo atrinkti patogiu būdu. Vaikai tyrime dalyvavo gavus jų tėvų / globėjų sutikimus.

Tyrimo dalyviai pagal amžių buvo suskirstyti į tris grupes – II klasės mokiniai, IV klasės mokiniai ir suaugusieji (1-a lentelė). Iš viso buvo 90 dalyvių. Iš jų trijų (dviejų

suaugusiųjų – vienos moters ir vieno vyro, vienos IV klasės mergaitės) duomenys į rezultatus visai nebuvo įtraukti, nes šie dalyviai klaidingai atliko abi eksperimento užduotis. Taip pat buvo kiti trys tyrimo dalyviai (du II klasės mokiniai, vienas berniukas ir viena mergaitė, ir vienas IV klasės berniukas), kurie teisingai atliko tik vieną iš dviejų užduočių, ir tik teisingai atlikta užduotis buvo įtraukta. Į rezultatų skaičiavimą įtraukti 87 tyrimo dalyvių duomenys, iš jų 84 dalyvių – visi.

Tyrimo dalyvavo šios mokyklos: Vilniaus Medeinos pradinė mokykla (37 mokiniai), Vilniaus Fabijoniškių vidurinė mokykla (15), Vilniaus Gabijos gimnazija (6), du mokiniai dalyvavimo tyrimo ne mokykloje. Visi IV klasės mokiniai lietuvių tautybės. II klasės – 22 lietuvių, vienas rusų tautybės, šeši dvikalbiai: trys rusų ir lietuvių, du ukrainiečių ir lietuvių, vienas prancūzų ir lietuvių.

Visi tyrimo dalyvavę suaugusieji lietuvių tautybės. Įvairių specialybių, daugiausia

socialinių mokslų krypties. Vieno vyro išsimokslinimas – nebaigtas vidurinis, šešių vyrų ir šešių moterų – vidurinis, vienos moters – profesinis, septynių moterų ir septynių vyrų – aukštasis.

*Užduotys.* DS apdorojimo bruožams tirti naudotos dvi eksperimentinės užduotys. Atliekant tyrimą užduotys išdėstytos taip, kad vienam tos pačios grupės dalyviui tektų viena eiliškumo tvarka, o kitam – kita, taip siekiant, kad užduočių pateikimo tvarka neturėtų įtakos tyrimo rezultatams. Gavę tiek vieną, tiek kitą užduotį dalyviai turėjo kuo greičiau (neatsakius į stimulą per 6 000 ms, jį pakeisdavo kitas) ir stengdamiesi daryti kuo mažiau klaidų atlikti palyginimo veiksmą.

Atlikdami abi užduotis, tyrimo dalyviai turėjo reaguoti į tuos pačius stimulus, skyrėsi tik instrukcijos dalis, apibrėžianti, koks atsakas laikomas teisingu ir koks – klaidingu. *Pinigų ženklų palyginimo užduotyje* dalyviai iš pateiktos skaičių su piniginiiais vienetais poros (pvz., 78 ct ir 21 Lt) turėjo

1 lentelė. Tyrimo dalyvių skaičius ir amžius

Tyrimo dalyvių grupė	II pradinės klasės mokiniai	IV pradinės klasės mokiniai	Suaugusieji
Vyr. (n)	15*	15*	14
M	8 m. 5 mėn.	10 m. 6 mėn.	26 m. 11 mėn.
SD	3,024 mėn.	3,792 mėn.	102,238 mėn.
Ribos	8 m. 0 mėn.–8 m. 11 mėn.	10 m. 2 mėn.–11 m. 3 mėn.	19 m. 2 mėn.–44 m. 7 mėn.
Mot. (n)	15*	14	14
M	8 m. 5 mėn.	10 m. 4 mėn.	27 m. 4 mėn.
SD	4,938 mėn.	4,322 mėn.	103,227 mėn.
Ribos	7 m. 8 mėn.–9 m. 0 mėn.	9 m. 11 mėn.–11 m. 1 mėn.	19m. 1 mėn.–44 m. 11 mėn.
Visų (n)	30*	29*	28
M	8 m. 5 mėn.	10 m. 5 mėn.	27 m. 2 mėn.
SD	4,026 mėn.	4,044 mėn.	108,064 mėn.
Ribos	7 m. 8 mėn.–9 m. 0 mėn.	9 m. 11 mėn.–11 m. 3 mėn.	19m. 1 mėn.–44 m. 11 mėn.

\* Pažymėtose grupėse buvo dalyvių, kurie teisingai atliko tik vieną užduotį iš dviejų, todėl įtraukta tik pusė jų rezultatų.

pasirinkti tą skaičių, kurio piniginė vertė didesnė, taigi, tą pinigų sumą, už kurią galima daugiau nupirkti. Aptariamo pavyzdžio atveju teisingas atsakymas yra „21 Lt“, nes lito vertė yra didesnė negu centų. *Skaičių palyginimo užduotyje* tyrimo dalyviai iš pateiktos skaičių su piniginiiais vienetais poros turėjo išsirinkti tą skaičių, kuris yra didesnis, nepaisydami piniginę vertę žyminčio priedašo. Naudojant tą patį pavyzdį (78 ct ir 21 Lt) teisingas atsakymas būtų „78 ct“, nes  $78 > 21$ .

Pinigų ženklų dimensija naudojant piniginių vienetų sutrumpinimo žymenis pasirinkta remiantis Goldman, Ganor-Stern ir Tzelgov (2012) atliktu tyrimu. Juo aptikta, kad tiek rodant tyrimo dalyviams monetų nuotraukas, tiek pinigų skaičių užrašius simboliais, išryškėja skaičių apdoravimo automatiškumas.

Kiekvieną stimulą sudarė DS pora, kurios abi dalys buvo padarytos iš dviženklio arabiškojo skaičiaus ir piniginių vienetų žymens (Lt / ct). Stimulus išdėstytas orientuojantis į ekrano centrą, vienas skaičių poros narys po kitu. Naudotas *Arial* 60 dydžio šriftas, juodas rašalas, baltas fo-

nas. Visų stimulų sąrašas suderintas taip, kad viršuje ir apačioje tiek didesnis, tiek mažesnis narys būtų pristatomas vienodu dažnumu. Jei didesnis skaičius pasirodavo ekrano viršuje, tyrimo dalyvis turėjo spausti mygtuką su rodykle į viršų (↑), jei apačioje – mygtuką su rodykle į apačią (↓).

Prieš atliekant kiekvieną užduotį tyrimo dalyviui buvo pateikiama viena iš instrukcijų (žr. 2-ą ir 3-ią pav., kuriuose parodytos instrukcijos suaugusiesiems). Instrukcijos vaikams skyrėsi tuo, kad į vaikus kreiptasi antru vienaskaitos, į suaugusiuosius – antru daugiskaitos asmeniu.

2-ame pav. pateiktame užduoties pavyzdyje, kur tyrimo dalyvis turi pagal pinigų ženklų vertę palyginti 35 Lt su 62 ct, teisingu (atliktu be klaidos) atsakymu laikomas mygtuko su rodykle į viršų (↑) paspaudimas, reiškiantis aukščiau ekrane esančios skaičiaus ir piniginio vieneto kombinacijos pasirinkimą (kad viršuje užrašyti 35 Lt yra ta pinigų suma, už kurią galima nusipirkti daugiau negu už 62 ct). 3-iame pav. pateiktame užduoties pavyzdyje, kur tyrimo dalyvis turi pagal skaitinę vertę palyginti 35 Lt su 62 ct, nekreipdamas dėmesio į piniginę vertę, tei-

- Ekrane pasirodys skaičių pora, panaši į šią: 35 Lt  
62 ct
- Reikės pasirinkti, kuri yra ta pinigų suma, už kurią galima daugiau nusipirkti.
- Pasirinkite atsakymą spausdami mygtukus:
  - ↑ , jei didesnis pinigų kiekis viršuje,
  - ↓ , jei didesnis pinigų kiekis apačioje.
- Pvz.: 35 Lt  
62 ct : ↑ , nes Lt > ct.
- Užduotį atlikti stenkitės kuo greičiau ir be klaidų.

2 pav. *Pinigų ženklų vertės palyginimo užduoties instrukcija: versija suaugusiesiems*



- Ekране pasirodys skaičių pora, panaši į šią: 

35 Lt
62 ct
- Reikės pasirinkti, kuris skaičius yra didesnis.
- Pasirinkite atsakymą spausdami mygtukus:
  - , jei didesnis viršuje esantis skaičius,
  - , jei didesnis apačioje esantis skaičius.
- Pvz.: 

35 Lt
62 ct

 :  , nes  $62 > 35$ .

• Užduotį atlikti stenkitės kuo greičiau ir be klaidų.

3 pav. Skaičių palyginimo užduoties instrukcija: versija saugusiesiems

singu atsakymu buvo laikomas mygtuko su rodykle į apačią (↓) paspaudimas, reiškiantis žemiau ekrane esančio skaičiaus ir piniginio vieneto kombinacijos pasirinkimą (kad apačioje užrašytas skaičius 62 yra didesnis už skaičių 35). Atsižvelgdamas į užduoties instrukciją tyrimo dalyvis turėjo spausti mygtuką su rodykle į viršų (↑), jeigu didesnis stimulinės poros narys pasirodydavo aukščiau kito (t. y. mažesnio), ir mygtuką su rodykle žemyn (↓), jei žemiau kito. Tyrimo dalyvių buvo paprašyta atlikti palyginimą kuo greičiau ir darant kuo mažiau klaidų ir jie buvo informuoti, jog prireikus gali užduoti tyrėjui klausimų.

Iš viso buvo sudaryti 123 (pirmieji trys skirti tyrimo dalyviams apmokyti) skirtingi stimuli. Užduotys viena nuo kitos skyrėsi tik instrukcija, tačiau stimuli abu kartus buvo tie patys. Stimulų klasifikavimo pavyzdžiai su paaiškinimais pateikiami 2-oje lentelėje.

Kaip matyti iš 2-os lentelės paskutinėje eilutėje pateikto pavyzdžio, vieną stimulą apibūdina iš karto keletas dimensijų. Stimulams naudoti tik skaitmenys nuo 1 iki 9. Stimulus sudarė skaičiai, patenkantys į intervalą nuo 12 iki 98. Neįtraukti skaičiai su vienodais skaitmenimis (pvz., 33)

ar nuliu (pvz., 40). Kiekvienam stimului iš 120 (t. y. neskaitant trijų, skirtų tyrimo dalyviams apmokyti) atskirai eilės tvarka buvo priskirta atsitiktiniu būdu. Visiems tyrimo dalyviams stimuli buvo pateikti ta pačia tvarka.

Skaičiuojant rezultatus buvo svarbu palyginti sutampančių ir nesutampančių atvejų atsakymų reakcijos laiką ir klaidų kiekį, siekiant nustatyti, ar pasireiškė automatiškumas. Taip pat skaičiuojant rezultatus buvo lyginami vienetais ir dešimtimis suderintų ir nesuderintų stimulų reakcijos laikai ir klaidų kiekiai, siekiant nustatyti DS apdoravimo būdą. Tų pačių dešimčių stimuli į rezultatų skaičiavimą neįtraukti, nes šiuo atveju nėra rezultatams svarbaus skirtumo tarp dešimčių. Stimulų grupių pagal atstumą tiek tarp vienetų, tiek tarp dešimčių išskyrimas leido atsiriboti nuo atstumo tarp skaičių įtakos. Pateikiamose skirtingose stimulų grupėse (sutampančių ir nesutampančių, suderintų ir nesuderintų) kiekvieno nurodyto atstumo tipo skaičių buvo po vienodai.

Atstumas tarp lyginamų skaičių (vieno ir kito poros nario skirtumas) buvo kontroliuojamas stimulų, patekusių į skirtingas pagal vienetų ir dešimčių suderintumą grupes.

2 lentelė. *Stimulų klasifikacija: pavyzdžiai ir paaiškinimai*

Pavadinimas	Pavyzdys	Bruožai	Reikalingumas tyrime / pastabos
Sutampantis atvejis	67 Lt 24 ct	Tas poros narys, kuris yra didesnis skaičiumi, yra didesnis ir pinigų ženklų verte ( $67 > 24$ ir litas $>$ centas)	Leidžia patikrinti, ar yra skaičių / pinigų ženklų vertės apdorojimo automatiškumas
Nesutampantis atvejis	23 Lt 85 ct	Tas poros narys, kuris didesnis skaičiumi, yra mažesnės piniginių vertės ( $85 > 23$ , bet centas $<$ litas)	
Tų pačių dešimčių pora	45 48	Dešimčių skaitmenys tarp abiejų poros narių sutampa ( $4 = 4$ )	Šios struktūros skaičių buvimas neleidžia tyrimo dalyviams visuomet priimti sprendimą atsižvelgus tik į dešimčių skaitmenį ir ignoruojant vienetų skaitmenį
Skirtingų dešimčių pora	87 21	Dešimčių skaitmenys tarp poros narių nesutampa ( $8 \neq 2$ )	Šios grupės skaitmenys sudaro įvairovę. Toliau pateiktos charakteristikos būdingos būtent šios grupės stimulams
Mažo atstumo tarp vienetų pora	54 92	Skirtumas tarp vieno ir kito nario vienetų yra nuo 1 iki 3 ( $4 - 2 = 2$ ; $1 < 2 < 3$ )	Sudarant stimulus svarbu atsižvelgti į atstumą tarp skaičių, nes esant didesniai atstumui palyginimas atliekamas greičiau (Moyer & Landauer, 1967)
Didelio atstumo tarp vienetų pora	38 61	Skirtumas tarp vieno ir kito nario vienetų yra nuo 5 iki 8 ( $8 - 1 = 7$ ; $5 < 7 < 8$ )	
Mažo atstumo tarp dešimčių pora	58 72	Skirtumas tarp vieno ir kito nario dešimčių yra nuo 1 iki 3 ( $7 - 5 = 2$ ; $1 < 2 < 3$ )	
Didelio atstumo tarp dešimčių pora	38 94	Skirtumas tarp vieno ir kito nario dešimčių yra nuo 5 iki 8 ( $9 - 3 = 6$ ; $5 < 6 < 8$ )	
Vienetais ir dešimtėmis suderinta pora	57 32	Vieno poros nario ir vienetų, ir dešimčių skaitmenys didesni už kito poros nario atitinkamus skaitmenis ( $5 > 3$ ir $7 > 2$ )	Stebėti vienetų ir dešimčių suderintumo efektui. Jei tyrimo dalyvis lengviau (per trumpesnį laiką) palygina suderintas poras – tai ženklas, kad apdorojimas yra lygiagretusis. Jei greičiau palyginamos nesuderintos poros – darytina išvada, jog apdorojimas yra nuoseklusis. Jei reakcijos laikai nesiskiria, apdorojimas yra visuminis
Vienetais ir dešimtėmis nesuderinta pora	91 83	To poros nario, kurio dešimčių skaitmuo didesnis už kito poros nario, vienetų skaitmuo mažesnis už pastarojo vienetų skaitmenį ( $9 > 8$ , bet $1 < 3$ )	

*Įvairią klasifikaciją parodantis pavyzdys: 87 Lt\_ 52 ct – sutampančio atvejo, skirtingų dešimčių, didelio atstumo tarp vienetų, mažo atstumo tarp dešimčių, suderintų vienetų ir dešimčių pora*

Stimulams pateikti ir tyrimo dalyvių atsakymams įrašyti specialiai sukurta kompiuterinė programa *MS Excel* pagrindu naudojant *Macros*.

*Tyrimo eiga.* Eksperimentas su kiekvienu tyrimo dalyviu truko maždaug po 15 min., įskaitant 5 min. pertrauką tarp užduočių.

Tyrimo dalyvis sėdėjo priešais kompiuterį taip, kad nuo akių iki ekrano būtų 50 cm. Visi dalyviai užduotis atliko su tuo pačiu nešiojamuoju kompiuteriu *Elitebook 2560p*. Kompiuterio didžiausias procesoriaus darbo užimtumo dažnis yra 2 300 MHz, ekrano plotis pikseliais – 1 366 x 768, klaviatūra standartinė QWERTY, kadru atnaujinimo dažnis – 60 Hz, kadru perpiešimas normaliu režimu – 14,4 kadro per sekundę.

## Rezultatai

Skaičiuoti kiekvienos tyrimo dalyvių grupės rezultatai iš klaidų ir reakcijos laiko tarp skirtingų rūšių stimulų. Siekta nustatyti, ar grupei būdingas automatinis dviženklų skaičių apdorėjimas ir kuris iš apdorėjimo būdų yra naudojamas. Reakcijos laikui skaičiuoti taikytas ir kiekybinis, ir kokybinis metodas. Taikant kiekybinį metodą, remtasi *Wilcoxon* kriterijumi, prieš tai nustačius, kad duomenų išsidėstymas statistiškai reikšmingai skiriasi nuo normaliojo skirstinio, nes pagal *Shapiro ir Wilko* testą  $p = 0,001$ . Kokybinis metodas čia vadinama individuali kiekvieno tyrimo dalyvio rezultatų peržiūra. Jei dalyvis, apdorodamas nesutampančių skaičių stimulus, užtruko 10 ms ilgiau negu sutampančių, buvo laikoma, kad jam būdingas automatinis apdorėjimas. Analogiškai, jei dalyvis ilgiau užtrukdavo apdorodamas nesuderintų skaičių stimulus, jam buvo

priskiriamas išskaidytas lygiagretusis apdorėjimo būdas.

## Automatiškumas

*Apibendrinti kiekybiniai reakcijos laiko duomenys.* Automatiškumas tipiškai pasireiškė dalyviams atliekant pinigų ženklų užduotį, t. y., kai dalyviai buvo prašomi apdoroti pinigų ženklus, jie automatiškai apdorodavo ir skaičius. Skaičių sukelta priešara trukdė ir ilgino reakcijos laiką (visos 3-ioje lentelėje nurodytos grupės ilgiau užtruko lyginamos nesutampančias skaičių poras). Tokio rezultato negalima paaiškinti bet kokiems stimulams galiojančiu trukdymu, nes pinigų ženklai panašiu mastu turėtų trukdyti apdoroti skaičius, bet rezultatai tokios bendros tendencijos nerodo.

Dargi iš 3-ios lentelės rezultatų matyti, kad IV klasės berniukams sunku atsiriti nuo lyginimo pagal pinigų ženklus užduoties, jie skaičių užduotyje parodė automatiškumą pinigų ženklams, o tai jau nebeapsitaikė tarp vyresnių tyrimo dalyvių, efektyviau (greičiau pagal laiką) apdorojančių DS.

*Individualūs kokybiniai reakcijos laiko duomenys.* Tyrimo dalyvių, pinigų ženklų užduotyje ilgiau apdorojusių nesutampančias DS poras, dažnis:

- II klasės – 72,4 %;
- IV klasės – 79,3 %;
- Suaugusiųjų – 85,7 %.

Žvelgiant į rezultatus matyti, kad dauguma kiekvienos tirtos amžiaus grupės tyrimo dalyvių, atlikdami pinigų ženklų užduotį, ilgiau užtruko apdorodami nesutampančias skaičių poras, o tai rodo DS apdorėjimo automatiškumą. Be to, kuo vyresnio amžiaus yra tyrimo dalyviai, tuo tai labiau išreikšta.

3 lentelė. Iš kiekybinių kintamųjų gauti rezultatai apie DS apdorėjimo automatškumą

Grupės	Pinigų ženklų užduotis (ms)		p reikšmė pinigų valiutos ženklų užduotyje	Skaičių užduotis (ms)		p reikšmė skaičių užduotyje
	Sutamp. M (SD)	Nesutamp. M (SD)		Sutamp. M (SD)	Nesutamp. M (SD)	
II kl.	1 500,84 (724,11)	1 549,73 (800,29)	0,048	1 725,91 (763,35)	1 753,99 (770,29)	0,192
Mot.	1 596,73 (762,03)	1 627,41 (766,85)	0,203	1 808,91 (721,45)	1 784,77 (700,74)	0,738
Vyr.	1 411,71 (675,52)	1 477,33 (824,33)	0,124	1 634,19 (836,85)	1 721,53 (797,82)	0,015
IV kl.	1 169,42 (550,48)	1 243,97 (586,17)	0,001	1 417,85 (559,82)	1 396,57 (528,47)	0,709
Mot.	1 084,43 (412,78)	1 158,24 (482,89)	0,002	1 371,19 (498,36)	1 351,68 (493,973)	0,806
Vyr.	1 249,40 (644,29)	1 324,73 (659,33)	0,001	1 464,68 (612,27)	1 441,30 (557,60)	0,791
Suaugusieji	919,48 (388,40)	977,68 (443,15)	0,001	1 022,23 (341,86)	1 007,33 (311,44)	0,490
Mot.	997,9 (458,09)	1 076,08 (532,44)	0,001	1 095,18 (405,78)	1 078,84 (363,62)	0,864
Vyr.	841,65 (283,17)	879,63 (301,063)	0,001	949,27 (242,14)	936,21 (227,96)	0,360

*Pastaba.* Statistinio reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ . Pilku fonu pažymėtos p reikšmės, kurios nesiekia šio lygmens ir rodo statistiškai reikšmingą skirtumą.

*Klaidų skaičiaus duomenys.* Siekiant gauti bendrus rezultatus, tyrimo dalyvių klaidos buvo priskirtos vienai iš kategorijų:

- „Vienodai klaidų tarp sutampančių ir nesutampančių porų“;
- „Daugiau klaidų tarp sutampančių porų“;
- „Daugiau klaidų tarp nesutampančių porų“.

Į kategoriją „Vienodai klaidų tarp sutampančių ir nesutampančių porų“ pateko ir tie tyrimo dalyviai, kurie nepadarė nė vienos klaidos. Todėl vertinant automatškumą tarpusavyje lygintos tik daugiau klaidų tarp kurio nors stimulo bloko skaičių porų rodančios kategorijos.

Iš 4-os lentelės matyti, kad, atlikdami pinigų ženklų užduotį, didesnė tyrimo dalyvių dalis daro daugiau klaidų apdorodami nesutampančias skaičių poras, palyginti su tyrimo dalyvių, kurie ilgiau apdoroja sutampančias skaičių poras, išskyrus suaugusiųjų grupės moteriškosios lyties atvejį, dalimi. Tačiau 14,3 % dalyvių (iš viso po dvi moteris) nėra pakankamas kiekis, kad būtų galima daryti tvirtas išvadas.

Peržvelgus skaičių užduoties skiltį matyti išsibarstymas tarp tyrimo dalyvių, t. y. nėra taip, kad dauguma būtų darę daugiau klaidų apdorodami būtent nesutampančias skaičių poras, taigi, 3-ios lentelės duomenys neįrodo automatinio pinigų ženklų apdorėjimo pasireiškimo.

4 lentelė. Klaidų skaičiaus duomenys (%), skirti automatiškumui stebėti

Grupės	Pinigų ženklų užduotis			Skaičių užduotis		
	Vienodai klaidų	Daugiau klaidų tarp sutamp.	Daugiau klaidų tarp nesutamp.	Vienodai klaidų	Daugiau klaidų tarp sutamp.	Daugiau klaidų tarp nesutamp.
II kl.	44,8	10,3	44,8	34,5	37,9	27,6
Mot.	35,7	7,1	57,1	33,3	33,3	33,3
Vyr.	53,3	13,3	33,3	35,7	42,9	21,4
IV kl.	37,9	17,2	44,8	21,4	32,1	46,4
Mot.	42,9	14,3	42,9	21,4	21,4	57,1
Vyr.	33,3	20,0	46,7	21,4	42,9	35,7
Suaugusieji	71,4	10,7	17,9	53,6	25,0	21,4
Mot.	71,4	14,3	14,3	57,1	21,4	21,4
Vyr.	71,4	7,1	21,4	50,0	28,6	21,4

### Apdoravimo būdas

Apibendrinti kiekybiniai reakcijos laiko duomenys. Iš 5-oje lentelėje pateiktų rezultatų išvados darytinos tokia tvarka: jei p reikšmė nepažymėta fonu, tyrimo dalyviams reikėtų priskirti visuminį DS apdoravimo būdą. Kitais atvejais:

- jei fonu pažymėta skiltis *Suderintos poros* – išskaidytą nuoseklųjį;
- jei fonu pažymėta skiltis *Nesuderintos poros* – išskaidytą lygiagretųjį.

II klasės mokiniai ilgiau užtrunka apdorodami suderintų porų DS (tačiau tik tarp

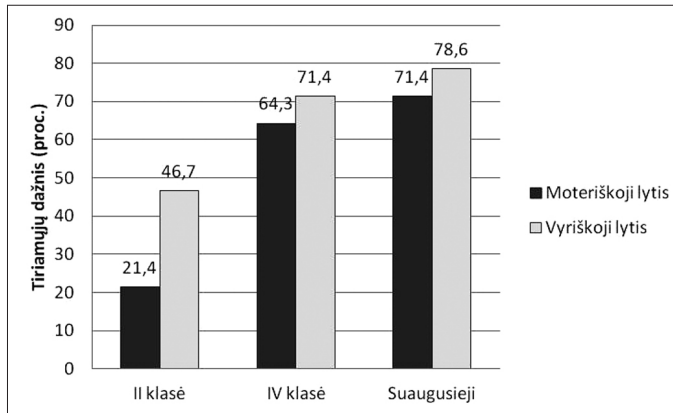
berniukų yra statistiškai reikšmingas skirtumas), IV klasės mokiniai ir suaugusieji ilgiau užtrunka apdorodami nesuderintų skaičių poras (statistiškai reikšmingas skirtumas aptinkamas visur, išskyrus atskirai žiūrint IV klasės berniukų rezultatus).

*Individualūs kokybiniai duomenys.* 4-as pav. iliustruoja, koks skirtingose amžiaus grupėse buvo tyrimo dalyvių, kurie, atlikdami skaičių užduotį ilgiau užtruko apdorodami nesuderintas DS poras, dažnis, palyginti su laiku apdorojant suderintas. Grafike (4-as pav.) pasirinkta parodyti

5 lentelė. Analizuojant kiekybinius kintamuosius gauti rezultatai, nusakantys DS apdoravimo būdus, sprendžiant iš skaičių užduoties atsakymų reakcijos laiku

Grupės	Suderintos poros (ms) M (SD)	Nesuderintos poros (ms) M (SD)	p reikšmė
II kl.	1 772,67 (795,82)	1 719,04 (727,76)	0,109
Mot.	1 807,68 (733,47)	1 797,40 (691,75)	0,835
Vyr.	1 735,37 (856,37)	1 633,61 (756,56)	0,018
IV kl.	1 370,89 (543,05)	1 435,39 (544,60)	0,001
Mot.	1 308,23 (482,92)	1 400,59 (506,66)	0,001
Vyr.	1 433,78 (591,14)	1 470,06 (578,33)	0,360
Suaugusieji	992,54 (305,05)	1 035,99 (343,08)	0,001
Mot.	1 058,02 (354,38)	1 113,13 (407,79)	0,002
Vyr.	926,82 (227,89)	959,54 (240,85)	0,015

*Pastaba.* Statistinio reikšmingumo lygmuo  $\alpha = 0,05$ . Pažymėtos p reikšmės, kurios nesiekia šio lygmens ir rodo statistiškai reikšmingą skirtumą.



4 pav. Tyrimo dalyvių, skaičių užduotyje ilgiau apdorojusių nesuderintas DS poras, dažnis

būtent nesuderintų porų rodiklį dėl to, kad jis, kaip rašoma literatūroje, yra išskaidyto lygiagrečiojo, suaugusiesiems būdingo apdoravimo požymis. Todėl grafikas konstruotas taip, kad leistų matyti, ar yra ir koks būtent šio rodiklio pokytis tarp vis vyresnio amžiaus tyrimo dalyvių grupių.

Iš grafiko (4-as pav.) matyti, kad kuo grupės nariai vyresni, tuo daugiau joje tyrimo dalyvių, kurie, atlikdami DS palyginimo užduotį, ilgiau užtrunka apdorodami nesuderintas poras. Vis dėlto tokių vyriškosios lyties dalyvių dažnis yra didesnis negu moteriškosios lyties, ir šis skirtumas tarp lyčių didžiausias II klasėje.

*Klaidų skaičiaus duomenys.* Naudota procedūra analogiška automatiškumo pasireiškimo pagal klaidų skaičių nustatymo procedūrai, tik stimulų blokai išskirstyti kitaip (ten buvo pagal sutampančias ir nesutampančias skaičių poras, o čia pagal suderintas ir nesuderintas skaičių poras). 6-oje lentelėje pateikiami suderintų ir nesuderintų skaičių porų klaidų skaičiaus palyginimo duomenys.

Iš 6-os lentelės matyti, kad, lyginant suderintų ir nesuderintų skaičių porų klaidų kiekį, visų grupių tyrimo dalyviai daugiau klaidų darė apdorodami pastarąsias skaičių poras. Tai gali reikšti, kad buvo naudojamas išskaidytas lygiagretusis apdoravimo būdas.

6 lentelė. Klaidų skaičiaus duomenys (%), skirti apdoravimo būdai nustatyti

Grupės	Vienodai klaidų	Daugiau klaidų tarp suderintų porų	Daugiau klaidų tarp nesuderintų porų
II kl.	17,2	3,4	79,3
Mot.	13,3	6,7	80,0
Vyr.	21,4	0,0	78,6
IV kl.	14,3	7,1	78,6
Mot.	7,1	14,3	78,6
Vyr.	21,4	0,0	78,6
Suaugusieji	42,9	3,6	53,6
Mot.	42,9	0,0	57,1
Vyr.	42,9	7,1	50,0

## Rezultatų aptarimas

*Automatinis skaičių apdorojimas.* Gauti rezultatai papildo Goldman ir kitų (2012) tyrimo rezultatus. Automatinis skaičių apdorojimas pinigų ženklų atžvilgiu būdingas ne tik suaugusiesiems, bet ir vaikams. Autoriai paaiškina: pinigų ženklai žmogui svarbūs tik vienu atveju – susiduriant su pinigais, o skaitinė vertė svarbi įvairiais kasdienybės atvejais. Gauti rezultatai yra panašūs, kaip ir Chan ir kitų (2011) atlikto tyrimo. Šie autoriai aptiko, jog vaikai DS apdoroja automatiškai jau nuo I klasės (amžiaus vidurkis 7,1 m.) ir vyresni (II, III, IV klasėse, amžiaus vidurkis kas metai atitinkamai lygiai metais didesnis).

Šio tyrimo rezultatai papildo minėtų autorių rezultatus ir tuo, kad išsiaiškinta, jog automatinis DS apdorojimas būdingas abiem lytims (Chan ir kitų (2011) tyrime dalyvavo vien tik mergaitės, Goldman ir kitų (2012) – daugiausia moterys).

Be anksčiau atliktų tyrimų papildymo, DS apdorojimo automatiškumo nustatymas turi ir kitą funkciją. Patvirtinta, jog skaičiai tyrimo metu iš tikrųjų buvo apdorojami automatiškai, o tai būtina tyrimo struktūrai.

*Automatinis pinigų ženklų apdorojimas.* Daugelis šio tyrimo dalyvių, kaip ir Stroop (1992/1935) tyrimo dalyviai, automatiškai apdorojo semantinę dimensiją, o nesemantinę – ne (semantinė dimensija šiame tyrime yra skaičiai, Stroop (1992/1935) – žodžiai. Nesemantinė – šiame tyrime pinigų ženklai, Stroop – žodžių šrifto spalva). Tačiau pasitaikė tokių tyrimo dalyvių, kuriems pinigų ženklai trukdė greičiau palyginti skaičius. Tada tyrimo dalyviai ilgiau užtrukdavo apdorodami skaičius ir / arba darė daugiau klaidų nesutampantais atvejais.

Remiantis Harnishfeger (1995) ir Engle (2002) darbais, Stroop užduotyse svarbų vaidmenį atlieka vykdomosios funkcijos. Treit, Chen, Rasmussen ir Beaulieu (2014) sukonkretina: slopinimo kontrolė ir kognityvus lankstumas atsako už individo pajėgumą dinamiškai prisitaikyti prie besikeičiančių reikalavimų. Anot autorių, šios vykdomosios funkcijos tampa vis pajėgesnės per vaikystę, nusistovi paauglystėje ir išlieka suaugus. Vis dėlto sutariama, kad ir tų pačių amžiaus grupių skirtingų individų minėtų funkcijų pajėgumas gali skirtis (Harnishfeger, 1995; Engle, 2002; Treit et al., 2014). Šiame tyrime taip pat ne visi bendraamžiai dalyviai vienodai pajėgiai slopino užduočiai nesvarbią pinigų ženklų informaciją.

*Apdorojimo būdas.* Sprendžiant iš reakcijos laiko (5-a lentelė), galima pateikti pasikeitimo tarp vis vyresnių amžiaus grupių eigą. Moteriškosios lyties ji užfiksuota tokia:

*Visuminis apdorojimas → išskaidytas lygiagretusis apdorojimas.*

Vyriškosios lyties:

*Išskaidytas nuoseklusis apdorojimas → visuminis apdorojimas → išskaidytas lygiagretusis apdorojimas.*

Galima kelti prielaidą, kad žmogaus raidoje vyksta perėjimas nuo išskaidyto nuosekliojo apdorojimo per visuminį į išskaidytą lygiagretųjį. Galbūt moteriškosios lyties tyrimo dalyvės taip pat perėjo ir išskaidyto nuosekliojo apdorojimo etapą, tačiau dar ankstesniame amžiuje, ir šio tyrimo rezultatai to neatskleidė. Tokiu atveju visuminį apdorojimą reikėtų laikyti tarpiniu etapu. Šiuo atveju visuminis apdorojimas nebūtinai reiškia, kad vaikai DS apdoroja neskaidydami į atskirus skaitmenis.

Vienodas reakcijos laikas tarp suderintų ir nesuderintų skaičių porų gali būti užfiksuotas dar bent trimis atvejais:

- Kai toje pačioje tyrimo dalyvių grupėje yra panašus skaičius tiek greičiau apdorojančių nesuderintas poras, tiek greičiau apdorojančių suderintas poras dalyvių (pgl. Mann et al., 2011). Šiuo atveju maždaug po vienodai tyrimo dalyvių naudoja ir išskaidytą nuoseklų būdą, ir išskaidytą lygiagretųjį (šiam tyrimo atveju tai pasitvirtina II klasės berniukams, 4-as pav.).
- Kai tas pats tyrimo dalyvis vienus stimulus apdoroja išskaidytu nuosekluoju būdu, kitus – išskaidytu lygiagrečiuoju (pagal Nuerk, Weger et al., 2004).
- Duomenų kiekis per mažas, kad būtų aptiktas statistiškai reikšmingas skirtumas.

Siegler (1996) tvirtina: neretai tas pats vaikas tuo pačiu laikotarpiu tai pačiai užduočiai spręsti naudoja keletą skirtingų mąstymo būdų. Teiginys „N amžiaus vaikai, spręsdami šią problemą, taiko X strategiją“, negali tiksliai aprašyti vaikų elgesio. Be to, autorius patikimais vadina tik tuos aiškinimo modelius, kurie padeda atkreipti dėmesį, kokie nevienodi vaikai.

Šio tyrimo rezultatai patvirtina Siegler (1996) pozicijos reikšmingumą. Atkreiptinas dėmesys į prieštaravimą tarp 5-os lentelės ir 4-o paveikslo rezultatų. Apskaičiuojant kiekybiškai (5-a lentelė), išeina, kad II klasės mergaitėms, bet ne berniukams, būdingas visuminis apdorojimas. Iš 4-o paveikslo – atvirkščiai: maždaug pusė (46,7 %) berniukų nesuderintas poras apdoroja lėčiau (jei suderintas ir nesuderintas poras greičiau apdoroja panašus skaičius grupės narių, gali būti daroma išvada, kad apdorojimas – visuminis), mergaičių –

mažesnė dalis (21,4 %). Suskaičiuotas kiekybiškai rezultatas (5-a lentelė) reiškia, kad visos II klasės mergaitės kartu užtrunka panašiai apdorodamos nesuderintas skaičių poras, kaip ir suderintas, tačiau tai nebūtinai reiškia, kad vienodai mergaičių ilgiau užtrunka apdorodamos nesuderintas skaičių poras, kaip ir suderintas. II klasės berniukų atveju yra atvirkščiai.

Priešingai negu Pletzer ir kitų (2013) tyrimo, kad visuminis apdorojimo būdas būtų būdingas vyrams, neužfiksuota. Galbūt skirtumas atsirado dėl tyrimo struktūros. Pletzer ir kiti (2013) ekrane tyrimo dalyviams rodė ne tik skaitinius stimulus, bet į jų sąrašą įmaišė ir skaitinės prasmės nekoduojančių ženklų „## ##“, kurie galbūt turėjo įtakos dėmesio koncentravimui.

Gali būti, kad vyrai tik esant tam tikroms sąlygoms taikė visuminio apdorojimo strategiją, o nesant specialaus nukreipimo (jo šiame tyrimo nebuvo) visuminio apdorojimo būdo naudojimas nepasitvirtina. Kitas paaiškinimas galėtų būti skirtinga tyrimo dalyvių gimtoji kalba. Nors Pletzer ir kiti (2013) nemini tyrimo dalyvių tautybės, turint omenyje tyrimo įstaigas, kurioms priklauso tyrėjai, galima kelti prielaidą, kad jie tyrė vokiškai kalbančius asmenis. Lietuviai skaičių dešimtis sako pirmiau negu vienetus (pvz., *dvidešimt vienas*), vokiškai kalbantieji – atvirkščiai (*ein und zwanzig, vienas ir dvidešimt*). Kalbant vokiškai, norint susidaryti teisingą vaizdą apie DS didumą, pirmas veiksmas, kurį reikia atlikti, yra bent jau laikinai ignoruoti vienetų skaitmenį. Tokios „vieneto skaitmens ignoravimo“ praktikos nereikia kalbant lietuviškai.

Šiame tyrimo matyti prieštaravimas tarp atsakymo reakcijos laiko ir klaidų



skaičiaus rezultatų. Pletzer ir kiti (2013) taip pat nustatė, kad pagal padarytas klaidas abiejų lyčių tyrimo dalyviams galėtų būti priskirtas išskaidytas lygiagretusis apdorojimas. Tai prieštaravo atsižvelgiant į reakcijos laiką daromai išvadai. Galbūt didesnę klaidų skaičių tarp nesuderintų porų visose dalyvių grupėse galima sieti su instrukcijos reikalavimu kuo greičiau atsakyti. Viena dalyvė pasakojo, kad, jei mato, pavyzdžiui, 23 ir 19, tai „norisi“ rinktis kaip didesnę tą skaičių, kur mato 9, nes šis skaitmuo yra didelis. Tai išskaidyto lygiagrečiojo apdorojimo iliustracija. Kita vertus, ir tie dalyviai, kuriems reakcijos laiko ilgėjimas atsakant į nesuderintus stimulus nėra būdingas, vis viena dažniau klysta šiuo atveju. Gali būti, kad net jei tyrimo dalyvis daugeliu atvejų naudoja vieną apdorojimo būdą, kai kuriais atvejais (galbūt silpstant dėmesiui ar kai stimulai ypač kontrastingi) pereina prie kito.

## LITERATŪRA

Bugden, S., Price, G. R., McLean, D. A., & Ansari, D. (2012). The role of the left intraparietal sulcus in the relationship between symbolic number processing and children's arithmetic competence. *Developmental Cognitive Neuroscience, 2* (4), 448–457. doi:10.1016/j.dcn.2012.04.001.

Chan, W. W. L., Au, T. K., & Tang, J. (2011). Exploring the developmental changes in automatic two-digit number processing. *Journal of Experimental Child Psychology, 109* (3), 263–274. doi:10.1016/j.jecp.2011.01.010.

Dehaene S., Dupoux E., & Mehler J. (1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16* (3), 626–641.

Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science, 11* (1), 19–23.

Fitousi, D., & Algom, D. (2006). Size congru-

## Išvados

1. Dviženklių skaičių apdorojimo automatiškumas būdingas visų trijų – II klasės, IV klasės ir suaugusiųjų – grupių tyrimo dalyviams.
2. II klasės mokiniams būdingas dviženklių skaičių apdorojimo būdas yra visuminis, IV klasės ir suaugusiesiems – išskaidytas lygiagretusis.
3. Hipotezė, kad suaugusiojo amžiuje vyrai apdoroja dviženklius skaičius kitokiu negu moterys būdu, nepasitvirtino.

## Padėka

Autorės dėkoja už Lietuvos mokslo tarybos projekto „Studentų mokslinės veiklos skatinimas“ (VP1-3.1-ŠMM-01-V-02-003) paramą. Projektas finansuojamas pagal Žmoniškųjų išteklių plėtros veiksmų programos trečiąją prioritetą „Tyrėjų gebėjimų stiprinimas“ iš Europos socialinio fondo ir Lietuvos Respublikos valstybės biudžeto lėšų.

ity effects with two-digit numbers: Expanding the number line? *Memory & Cognition, 34* (2), 445–457. doi:10.3758/BF03193421.

Ganor-Stern D., Tzelgov J., & Ellenbogen, R. (2007). Automaticity of two-digit numbers. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 33* (2), 483–496.

Ganor-Stern, D., & Tzelgov, J. (2011). Across-notation automatic processing of two-digit numbers. *Experimental Psychology, 58* (2), 147–153. doi:10.1027/1618-3169/a000080.

Goldman, R., Ganor-Stern, D., & Tzelgov, J. (2012). “On the money” – monetary and numerical judgments of currency. *Acta Psychologica, 141*, 222–230. doi:10.1016/j.actpsy.2012.07.005.

Harnishfeger, K. K. (1995). The Development of Cognitive Inhibition: Theories, Definitions, and Research Evidence. In C. J. Brainerd, F. N. Demp-

- ster (Eds.). *Interference and Inhibition in Cognition* (pp. 176–199). London: Academic Press.
- Hinrichs, J. V., Yurko, D. S., & Hu, J.-M. (1981). Two-digit number comparison: Use of place information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7 (4), 890–901. doi:10.1037/0096-1523.7.4.890.
- Ho, C. S.-H., & Fuson, K. C. (1998). Children's knowledge of teen quantities as tens and ones: Comparisons of Chinese, British, and American kindergartners. *Journal of Educational Psychology*, 90 (3), 536–544.
- Kallai, A. Y., & Tzelgov, J. (2012). The place-value of a digit in multi-digit numbers is processed automatically. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38 (5), 1221–1233. doi: 10.1037/a0027635.
- Liu, X., Wang, H., Corbly, C. R., Zhang, J., & Joseph, J. E. (2006). The involvement of the inferior parietal cortex in the numerical stroop effect and the distance effect in a two-digit number comparison task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18 (9), 1518–1530. doi:10.1162/jocn.2006.18.9.1518.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95 (4), 492–527.
- Macizo, P., & Herrera, A. (2011). Working memory and two-digit number processing. *Memory*, 19 (8), 941–955. doi:10.1080/09658211.2011.614621.
- Mann, A., Moeller, K., Pixner, S., Kaufmann, L., & Nuerk, H.-C. (2011). Attentional strategies in place-value integration: A longitudinal study on two-digit number comparison. *Journal of Psychology*, 219 (1), 42–49. doi:10.1027/2151-2604/a000045.
- Moeller, K., Huber, S., Nuerk, H.-C., & Willmes, K. (2011). Two-digit number processing: Holistic, decomposed or hybrid? A computational modeling approach. *Psychological Research*, 75, 290–306. doi:10.1007/s00426-010-0307-2.
- Moeller, K., Klein, E., Nuerk, H.-C., & Willmes, K. (2013). Magnitude representation in sequential comparison of two-digit numbers is not holistic either. *Cogn Process*, 14, 51–62. doi: 10.1007/s10339-012-0535-z.
- Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for judgments of numerical inequality. *Nature*, 215 (30), 1519–1520. doi:10.1038/2151519a0.
- Mussolin, C., & Noël, M.-P. (2008 a). The nonintentional processing of Arabic numbers in children. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29 (3), 225–234. doi:10.1080/13803390600629759.
- Mussolin, C., & Noël, M.-P. (2008 b). Automaticity for numerical magnitude of two-digit Arabic numbers in children. *Acta Psychologica*, 129, 264–272. doi:10.1016/j.actpsy.2008.08.001.
- Naparstek, S., & Henik, A. (2010). Count me in! On the automaticity of numerosity processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 36 (4), 1053–1059. doi:10.1037/a0019766.
- Nuerk, H.-C., Weger, U., & Willmes, K. (2001). Decade breaks in the mental number line? Putting the units and tens back into different bins. *Cognition*, 82, B25–B33. doi:10.1016/S0010-0277(01)00142-1.
- Nuerk, H.-C., Weger, U., & Willmes, K. (2004). On the perceptual generality of the unit-decade compatibility effect. *Experimental Psychology*, 51 (1), 72–79. doi:10.1027/1618-3169.51.1.72.
- Nuerk, H.-C., Kaufmann, L., Zoppoth, S., & Willmes, K. (2004). On the development of the mental number line: More, less, or never holistic with increasing age? *Developmental Psychology*, 40, 1199–1211. doi:10.1037/0012-1649.40.6.1199.
- Pixner, S., Moeller, K., Zuber, J., & Nuerk, H.-C. (2009). Decomposed but parallel processing of two-digit numbers in 1st graders. *The Open Psychology Journal*, 2, 40–48.
- Pletzer, B., Kronbichler, M., Nuerk, H.-C., & Kerschbaum, H. (2013). Sex differences in processing global vs. local stimulus aspects in a two-digit number comparison task – an fMRI study. *Plos One*, 8 (1), 1–14. doi:10.1371/journal.pone.0053824.
- Reynvoet, B., & Brysbaert, M. (1999). Single-digit and two-digit Arabic numerals address the same semantic number line. *Cognition*, 72, 191–201.
- Rousselle, L., & Noël, M.-P. (2008). The development of automatic numerosity processing in preschoolers: Evidence of numerosity-perceptual interference. *Development Psychology*, 44 (2), 544–560. doi:10.1037/0012-1649.44.2.544.
- Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A., & Sharah-Shalev, S. (2002). The development of internal representations of magnitude and their association with arabic numerals. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 74–92.
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84 (1), 1–66. doi:10.1037/0033-295X.84.1.1.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.

Stroop, J. R. (1992/1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 121 (1), 15–23. doi:10.1037/0096-3445.121.1.15.

Treit, S., Chen, Z., Rasmussen, C., Beaulieu, C. (2014). White matter correlates of cognitive inhibition during development: A diffusion tensor imaging study. *Neuroscience*. doi: 10.1016/j.neuroscience.2013.12.019.

## **AUTOMATIC TWO-DIGIT NUMBER PROCESSING BY PEOPLE OF DIFFERENT AGE GROUPS AND SEX**

**Aida Grabauskaitė, Aušra Daugirdienė**

### **S u m m a r y**

Currently, there is a growing body of papers on the topic about two-digit (2D) number processing. Separate studies revealed the importance of subjects' age (e. g., Nuerk, Kaufmann et al., 2004) and sex (Pletzer et al., 2013) in a 2D number representation. The aim of this study was to investigate an automatic 2D number processing in people of different age and sex.

**M e t h o d s.** 2nd graders (average age 8 years and 5 months), 4th graders (average age 10 years and 5 months), and adults (average age 27 years and 2 months) performed two experimental tasks in which they had to judge the numeric or monetary value of presented stimuli (e. g., which is more, *82 ct* or *14 Lt*). Results were obtained by totalizing the reaction time and error rate. In statistical analysis, the Wilcoxon criteria were used to distinguish the difference in each participants' group between blocks of different stimuli. In addition, the results were counted for each participant individually.

**R e s u l t s.** As in previous studies (e. g., Chan et al., 2011), 2nd graders, 4th graders and adults processed 2D numbers automatically.

In this study, 2nd graders processed two-digit numbers in a holistic fashion, while 4th graders and adults used a decomposed parallel processing. The 'holistic' 2D number processing in children can be explained as a 'transition' stage between decomposed sequential and decomposed parallel. The 'holistic' result may derive from approximately equal frequency in using sequential and parallel ways of processing.

The data did not support the hypothesis that during adulthood, males process two-digit numbers in a different fashion from females. In this study, both sexes processed 2D numbers in the same way (decomposed parallel). In contrast, Pletzer et al. (2013) found the holistic 2D number processing to prevail in males. In this paper, potential influences on this difference are discussed. First, it could be due to different languages, or it could be due to experiment arrangement.

The probability of the same participant using different strategies in response to different (simple or more complex) stimuli is suggested.

**Key words:** two-digit numbers, automatic processing.

*Įteikta 2014 08 19*