

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
EDUKOLOGIJOS FAKULTETAS
UGDYMO SISTEMŲ KATEDRA

Laima Raišutytė

*Edukologijos magistrantūros
studentė*

MATEMATINIŲ GEBĖJIMŲ DIAGNOSTIKOS INSTRUMENTŲ KŪRIMAS
IR TAIKYMO REZULTATŲ VERTINIMO OPTIMIZAVIMAS

Magistro darbas

Mokslinis vadovas
prof. dr. Arkadijus Kisieliovas

Šiauliai, 2006

Darbas originalusLaima Raišutytė
(parašas)

Turinys

ĮVADAS	3
I. MATEMATINIŲ GEBĖJIMŲ TURINYS IR DIAGNOSTIKA	6
I.1. Matematinų gebėjimų identifikavimo teoriniai pagrindai	6
I.1.1. Matematinų gebėjimų samprata	6
I.1.2. Matematinio mąstymo psichologiniai matmenys	9
I. 2. Mokymo(si) rezultatų diagnozavimo teoriniai pagrindai	13
I.2.1. Testo sąvoka	13
I.2.2. Diagnostinių testų konstravimas.....	16
I. 2.3. Testo užduočių parinkimas.....	19
I.2.4. Testo metodologinės kokybės charakteristikos	24
II. DIAGNOSTINIŲ UŽDUOČIŲ EMPIRINIO TYRIMO SISTEMOS SUDARYMAS	30
II. 1. Didaktinio tyrimo turinys ir organizavimas	30
II.2. Matematinų gebėjimų testo užduočių sprendimo vertinimas	33
II.3. Matematinų gebėjimų testo diagnostinės kokybinės charakteristikos	45
II.4. Rezultatų mneminis būvis	47
IŠVADOS	49
REKOMENDACIJOS	51
LITERATŪRA	52
PRIEDAI	54

Išvadas

Mokykla gyvuoja socialiniame, kultūriniame ir politiniame kontekste, kuris yra kompleksiškas ir besikeičiantis. Mūsų visuomenės demokratėjimo ir švietimo reformos procesai įpareigojo naujai pažvelgti į daugelį švietimo aspektų. Tarp jų – moksleivių gebėjimų diagnozavimas. Šiame darbe kalbama apie matematinius gebėjimus, tačiau tokie patys principai gali būti taikomi ir diagnozuojant kitų dalykų gebėjimus.

Nors pradinėse klasėse moksleivio atlikti darbai ir mokymosi rezultatai nevertinami pažymiais, tiek mokytojas, tiek moksleivių tėvai, mokyklos administracija turi žinoti kiekvieno mokomojo dalyko moksleivių gebėjimus. Tai nusakoma įvairiai: kalbant su moksleiviais, juos stebint, komplektuojant savarankiškų darbų aplankus, panaudojant standartizuotus testus.

Svarbiausia švietimo misija yra plėtoti asmenybės galias, parengti žmogų gyvenimui visuomenėje sparčiai kintančiomis sociokultūrinėmis sąlygomis. Ir nors mokymas tampa labiau orientuotas į procesą, o ne į rezultatus, labai svarbu pasiekti kiekvieno moksleivio teigiamus pokyčius mokymosi procese. Todėl labai svarbu pažinti kiekvieną mokinį, suvokti jo asmenybės bruožus, polinkius ir gabumus. Mokymo tikslai ir uždaviniai, turinys, metodai ir organizacinės formos turi stimuliuoti, o ne slopinti nuoseklų asmenybės formavimąsi, jos prigimties jėgų plėtrą. Mokymo procesas turi atitikti moksleivio individualybės bei amžiaus tarpsnio ypatumus, būti jam prasmingas ir reikalingas. Gabumų identifikavimas leidžia parinkti konkrečiam vaikui ar jų grupei uždavinius, reikalavimus, darbo formas ir metodus taip, kad jis galėtų mokytis pagal savo galimybes. Tai užtikrina mokymosi sėkmę, kuri turi lemiamą reikšmę tolesniam mokymuisi. Ji padeda vaikui jaustis saugiai tarp kitų vaikų. Pradinėje mokykloje mokytojo paskatinimai, pelnyti pagyrimai ugdo moksleivio pasitikėjimą savo jėgomis, taip pat mokytojais bei mokykla ir gali būti motyvacijos pagrindu tolesniame ugdymo procese. Moksleivių gabumų nustatymas reikalingas ne dėl jų grupavimo į „gabius“ ir „negabius“, bet siekiant jų tolesnio sėkmingo mokymosi, t.y. gabumų nustatymas ir mokymo proceso diferencijavimas pagal gabumus turi būti suvokiamas kaip geranoriška mokytojo pagalba moksleivio mokymuisi ir išmokimui.

Pradinės mokykloje, atsisakius moksleivių žinių bei gebėjimų vertinimo pažymiais, iškilo būtinybė kurti naują vertinimo sistemą, kuri atitiktų ugdymo tikslus ir uždavinius. Pedagogams praktikams reikalingas objektyvus ir patikimas vertinimo instrumentas. Tokiu instrumentu galėtų būti standartizuoti mokymosi pasiekimų testai.

1954 m. Amerikos psichologijos asociacijos komitetas (Committees of the American Psychological Association) parengė ir išleido technines rekomendacijas psichologiniams testams ir diagnostikai (*Technical Recommendations for Psychological Tests and Diagnostic*

Techniques), patvirtintas Amerikos pedagogikos pasiekimų asociacijos (American Educational Research Association) ir Nacionalinės matų tarybos (National Council on Measurement in Education). 1955 m. šios trys organizacijos išleido kitą dokumentą – *Technines rekomendacijas išsilavinimo testams*. 1966 m. šių trijų organizacijų jungtinis komitetas parengė, patvirtino ir išleido standartus pedagoginiams ir psichologiniams testams, 1974 m., o po to ir 1999 m. išleido pataisytą ir papildytą variantą (žr. Standards for educational & psychological tests, 1974, 1999). Šie standartai skirti tik standartizuotiems testams įvertinti. Darbe aptariama testuotojams reikalinga informacija apie testų aprašymą, tobulinimą, administravimą, gautų rezultatų interpretacijas.

Tyrimo problema – moksleivių matematinių gebėjimų testo sudarymo modelis, kuris leis interpretuoti matematinius gebėjimus.

Tyrimo objektas – pradinė klasių moksleivių matematiniai gebėjimai, kaip diagnostinis konstruktas.

Tyrimo hipotezė – sukurta matematinių gebėjimų diagnostinė priemonė (testas) yra validi loginiu požiūriu ir patikima, bei gali būti naudojama ketvirtos klasės moksleivių matematikos pasiekimų diagnozavimui.

Tyrimo tikslas – atskleisti metodologines, teorines ir empyrines prielaidas, siekiant sukurti pradinė klasių moksleivių matematinių gebėjimų savikontrolės standartizuotą ir patikimą diagnostinę priemonę bei panaudojant tą priemonę atlikti moksleivių matematinių gebėjimų kokybinę analizę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išnagrinėti moksleivių matematinius gebėjimus kaip didaktinės diagnostikos objektą.
2. Parengti matematikos testo, kaip pedagoginės savikontrolės priemonės, sudarymo metodinius nurodymus.
3. Atlikti kokybinę testo klaidų analizę.
4. Patikrinti testo metodologinės kokybės charakteristikas.
5. Empyrinio tyrimo priemonėmis išnagrinėti mneminių procesų (mokomosios medžiagos užmiršimą, kitaip tariant, diagnozuojamo konstrukto stabilumo įvertinimą) įtaką pradinukų matematikos mokymosi pasiekimams.

Darbo struktūra:

1. Įvadas, kuriame apžvelgiama matematikos svarba ir jos dėstymas pradinėse klasėse, akcentuojamas darbo aktualumas, pristatomas tyrimo objektas ir dalykas, numatomi darbo tikslai ir uždaviniai.
2. Teorinė apžvalga.
3. Testavimo tyrimo rezultatai, klaidų analizė.
4. Testo kokybės charakteristikų tyrimas.
5. Išvados ir rekomendacijos.
6. Literatūros šaltiniai.

Tyrimo metodai:

1. Pedagoginės, psichologinės, metodinės literatūros studijavimas, įvairios švietimo dokumentinės medžiagos analizė.
2. Moksleivių testavimas, tiriamųjų darbų analizė.
3. Statistikos metodai: testo užduočių informatyvumo, testo patikimumo analizė.

I. Matematinų gebėjimų turinys ir diagnostika

I.1. Matematinų gebėjimų identifikavimo teoriniai pagrindai

I.1.1. Matematinų gebėjimų samprata

Matematiniai gebėjimai apibūdinti remiantis D. Kiseliovos, A. Kiseliovo „Matematinų gebėjimų diagnostika“ (2004). Pagrindinė problema, susijusi su matematinio mąstymo sąvokos vartojimu „Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“ (2003), „Bendrojo išsilavinimo standartuose“ (1998) bei „Bendrosiose programose ir išsilavinimo standartuose“ (2003) yra jos neapibrėžtumas. Visuotinai priimtas mąstymo kaip sudėtingo proceso, kurio metu formuojama nauja mintinė reprezentacija, apibrėžimas apima praktiškai didžiąją dalį žmogaus intelektualinės veiklos, ir įvairių psichologijos bei filosofijos kryptių atstovai šiai sąvokai teikia skirtingas prasmes. Yra bandymų jas sujungti ir sintetinti bendrą mąstymo sampratą. G. D. Myers (2000), išsianalizavęs daugelį apibrėžimų, išskiria tris pagrindinius mąstymą apibūdinančius momentus:

- mąstymas kognityvus, t. y. vidinis procesas, apie jį sprendžiama iš elgsenos;
- mąstymas – procesas, kurio pagrindą sudaro kognityvinėje sferoje vykstanti manipuliacija žiniomis, informacijos perdirbimas;
- mąstymo procesas yra kryptingas, jo rezultatai išryškėja sprendžiant uždavinius.

Žinant šį labai platų kontekstą, kyla matematinio mąstymo apibrėžties problema. Egzistuoja įvairiais kriterijais paremta mąstymo rūšių klasifikacija: veiksminis, vaizdinis, sąvokinis mąstymas; teorinis ir praktinis mąstymas; produktyvusis ir neproduktyvusis mąstymas; loginis analitinis ir intuityvusis mąstymas ir t. t. (Solso, 2002; Psichologijos žodynas, 1993). Matematinio mąstymo sąvokos apibrėžimo minėtoje literatūroje nėra, kai kur jis aptinkamas, pabrėžiant mąstymo savybes, įgalinančias efektyviai priimti, perdirbti ir generuoti matematinio turinio informaciją.

H.Gardneris (Gardner, 1983) teoriškai pagrindė intelektų gausos teoriją, paremtą sugebėjimo, kaip intelekto raiškos, samprata. Anot jo, viena iš formų yra loginis matematinis intelektas, kuris reiškiasi gebėjimais suprasti, operuoti ir produkuoti aukšto formalizacijos laipsnio simbolinę, koduotą informaciją bei suprasti ir reikšti mintis griežta logine forma.

Matematinio mąstymo ir matematinų gebėjimų klausimais L. Vygotskio idėjų pagrindu fundamentalius tyrimus atliko V. Kruteckis (Крутецкий, 1968, 1978). Jis atrinko aukštus matematikos mokymosi pasiekimus turinčius moksleivius ir tyrė jų psichinių procesų ypatumus. Paradoksalu, bet šio tyrimo fundamentalumas lėmė nedidelį jo rezultatų praktinį taikymą. V. Kruteckis gebėjimams apibūdinti naudojo proceso ypatumų aprašymą. Matematiniai

gebėjimai pasireiškia matematikos užduties sprendimo metu kaip komplekso santykinai savarankiškų bendrųjų psichinių procesų ypatumai. Šia prasme galime kalbėti apie matematinę mąstymą, matematinę atmintį, matematinę vaizduotę, matematinę intuiciją kaip struktūrines matematinų gebėjimų komponentes.

Be to, V. Kruteckis (Крутецкий, 1968) teigia, kad sąvoką „matematiniai gebėjimai“ pradinių klasių moksleiviams galima taikyti tik sąlygiškai, kad šiame amžiuje reikėtų kalbėti tik apie elementariaisiais matematinų gebėjimų komponentų formas. Šių komponentų užuomazgas galima pastebėti jau nuo antros klasės. V. Kruteckis nurodo šešis matematinų gebėjimų vystymosi parametrus, iš kurių tik du savo pradine forma pasirodo žemesnėse klasėse. Tai matematinės medžiagos apibendrinimas ir formalizuotas supratimas. Pirmas – tai gebėjimas suprasti, kas yra bendra skirtinguose uždaviniuose ir pavyzdžiuose, ir kartu nustatyti, kas yra skirtinga. Jaunesniam mokykliniam amžiui būdinga paprasta apibendrinimo rūšis – konkretų atvejį pritaikyti bendrai taisyklei. Antras – mažiau gabūs vaikai atskiras konkrečias užduties dalis suvokia kaip nesusijusias tarpusavyje ir iš karto perskaitę užduties sąlygą pradeda atlikti įvairias operacijas su duotais skaičiais, nesusimąstydami apie užduties prasmę ir nesistengdami išskirti pagrindinius santykius. O gabesnieji siekia išsiaiškinti santykius, siejančius skirtingus rodiklius ir dydžius.

Matematikos mokyme, pedagogikoje, mokykliniuose vadovėliuose labiau paplitęs yra pirmasis iš čia paminėtų požiūrių. Galbūt dėl to, kad pateikia aiškesnį pedagoginio proceso psichologinį pagrindą – jog matematinę vystymąsi lemia sėkmingas įgūdžių įsisavinimas.

Reikšmingus psichopedagoginius tyrimus matematinų gebėjimų srityje atliko A. Anelauskienė (1970), G. Mikšytė (Микштите, 1974), kurių darbų pagrindu pateikiamas matematinų gebėjimų aprašas (pagal V. Kruteckio teorinius teiginius ir terminiją).

Matematiniai gebėjimai, kurių ugdymas yra vienas iš pagrindinių matematikos mokymo ir mokymosi psichologinių tikslų, yra tokie:

- Gebėjimai viską įsiminti prasminiais ryšiais ir santykiais, atsiminti apibendrintas, formalizuotas matematinės struktūras, įsimenant jungti informaciją į logines schemas.
- Gebėjimai formalizuoti ne matematikos medžiagą, atskirti formą nuo turinio, vartojant matematikos sąvokas ir matematinę simboliką, aprašyti įvairių realių objektų modelių kiekybinius ryšius ir santykius, operuoti formaliomis matematinų sąryšių struktūromis.
- Gebėjimai apibendrinti informaciją apie matematinis objektus, išskirti esminius matematinės medžiagos elementus.
- Gebėjimai mąstyti matematinėmis struktūromis, prasmingai operuoti simboliais išreikšta informacija.

- Gebėjimas tuo pačiu metu mąstyti tiesioginį ir atvirkštinį veiksmą, kuriuo pasireiškia mąstymo grįžtamumo savybė, nes tik veiksmas, susijęs su atvirkštiniu veiksmu, tampa mąstymo operacija .
- Gebėjimas logiškai mąstyti, konstruoti matematinių samprotavimų grandines, gebėjimas pagrįsti, argumentuoti, įrodyti matematinius teiginius.
- Gebėjimas mąstyti lanksčiai ir lakoniškai, nešabloniškai.
- Sprendimų lakoniškumo, paprastumo, racionalumo siekis.
- Sugebėjimas sudaryti erdvės figūrų, jų santykių vaizdus.

Šio aprašo privalumas tas, kad remiamasi bazinėmis psichologijos koncepcijomis, aiškiai išreikšta Vygotskio psichologinė mokykla, gebėjimų grupės sudaro atskirus struktūrinius vienetus. Esminiai trūkumai – susipina tiek bendrieji, tiek bendrieji dalykiniai, tiek specialieji dalykiniai gebėjimai, didesnė dalis vartojamų terminų išreiškia vidinius (psichologinius) procesus, todėl tiesioginis šių gebėjimų nustatymas pedagogo veikloje neįmanomas (gebėjimai nėra operacionalizuoti). Nepaisant šių trūkumų, vertinga yra metodologinė nuostata ugdant matematinius gebėjimus orientotis ne į konkrečius rezultatus, bet į procesą. Mokymosi rezultatai, išreikšti šiuo gebėjimų sąrašų yra moksleivio psichinės veiklos kokybės pokyčiai (Kiseliova, Kiseliovas, 2004).

Apibūdinant matematikos mokymosi rezultatus, esminės reikšmės turinti gebėjimo sąvoka oficialiuose dokumentuose nėra apibrėžiama, neišreikštas jos santykis su kitomis matematikos mokėjimą apibūdinančiomis sąvokomis – mokėjimais bei įgūdžiais. To rezultatas yra šių sąvokų sininiminis vartojimas mokytojų parengtose individualiosiose matematikos mokymo programose moksleivių matematinei kompetencijai nustatyti. Apskritai matematinio išsilavinimo standartuose nieko nekalbama apie bendruosius ir specialiuosius matematinius gebėjimus, matematinio mąstymo gebėjimas yra pateikiamas tik kaip bendrųjų dalykinių gebėjimų pavyzdys. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrųjų programų (2003) autoriai išskiria tokias gebėjimų grupes, formaluodami jas kaip bendruosius uždavinius (šių grupių pavadinimai sąlyginai ir dokumente nepateikiami):

- gebėjimai susiję su matematinės kalbos įvaldymu;
- gebėjimai, mokėjimai ir įgūdžiai, susiję su standartinėmis operacijomis;
- gebėjimai, susiję su problemų sprendimu;
- matematinio mąstymo gebėjimai.

Ši struktūra nėra išbaigta, nes trečia ir ketvirta gebėjimų grupės dubliuoja viena kitą. Ginčytinas ir matematinio mąstymo apibrėžimas. Autoriai nurodo tokius matematinio mąstymo raiškos elementus:

- gebėjimas kurti naujas matematikos sąvokas ir žodyną;

- gebėjimas konstruoti algoritmus;
- gebėjimas apibendrinti sąvokas ir rezultatus;
- gebėjimas argumentuoti bei įrodinėti.

Viena vertus, šis požiūris gali būti priimtinas ir operacionalus, nes išeities tašku imama matematikos mokslinės veiklos, kuriant matematinę teoriją, komponentai. Jis artimas Aristotelio pateiktai mąstymo sampratai, pagal kurią tai yra operacija, kurios metu sintetamos mokslinės tiesos, remiantis išorinėmis žiniomis. Tačiau apskritai yra neginčytina, kad mąstymas tiesiogiai susijęs ir su matematikos taikymais, taigi matematinio mąstymo sąvoką apriboti vien teorinių žinių sistemos konstravimo problematika nėra tikslu.

Pagrindinės mokyklos baigiamųjų (2001) ir brandos egzaminų programose (2001) teigiama, jog egzamino metu vertinami moksleivių pasiekimai dvejose pagrindinėse matematinės veiklos srityse – matematinių žinių ir procedūrų reprodukovimo bei matematikos taikymo ir matematinio mąstymo. Tai taip pat prieštarauja klasikinei mąstymo ir matematinio mąstymo sampratai, tačiau atitinka bendrosiose programose pateiktą klasifikaciją. Apskritai bendrosiose programose bandymas mąstymą (matematinį mąstymą) atsieti nuo užduočių sprendimo yra nepagrįstas. Užduočių, problemų sprendimas yra mąstymo proceso terpė.

Iš to, kas pasakyta, galima pasirinkti darbinę sampratą, kad matematiniai gebėjimai yra skaičiavimo įgūdžiai ir mokėjimas spręsti įvairaus pobūdžio bei lygmens matematinius uždavinius. Vadinasi, gebėjimo terminu sujungiamos klasikinėje didaktikoje vartojamos mokėjimų ir įgūdžių sąvokos yra anglų kalbos termino *skills* atitikmuo. Kita vertus, matematinių gabumų terminu nužymėsime moksleivių individualius ypatumus, sietinus su prigimtinėmis savybėmis ir lemiančius matematinės veiklos sėkmę.

1.1.2. Matematinio mąstymo psichologiniai matmenys

D. Kiseliova, A. Kiseliovas (2004), remdamiesi G. Butkiene, A. Kepalaite (1996), teigia, kad matematinio mąstymo esmė – užduties, problemos sprendimas, atsakymo į klausimą ieškojimas. Jeigu uždutys sprendžiamos neįsisamoninant klausimo, mintyse neformuluojant prielaidų ir jų netikrinant, tai nemąstoma. Pirmasis mąstymo požymis – užduties ar problemos suvokimas, klausimo ar hipotezės suformulavimas. Antrasis mąstymo požymis – optimalaus sprendimo ieškojimas atsižvelgiant į situaciją, užduties sprendimas remiantis visų jo sąlygos duomenų ir jų tarpusavio santykių visapusišku įsisamoninimu. Algoritminės užduties sprendimas arba užduties sprendimas pagal pavyzdį nėra tikrasis mąstymas.

Egzistuoja dvi matematinio vystymosi tyrimų sritys, du požiūriai į kognityvinį vystymąsi. Pirmasis požiūris remiasi išmokimo teorija – žinios įgyjamos per paprastus ir bendrus

mechanizmus. Tai elgesio tyrimų sritis, kuri koncentruojasi ties skaičiavimo įgūdžiais ir į matematinių gebėjimų augimą žiūri kaip į sėkmingai panaudojamų įgūdžių visumą. Antrasis požiūris – tai stadijų teorija. Kognityvinis vystymasis traktuojamas kaip žinių rekonstrukcijų seka. Šis požiūris akcentuoja skaičiaus sąvokos supratimo keitimąsi, bet dažnai mažai dėmesio skiria vaikų skaičiavimo įgūdžių tyrimams. Pirmasis požiūris paremtas išmokimo teorija, t.y. idėja, kad žinios įgyjamos per paprastus ir bendruosius mechanizmus. Ši tyrimų kryptis nagrinėja visų pirma skaičiavimo įgūdžius, o į matematinių gebėjimų raidą žiūri kaip į sėkmingai panaudojamų įgūdžių visumą.

Stadijų teorija kognityvinį vystymąsi traktuoja kaip žinių rekonstrukcijų seką; šios krypties atstovai pabrėžia sąvokos kaitą, bet mažai dėmesio skiria skaičiavimo įgūdžiams. Jo pagrindėjo J. Piaget (Пиаже, 1969) manymu, adityvinės ir multiplikacinės operacijos glūdi jau pačiame skaičiuje, nes jis yra adityvinis vienetų junginys, o vieno vienetų junginio kiekvieno elemento atitikimu kito junginio kiekvienam elementui išreiškiama daugybos operacija. Todėl svarbiausias adityvinių ir multiplikacinių operacijų formavimosi tyrimų klausimas yra daiktų klasės ir skaičiaus santykiai. Skaičiaus formavimasis susijęs su klasių ir loginių ryšių formavimusi, skaičius yra būtinas išsamiam loginių struktūrų susiformavimui. Klasė nuo skaičiaus skiriasi tuo, kad skaičių sudarantys vienetai yra vienas kitam panašūs, o klasės dalys sujungiamos dėl jų bendrų bruožų – kokybiniu požiūriu.

Pagal vaiko gebėjimą suvokti vienu metu visumą ir elementus išskiriamos trys adityvinių operacijų vystymosi fazės:

- Pirmoje stadijoje vienetų ir visumos supratimas iš pradžių eina vienas po kito, nesusiedami; vėliau visumos suvokimas vis labiau ir labiau derinamas su elementų seriacija. Iš to eina laipsniškas skaičiaus ir adityvinių kompozicijų formavimasis.
- Antroje stadijoje vaikas jau pajėgus nustatyti ir detalių, ir visos formos atitikimus, susieti suskaičiavimą ir sumavimą, sintetinti dviejų elementų junginių atitikimą; tačiau šitai paremta vaizdumu tiek, kiek percepcinis vaizdumas laikinai sujungia.
- Trečioje stadijoje suskaičiavimas ir susiejimas tvirtai sintetinami, tampa operacionalūs ir nepriklausomi nuo figūrų suvokimo. Šią laipsnišką koordinaciją J. Piaget aiškina mąstymo grįžtamumo progresu.

Tokį matematinio suvokimo vystymąsi J. Piaget sieja su grįžtamojo ryšio suvokimo atsiradimu. Jis teigia, kad skaičiaus formavimasis neatskiriamai susijęs su klasių ir loginių ryšių formavimusi. Formuojantis multiplikaciniam mąstymui yra svarbu ekvivalentiškumo tarp objektų grupių nustatymas. Tai siejasi su daugybos veiksmo psichologiniu suvokimu. Ekvivalentiškumo santykių nustatymo vystymuisi J. Piaget taip pat skiria 3 periodus:

- nepavyksta nustatyti ekvivalentiškumo santykių;

- pavyksta tik tada, kai elementai turi tas pačias savybes;
- pavyksta iš karto pereiti nuo vaizdumo prie operacijos.

J. Piaget atkreipė dėmesį, kad tarp septynerių ir vienuolikos metų pasikeičia vaiko mąstymo kokybė ir viršija tas galimybes, kurias vaikas buvo pasiekęs per priešoperacinį periodą. Nors vaikas sugeba geriau mąstyti, jo loginis mąstymas dar nėra toks abstraktus ar sudėtingas, kaip kitu periodu (paauglystėje), kada jis pasiekia aukščiausią lygmenį. Vaikui per sunku spręsti hipotetines, abstrakčias problemas. Jis jas gali išspręsti tik sukonkretintas, pateikus pavyzdžius arba daiktus. Vaikui gali būti sunku išspręsti paprastą aritmetinę užduotį, kai ji pateikiama žodžiais, pvz., „pridėk prie keturių penkis“, tačiau tai vaikas gali sėkmingai atlikti padėjus ant stalo keturis ir penkis obuolius. Vidurinėje vaikystėje vaikas, sprendamas konkrečias problemas, pradeda naudotis loginiu mąstymu. J. Piaget nuomone, konkretus operacinis mąstymas kyla iš ankstesnio priešoperacinio mąstymo progresyvių pasiekimų. Vaiko pažintinę sugebėjimo raidą lemia vis geriau įsisamoningama kalba. Priešoperaciniu periodu taip pat pamažu silpnėja vaiko egocentrizmas ir padidėja socialiniai sugebėjimai. Tačiau jo mąstymas vis dar yra ribotas, nes priešoperacinio mąstymo stadijos metu vaikui sudėtinga pereiti nuo tiesiogiai suvokiamų dalykų prie kompleksinių, abstrakčių kognityvinių operacijų. Skaičių seką pradeda suprasti septynerių aštuonerių metų vaikas. Jis taip pat įsisąmonina tokias logines operacijas kaip tapatumas, grįžtamasis ryšys, dviejų objekto ypatybių sąryšis, išmoksta sudėti ir atimti, dalyti ir dauginti, taikydami tuos naujus įsisąmonintus principus kiekvienu konkrečiu atveju. Be loginių ir aritmetinių operacijų, konkreta operacinio mąstymo stadijos metu vaikas įsisąmonina kai kurias erdvinio mąstymo operacijas. Jų prigimtis yra geometrinė, nes jomis įvertinamas atstumas tarp įvairių daiktų, taip pat projekcinio pobūdžio, nes leidžia spręsti apie daiktų erdvinius tarpusavio ryšius.

J. Piaget ir jo bendraminčiai pabrėžė, kad amžiaus ribos yra tik apytikrės ir nefiksuotos kiekvienas vaikui, nepriklauso nuo kultūrinės aplinkos, kurioje vaikas auga. Jis taip pat mano, kad kognityvinė raida, kurią jis aprašė kaip raidos stadijų seką, iš tikrųjų yra nenutrūkstama ir laipsniška, t.y. stadijos nėra statiškos ir fiksuotos.

Pasak J. Piaget (Piаже, 1969), ketvirtokai pagal amžių atitinka konkrečių operacijų periodą. Šiame amžiuje vaikas gali atlikti įvairias logines operacijas, bet tik su konkrečiais daiktais. Jis jau manipuliuoja dviem veiksmais objektyviau ir logiškiau, bet jo mąstymas dar labiau susijęs su objektais ir įvykiais, kurie yra dabar, negu buvo patirti anksčiau. Šio amžiaus vaikas pamažu pradeda spręsti klasifikavimo, grupavimo ir išdėstymo eilėje uždavinius, nors veikiančių dėsnių iki galo neįsisąmonina. Jam dar sunku abstrakčiai mąstyti, todėl reikia konkrečių pavyzdžių, kurie padėtų sudaryti mąstymo sąsajas. Ikimokyklinio amžiaus vaikams dar gana sudėtinga klasifikuoti objektus ir ypač susieti klasifikavimo sistemas.

Serijavimas reiškia objektų dėliojimą į serijas lyginant tos pačios klasės objektus pagal tam tikrus požymius: pavyzdžiui dėliojant pagaliukus nuo mažiausio iki didžiausio arba kreidutes nuo šviesiausios iki tamsiausios. Kaip ir kitas logines operacijas, serijavimą vaikas pradeda suprasti priešoperacinio periodo pabaigoje, tačiau iki septynerių ar aštuonerių metų jo visiškai neįsisąmonina. Praktiškai vaikai dažnai sprendžia su serijavimu susijusius uždavinius. Vienas iš jų yra skaičių sekos išvardijimas. Nors teisingai išvardyti moka jau kaikurie ketverių metų penkerių metų vaikai, tačiau tai dar nereiškia, jog jie supranta, kad skaičių seka yra tam tikra serija ir kad kiekvienas tos sekos narys turi skirtingą vertę. Ne tik skaičių supratimas, bet ir kitos svarbios sampratos apie išorinį pasaulį susiformuoja įvaldant logines operacijas. Medžiagos kiekio išsaugojimo samprata susiformuoja tik apie 7 – tuosius gyvenimo metus, kuomet vaikas išmoksta atlikti atvirkštines operacijas. Operacijų, turinčių atvirkštumo savybę, atsiradimas leidžia vaikui iš dalių sukurti visumą, grįžtant atgaline tvarka prie pradinio taško. Tada vaikas jau gali suprasti, kad, keičiantis objektų išoriniam vaizdui, objektai ir jų savybės nekinta. Tada jis pradeda formuoti ir kitas sampratas apie išorinį pasaulį. Vaiko proto veiksmų struktūra įgyja atvirkštinių operacijų, atliekamų mintyse, formą. Tai keičia ne tik vaiko mąstyseną, bet ir sąmonę. Keičiasi vaiko moraliniai samprotavimai, jis pradeda atskirti elgesį ir to elgesio motyvą. Keičiasi psichiniai procesai: suvokimas, atmintis, vaizduotė, valia ir kalba.

J.Piaget sako, kad norint eiti iš vienos intelekto raidos stadijos į kitą, vidinio subrendimo nepakanka. Kognityvinis (pažinimo) augimas – aktyvus procesas: vaikas nori veikti ir aplinką pritaikyti sau. Sistemingai nemokomo vaiko galimybės pereiti iš vienos stadijos į kitą yra minimalios. Pasak J.Piaget, tik formaliųjų operacijų etape įsitvirtina gebėjimas operuoti žmogiškaisiais santykiais apskritai, vadovautis apibendrintais socialinės elgsenos principais ar net juos kurti. Pagal šią teoriją asmenybės pozicija formuojasi dėl poreikio derinti asmeninį požiūrį į tikrovės reiškinius su kitų asmenų požiūriu. Jaunesniojo mokyklinio amžiaus vaikų sąmonėje plėtojasi psichinių procesų laisvumas, formuojasi mokėjimas sąmoningai kelti savus veiksmų tikslus ir rasti priemones jiems pasiekti. Todėl, jeigu mokytojas organizuoja mokymą taip, kad mokinys nežino arba nesupranta, kam reikia vienu ar kitų veiksmų, jeigu tie veiksmi nemotyvuojami nei praktiniu, nei pažintiniu požiūriu, tai mokinys, baigęs antrą ar trečią klasę, gali pasidaryti abejingas mokymuisi ar netgi priešiškas. Tokio amžiaus vaiko sąmonėje palankiausiomis sąlygomis greitai plėtojasi itin svarbūs visam tolesniam mokymuisi ir gyvenimui psichiniai procesai, kaip refleksija (mokėjimas objektyviai analizuoti savo veiksmus ir poelgius, atsižvelgiant į tai, ar jie atitinka veiklos tikslus ir sąlygas), vidinis veiksmų planas (mokėjimas planuoti ir mintimis vykdyti įvairius veiksmus, atsižvelgiant į iškeltą uždutį). Tuo pačiu metu greitai forimuojami vaikų pažintiniai sugebėjimai, mokėjimas stebėti, valingas dėmesys, atmintis, vaizduotė.

Apibendrinant reikia pabrėžti, kad, ugdant matematinę mąstymą ir siekiant sistemingo matematinių žinių įsisavinimo, būtina atsižvelgti į vaiko psichologinės raidos stadiją.

1. 2. Mokymo(si) rezultatų diagnostavimo teoriniai pagrindai

1.2.1. Testo sąvoka

Testavimas – matavimo procedūra, kurios metu iš anksto sukonstruotu ir pagrįstu etaloninių užduočių, klausimų pagrindu reliatyviai įvertinamas individualių savybių kiekybinės išraiškos laipsnis (Merkys, 1999).

Tiek stebint tiriamąjį objektą, tiek eksperimentuojant, tyrėjas stengiasi gauti naujų dokumentų, atskleisti naujų dėsningumų. Norint išsiaiškinti, kiek tiriamasis asmuo arba jo motorinės bei psichologinės savybės atitinka jau anksčiau nustatytas normas bei standartus, neretai atliekamos įvairios matavimo procedūros, todėl patys testai gali būti labai įvairūs (sportinio treniruotumo, funkcinių galių, psichologinių ypatumų).

Kaip atskira gebėjimų ir pasiekimų testų atmaina yra mokykliniai testai, jie padeda gauti atsakymus į tokius klausimus, kaip: ar vaikas jau pasirengęs lankyti numatomo tipo mokyklą, pereiti į aukštesnę mokymo pakopą. Dalis mokyklinių testų būna susieti su taskiromis, konkrečių dalykų programomis. Tai suteikia galimybes standartizuotai įvertinti konkretaus mokinio pasiekimų rezultatus duoto dalyko srityje.

Normomis pagrįstus testus C.M.Charles (1999) vadina kruopščiai sudarytais testais, kurie paprastai yra komerciniai ir skirti parodyti, kokie yra individai (ir mokyklos), lyginant juos vienus su kitais. Balai, kuriuos gauna individas iš normomis pagrįsto testo, paverčiami išvestiniais rodikliais, pavyzdžiui, procentiliais ar klasės ekvivalentu, kurie leidžia parodyti santykinę padėtį. Šie balai parodo, kaip mokinys atliko užduotį lyginant su kitais mokiniais, atlikusiais tokį pat testą.

Normomis pagrįstas matavimas ypač naudingas, kai norime

- 1) mokinius suskirstyti, sugrupuoti;
- 2) atrinkti tiksliai nurodytą skaičių mokinių (t. y. atrinkti pagal konkursinius reikalavimus);
- 3) nuspręsti, ar mokinys yra išmokęs daugiau ar mažiau už kitus mokinius (Gage N.L., Berliner D.C., 1994).

Normomis pagrįsti testai yra būdas siekti, kad žemesnio pažangumo mokiniai siektų aukštesnio pažangumo.

Nepaisant to, kokią vietą testuojamasis užima tarp savo grupės narių, normomis pagrįsti testai niekada nepasako, ar jis moka vieną ar kitą dalyką. Mokinių mokymosi rezultatai turi būti

nustatomi *kriterijais pagrįstais testais*, išskyrus tuos atvejus, kai testavimo tikslas – atrinkti dalį mokinių, turinčių pranašumą kurioje nors srityje. Kriterijais pagrįstuose testuose individo sugebėjimai matuojami, lyginant juos su tam tikru kriterijumi. Ši kriterijų arba standartą iš anksto nustato tos srities specialistai. Kriterijais pagrįsti testai sudaromi taip, kad kiekvienas testo klausimas būtų tiesiogiai susijęs su mokymo tikslu, todėl jie dažniausiai naudojami švietimo programų kokybei ir minimaliems mokinių įgudimo lygiams įvertinti.

Kriterijais pagrįstas testas matuoja, ar mokinys yra išmokęs tiek, kad jo išmokimas atitinka kriterijus arba yra tam tikro lygio. Testo balai priklauso nuo tam tikro absoliutaus kokybės standarto, kuris nepriklauso nuo to, kiek yra gavę balų kiti mokiniai, atlikę tokį patį testą ir išėję tą patį kursą. Minėtu testu testuojama, kai norima:

- 1) įvertinti individualizuoto mokymo programą;
- 2) nustatyti, kas mokiniui sunkiau sekasi;
- 3) nustatyti mokinio kurios nors srities gabumus;
- 4) nustatyti, ką mokinys yra išmokęs;
- 5) nustatyti mokinio išmanymą, dalyko supratimą;
- 6) nustatyti, ar jau galima pereiti prie tolimesnio programos vieneto, dalyko skyrelio aiškinimo;
- 7) visų pirma nustatyti mokinio įgūdžius, mokėjimą naudotis kuo nors;
- 8) atrinkti kur nors mokinius ne konkurso keliu;
- 9) skatinti mokinius, kad daugiau bendradarbiautų, o ne varžytųsi vienas su kitu (Gage N.L., Berliner D.C., 1994).

Standartinis testas yra toks testas, kuris buvo duotas tam tikrą žmonių grupę reprezentuojančiai didelei grupei asmenų, todėl testo balai gali būti palyginti su tos grupės balais (Gage N.L., Berliner D.C., 1994). Vadinasi, normomis pagrįsti standartiniai testai nurodo normas, kurios leidžia bet kurio mokinio balus palyginti su daugelio kitų mokinių balais. Minėtų testų patikimumas yra didelis ir dažnai apie 0,90.

Standartiniai testai nurodo ne tik normas, juos rengia specialistai, kurie naudoja testavimo techninėmis priemonėmis, statistikos ir mokslinio tyrimo žiniomis. Kartu su standartiniu testu paprastai yra pateikiama daugiau ar mažiau išsami informacija apie tą testą – jo loginis pagrindimas, tikslai, jo sudarymo teiginių parinkimo principai. Informuojama apie testo patikimumą ir validumą. Pateikiama ir tam tikra instrukcija, kaip mokiniai turi tą testą atlikti, kaip jį užpildyti, kiek tam skirta laiko. Iš kriterijais pagrįstų testų sužinoma, kaip mokinys atliko užduotį, lyginant su tam tikru kriterijumi, o ne su kitų mokinių atlikimu.

Yra skiriami šie standartinių testo tipai: gabumų testai, mokymosi rezultatų testai, nekognityviniai testai. Gabumų testai sudaro gana teisingą nuomonę apie moksleivio gebėjimus

ir dažniausiai naudojami atrenkant moklseivius į aukštąsias mokyklas, koledžus ir t. t. standartiniai mokymosi rezultatų testai naudojami, kai reikia įvertinti, kaip mokinys yra išmokęs kurio nors dėstomo dalyko ar programos dalį. Šio testo duomenys parodo, kaip kurios nors klasės, mokyklos, vieno rajono mokyklų, visų respublikos mokyklų mokiniai yra išmokę kurį nors dalyką palyginti su grupe, pagal kurią buvo nustatyta norma. Skirtumas tarp gabumų testų ir mokymosi rezultatų testų, pirmiausia tai, kad skirtinga testų paskirtis; gabumų testai yra naudojami mokymo rezultatams prognozuoti t. y. kokie bus mokymosi rezultatai ateityje, o mokymosi rezultatų testai yra naudojami jau atlikto darbo rezultatų, praeities mokymosi rezultatų įvertinimui. Tezultatų testo turinys visuomet atitinka mokymo turinį, o gabumų testo turiniui tai nėra būtina. Gabumų testai turi būti validūs atrankos ir prognozės atžvilgiu, o rezultatų testai labiau susiję su tuo, ko buvo mokyta, turi būti validūs turinio atžvilgiu. Gabumų testai, numatantys ateities veiklos rezultatus, negali būti pagrįsti kriterijais.

Šalia gabumų ir rezultatų testų naudotini testai kitoms žmogaus savybėms triti. N. L. Gage, D. C. Berliner (1994) šiuos testus vadina nekognityviniais. K. Kardelis (1997) išskiria psichodiagnostinių testų keletą tipų.

Požiūrio testas – remiasi prielaida, kad viskas, kas psichiška, gali būti kiekybiškai arba kokybiškai išmatuota. Šie testai reikalauja, kad tiriamasis įvertintų savo elgesį, polinkį kokiam nors veiklai, įpročius, pomėgius ir t. t. tačiau reiktų nepamiršti, jog žmogaus elgesys kartais visiškai neatitinka jo požiūrio arba net gali būti jam priešingas. Todėl nesant pagrindo tikėti tiriamųjų atsakymų nuoširdumu, tyrimo rezultatus reiktų vertinti tik kaip nuomonės tyrimą.

Interesų testas. Interesas – tai elgesio būdas, subjektyvi poreikio išraiška, pasireiškianti polinkiu atskiroms veiklos ar žinių sritims. Praktiniu požiūriu šie testai svarbūs tuo, kad jų rezultatai įgalina daryti tam tikrą pedagoginę mokymo proceso korekciją, o teoriniu požiūriu interesų testai padeda nustatyti ir įvertinti interesų vaidmenį asmenybės raidai.

Motyvų testai. Tiriant motyvus galima nustatyti elgesio pasireiškimo prielaidas. Tačiau tarp realaus elgesio motyvų ir motyvų, išreikštų per apklausą, gali būti didelių skirtumų, nes respondentai kartais paprasčiausiai negali įvertinti savo elgesio motyvų vien dėl to, kad jie nežino arba jiems sunku atrinkti svarbiausiąjį visame motyvų komplekse. Motyvacijos tyrimai svarbūs tuo, kad žinant elgesio priežastis, lengviau taikyti ugdymo priemones.

Vertybinių orientacijų testai. Vertybinė orientacija – viena iš prielaidų, galinčių paskatinti asmenį kokiam nors veiklai. „Jos tiesiogiai susijusios su savęs vertinimu ir atspindi ne tai, ką žmogus laiko svarbiausiu gyvenime moraliniu – etiniu požiūriu, o tai, kas yra labiausiai vertinga tam ar kitam asmeniui, priklausomai nuo jo poreikių ir galimybių“ (Kardelis K., 1997).

I.2.2. Diagnostinių testų konstravimas

D. Kiseliova, A. Kiseliovas monografijoje „Matematinų gebėjimų diagnostika“ (2004) teigia, kad moksleivių matematinų gebėjimų diagnostinių (tarp jų ir didaktinių ar pasiekimų) testų rengimas – specifinė mokslinio pažinimo sritis, realizuojama pagal griežtus standartus (žr. Standarts for educational and psychological testing, 1999). Testų teorijoje sukurtas išsėtas matematinis aparatas, skirtas testų konstravimo procedūroms pagrįsti.

Testas – tai matavimo priemonė. Matavimas šiandien apibrėžiamas kaip vienareikšmiškas skaitmeninių reikšmių priskyrimas objektams bei jų santykiams. Matavimo rezultatas – duomenų matrica, kurios atžvilgiu jau galima taikyti matematinis metodus; pastaroji aplinkybė svarbi tiek euristikos, tiek loginio pagrindimo požiūriu. Matavimo dėka tolesnio tyrimo metu jau dirbama ne su „žalia“ pirmine realybe, bet su abstrakčiu jos teoriniu modeliu. Testo užduotis yra ne kas kita, kaip išorinis stimulus, kad diagnozuojamasis asmuo atliktų tam tikrus veiksmus (verbalinius ar praktinius).

Testo užduočių atranka yra iteratyvus procesas, vykstantis klaidų ir bandymų keliu. Pradžioje testo stimulinė medžiaga parenkama grynai intuityviai, pavyzdžiui, remiantis patirtimi, metodine literatūra ir pan. Po to jos diagnostinis veiksmingumas tikrinamas empyrinėmis ir statistinėmis priemonėmis.

Skiriamos klasikinė testų teorija (Classical test theory, CTT; Gulliksen, 1950; Анастаси, Урбина, 2001) ir tikimybinė testų teorija (Item response theory, IRT; Hambleton, Swaminathan, 1985).

Svarbiausias konstruojamo testo užduočių atrankos kriterijus yra testo užduoties skiriamoji geba, kuri CTT yra apibrėžiama kaip koreliacijos koeficientas tarp užduoties atlikimo įverčio ir testo bendro balo; kuo aukštesnė koeficiento reikšmė, tuo užduotis „tiksliau“ diferencijuoja tiriamuosius, pasižyminčius matuojamos savybės aukštu ir žemu lygiais.

Paklaidą galima kontroliuoti tik empyriškai, kitaip tariant, lygiagrečiai kartojant matavimus ir lyginant jų duomenis tarpusavyje. Todėl testų teorijoje ir praktikoje lygiagrečiam kartotiniam matavimui tenka išskirtinis vaidmuo. Yra išplėtota daug šios technikos būdų: tęstiniai matavimai, to paties testo skaidymas pusiau, lygiagrečių (visiškai identiškų) testo variantų kūrimas. Visais atvejais testo matavimo prietaiso patikimumas randamas, nustatant statistinio sąryšio glaudumą tarp lygiagrečių pakartotinių matavimų. Tačiau testas, kurio paklaida tiek maža, jog gali būti ignoruojama, laikomas metodologiškai kokybišku. Pažymėtina, jog patikimumas yra testo metodologinė charakteristika, atsakanti į klausimą, kaip tiksliai testas matuoja, nepriklausomai nuo to, ką jis matuoja.

Psichopedagoginio tyrimo procedūra, atsakanti į klausimą, kas matuojama (nepriklausomai nuo to, kaip tiksliai matuojama), yra validacija, o atitinkama testo metodologinės kokybės charakteristika yra validumas. Testų teorijoje yra sukurta daug validacijos ir validumo rūšių (Lienert, Raatz, 1994). Svarbiausios jų yra trys: turinio (loginis) validumas, konstrukcinis (teorinis) validumas ir kriterinis validumas. Turinio validumas yra vienintelis, kuris grindžiamas teorinėmis verbalinėmis priemonėmis; ši validumo rūšis itin svarbi gebėjimų diagnostikoje, ja remiantis atliekamas pirminis užduočių parinkimas. Kitos validumo rūšys realizuojamos empyriškai, statistinių skaičiavimų pagrindu.

Pagrįstai galima teigti, jog testavimas kaip socialinė ir edukacinė praktika Lietuvoje akivaizdžiai „įgauna pagreitį“. Antai pereita prie iš dalies standartizuotų vidurinio bendrojo lavinimo brandos egzaminų, universitetuose testai naudojami ne tik imatrikuliaciniams sprendimams pagrįsti, bet ir eilinio egzamino metu. Testai vis drąsiau taikomi socialinių mokslų (psichologijos, edukologijos, sociologijos bei vadybos) disertacijos bei magistrų darbuose. Plačiai testai taikomi miestų, rajonų pedagoginėse ir psichologinėse tarnybose, klinikinės psichologijos praktikoje, privačiose įdarbinimo firmose, taip pat optimizuojant įmonių bei organizacijų vadybą.

Literatūros apie testus analitinė apžvalga rodo, jog kai kuriais klausimais nuolat vyksta teorinė metodologinė konfrontacija ir apie bendrą nuomonę kalbėti netenka. Vienas iš ryškiausių šios konfrontacijos bruožų yra tradiciškai apibūdinta klasikinės ir tikimybinės testų teorijų priešprieša. Tačiau testavimo konceptų konfrontacinė įvairovė rikiuojasi ne tik pagal formalų matematinį pagrindą, bet ir pagal diagnostinių testavimo procedūrų tikslinę paskirtį bei turinį (Kiseliova, Kiseliovas, 2004).

Ilgą laiką testavimas funkcionavo išimtinai norminių testų bazėje. Jų esmė ta, kad individualus tiriamojo įvertis palyginamas su standartizuotomis normomis, sudarytomis tikslinėje statistinėje populiacijoje. Toks testavimas remiasi normaliojo skirstinio matematiniu modeliu. Norminių testų paskirtis iš esmės apsiriboja tiriamųjų rangavimu pagal matuojamos savybės raiškos laipsnį ir selekciniu grupavimu. Ilgainiui šitokia metodinė prieiga ėmė nebetenkinti mokslinio tyrimo ir praktikos poreikių. Jos pradinis netobulumas pirmiausiai išryškėjo edukacinio testavimo, o vėliau ir diferencinės psichologijos bei kitų diagnostikos krypties praktikoje. Tiriamųjų rangavimo ir atrankos procedūros yra daugiau švietimo administravimo užduotis, o ugdymo proceso požiūriu jos apskritai yra mažai prasmingos. Pedagoginiu požiūriu yra svarbus ne rangavimas, bet konkretus žinojimas, ką ir kaip pagal mokymo planą mokinyš ar jų grupė moka (arba nemoka). Beje, ir egzaminuojant rangavimas neretai buna antraeilis dalykas. Antai egzaminuojant vairavimo kursų klausytojus, visų svarbiausia atsakyti į klausimą, ar tiriamasis jau pasiekė būtiną (kriterinį) žinių bei įgūdžių

lygmenį, leidžiantį savarankiškai valdyti transporto priemonę, ar dar ne. Šitokio tipo diagnostiniams uždaviniams spręsti ir buvo sukurtas kriterinių testų konceptas (Kiseliova, Kiseliovas, 2004).

Pedagoginių tyrimų praktikoje dominuoja gebėjimų testai, kurie yra skirti mokymo ar mokymosi pasiekimų diagnostikai, o gabumų testai įvertina asmens visuomeninę kasdienio gyvenimo patirtį (Анастази, Урбина, 2001). Gebėjimų testai paprastai diagnozuoja respondento pasiekimus baigus atitinkamą mokymo kursą (temą, skyrių, programą). Tačiau realioje terpėje griežtos linijos tarp gebėjimų ir gabumų nubrėžti neįmanoma, nes bet kuris kognityvinis testas, nepriklausomai nuo jo tradicinio įvardijimo (gabumų, gebėjimų, pasiekimų), įvertina ne tik tai, ką tiriamasis yra pasiekęs testavimo momentu, bet ir jo išsivystymo lygį, sąlygojamą įvairių individualių savybių. Nė vienas testas neatskleidžia to, kaip ir kodėl konkretus asmuo pasiekė atitinkamą lygmenį ar rezultatą. Norint tai išsiaiškinti, būtina ištirti daug ir įvairių faktorių, apibūdinančių tiriamojo gyvenimo patirtį.

Testai paprastai sudaromi iš užduočių, kurioms pateikiami keli pasirenkami atsakymai arba atsakymas yra konstruojamas. Jeigu respondentas testo užduoties atsakymą pasirenka, tai net patyrusiems testų sudarytojams vidutiniškai tenka tik viena užduotis iš keturių, atrenkamų į galutinį testo variantą; likusios atmetamos, kadangi jų išspręstumo struktūra populiacijoje yra netinkama: užduotys yra per sunkios arba per lengvos, menka testo užduočių skiriamoji geba, testo užduotys silpnai koreliuoja su išoriniu kriterijumi. Tokio tipo testai „perėję“ griežtą psichometrinių tyrimų ir tenkinantys akademinis standartus, vadinami formaliaisiais. Tuo tarpu testai, kurie nesiremia empiriniu statistiniu tyrimu, kitaip tariant, yra sudaryti remiantis vien ekspertiniu profesiniu racionalumu, vadinami neformaliaisiais testais (Ingenkamp, 1988). Tokie testai nėra traktuojami kaip instrumentai, tenkinantys moksliskumo kriterijų. Minimi testai geriausiu atveju tenkina tik praktinio profesinio racionalumo kriterijus – tai informaciniai testai (Jovaiša, 2001).

Kai mokytojas iš patirties sudaro standartinių užduočių seką ir patikrina moksleivių žinias, tai jis naudoja informacinį testą. Tokio testo konstravimas paprastai tris etapus: testo projektavimą, užduočių parinkimą ir užduočių analizę (Анастази, Урбина, 2001). Mokytojo profesinės veiklos požiūriu tokia procedūra gali būti visai prasminga ir netgi efektyvi. „Savos gamybos“ testai patys savaime nėra nei geri, nei blogi. Jie paprasčiausiai netenkina moksliskumo kriterijaus, kadangi jų psichometrinės kokybės rodikliai paprastai lieka nežinomi.

Visas mokyklinės žodines ir raštiškas užduotis galima vadinti informaciniais testais, bet kartu pagal jų atlikimo kokybę moksleiviai priskiriami prie gerai, vidutiniškai ir blogai besimokančiųjų. Taigi mokytojų ar mokyklų vadovų parengti testai diagnozuoja moksleivių žinių, mokėjimų ir įgūdžių lygį.

Praktika yra parodžiusi, kad mokytojų parengti kontroliniai darbai skirtingai atspindi tos pačios klasės moksleivių išsilavinimą. Kai užduotys sunkios – pažangumas žemas, kai jos lengvos – pažangumas aukštas. Manoma, kad vidutiniško sunkumo užduotys geriausiai išskirsto mokinius į stiprius, vidutiniškus ir silpnus. Bet yra ir kitokių nuomonių. Teigiama, kad vidutinio sunkumo užduotys nesudaro sąlygų atskleisti tikrąjį moksleivių pajėgumą – jos tinkančios tik vidutiniškiems ir silpniems išskirti. Todėl reikalaujama į testo užduočių sistemą įtraukti įvairias sunkumo užduočių (Kiseliova, Kiseliovas, 2004).

Edukacinių (didaktinių) testų branduolį sudaro testai, skirti mokymo bei mokymosi tikslų realizavimui patikrinti. Testavimo uždaviniai ir tyrimo instrumentai čia peržengia ugdymo rezultatų diagnostiką, skverbiasi į ugdymo sąlygų bei prielaidų diagnostikos sferą; ribos tarp edukacinio ir psichologinio testo žymia dalimi išnyksta, ryškėja edukacinių ir psichologinių testų supanašėjimas. Šiuolaikiniam etapui būdinga šitokia nuostata: jeigu pedagogas ugdo visapusišką asmenybę, tai ir diagnozuoja visybišką asmenybę, įskaitant integralias jos ugdymo sąlygas.

Mokymo rezultatų diagnozavimo problemų apžvalga liudija, jog naujo testo kūrimas – sudėtingas, reikalaujantis išsamių tyrimų ir gausios empirinės medžiagos nuodugnaus apibendrinimo.

I. 2.3. Testo užduočių parinkimas

D. Kiseliova ir A. Kiseliovas monografijoje „Matematinų gebėjimų diagnostika“ (2004) pateikia testo konstravimo mechanizmą. Praktikoje bet kokio diagnostinio, didaktinio (mokymosi rezultatų) ar psichosocialinės aplinkos įtakos atskirų mokomųjų dalykų mokymosi pasiekimams įvertinti testo sukūrimas ir įvertinimas yra ne tik daug laiko ir darbo, bet ir bendrą jį konstruojančių ir testavimo specialistų pastangų reikalaujantis darbas. Trumpai aptarsime metodus, naudojamus sudarant tokio lygio testus, skirtus akademinų žinių ir tam tikrų akademinų instrukcijų supratimui įvertinti, apžvelgsime testų konstravimo patirtį remdamiesi tradiciniais ir labai praktiškais testo sudarymo ir įvertinimo metodais, susijusiais su klasikine testų teorija (Walonick, 1997 – 2003, 2004, Gendall, 1998, Coombe, Hubley, 2004).

Testų konstravimas susideda iš eilės nuoseklių veiksmų:

1. Pirmiausia reikia apibrėžti žinių ir gebėjimų sritį, iš kurios respondentai bus testuojami (pvz., pradinės mokyklos matematika – tikimybinis, kritinis ar kūrybinis mąstymas).
2. Pasirinkti gebėjimų užduotis ar mąstymo procedūras (prisiminimas, analizė, sintezė, apibendrinimas, pritaikymas, atradimas ir t.t.), kuriomis tiriamieji naudosis, atlikdami vieną ar kitą testo užduotį ar atsakinėdami į anketos klausimus.

3. Parengti pirminį testo variantą, kurio klausimai ar užduotys vienareikšmiškai apibrėžia žinių ir gebėjimų sritis bei mąstymo procedūras, aprašytas 1 ir 2 punktuose.
4. Atsitiktinai iš tiriamųjų populiacijos pasirinkti nedidelės imties tiriamųjų aibę ir atlikti bandomąjį testavimą.
5. Atlikti bandomojo testavimo užduočių ir gautų rezultatų analizę.
6. Remiantis bandomojo testavimo rezultatais atrinkti ir, jeigu reikia, patikrinti (pakartotinai pateikti parinktai tiriamųjų grupei) testui tinkamiausias užduotis.
7. Atlikti pakartotinio testavimo užduočių ir gautų rezultatų analizę. Po užduočių į testą atrankos, jeigu reikia, testavimą pakartoti.
8. Testo konstravimo procedūras (nuo 5 iki 7 imtinai), kartoti, kol nebus nustatytas optimalus užduočių (klausimų) paketas, t.y. sudarytas galutinis testas.
9. Pirminę informaciją, kuri gaunama iš atskirų testo užduočių, reikia pertvarkyti ir apibendrinti taip, kad būtų galima įvertinti matuojamos savybės raiškos laipsnį.

Pirmieji trys testo konstravimo plano sudarymo punktai priklauso išimtinai dalyko specialistui – turinio sudarytojui (mokytojui, psichologui ar kitos mokslo krypties tą testą konstruojančiam mokslininkui). Daugeliu atveju 1 punktą yra ganėtinai paprastas. Sudėtingiau yra su 2 ir 3 punktais, ypač su testo užduočių parinkimu (konstravimu). Kuriant testui tinkamas užduotis (Gendall, 1998; Test Design and Construction, 2004) reikia vadovautis ne tik patirtimi, bet ir sveiku protu, o tai yra sunki ir labai daug laiko atimanti procedūra, kurią geriausiai galima charakterizuoti kaip meną.

Kai testo rezultatų pagrindu priimami svarbūs sprendimai, svarbu išvengti klaidų, kurios gali iškreipti tyrimo rezultatus. Klaidų konstruojant testą atsiranda dėl įvairių priežasčių. Viena jų – vidinių užduoties charakteristikų egzistavimas, dėl kurių tiriamieji, turintys tokius pat gebėjimus, bet atstovaujantys skirtingoms etninėms grupėms, lytims, kultūroms ar religinėms grupėms, gali atsakyti skirtingai.

Apžvelgsiu tris iš esmės svarbiausias testo konstravimo savybes, į kurias būtina atsižvelgti, įvertinant galimas tendencingumo atsiradimo priežastis, iškreipiančias testo rezultatus, t.y. teisingumą, šališkumą ir mąstymo stereotipus (Hambleton and Rodgers, 2004).

Bet kokiuose tendencingumo tyrimuose pirmiausia reikia identifikuoti interesų grupes (IG). Konstruojant testą, kiekvienas jo klausimas turi būti įvertintas dviem aspektais: Ar užduotis bešališka? Ar užduotis tendencinga? Nors skirtumas gali atrodyti trivialus, kai kurie tyrinėtojai teigia, kad respondentas dažnai negali atskirti užduoties šališkumo, bet gali priartėti prie užduoties teisingumo. Taigi kuriant testo užduotis būtina atsižvelgti:

- Ar užduotis teigiamai atspindi atskiras interesų grupes (IG)?

- Ar testų užduočių medžiaga subalansuota ta prasme, kad ji būtų vienodai žinoma kiekvienai IG?
- Ar IG nariai gerai atspindi ir teigiamai atvaizduoti plačiame tradicinių ir netradicinių vaidmenų intervale?
- Ar IG atstovaujama, bent jau proporcingai, jų paplitimui bendroje populiacijoje?
- Ar IG nusakomos tokiu pačiu būdu, kalbant apie pavardžių ir titulų panaudojimą?
- Ar egzistuoja vienodas (per visas testo užduotis) teisingų pavadinimų, etninių grupių, veiklos visose grupėse, abiejų lyčių vaidmenų, suaugusiųjų vaidmens modelių (darbininkas, vienas iš tėvų,...), charakterio vystymosi bei gabumų balansas?
- Ar dalis grupės narių turi geresnes galimybes susipažinti su užduotyse pateiktu procesu?
- Ar IG nariai lygiavertiškai apibūdinti, kaip turinys tam tikrų gabumų, interesų, užsiėmimų ar asmeninių savybių?

Tendencingumas (šališkumas) būna įvairių formų. Tai gali būti tendencingumas, priklausantis nuo lyties, kultūros, etninės grupės, religinio ar klasinio šališkumo (Hambleton, Rodgers, 1995; Frary, 2004; Hambleton, Rodgers, 2004). Užduotis gali būti tendencinga, jei joje yra tekstas arba kalba, kurią sunku suprasti tiriamųjų pogrupiams, arba jeigu užduočių struktūra arba forma pastebimai sudėtingos tiriamųjų pogrupiams. Užduotis gali būti tendencinga kalbos prasme, jeigu joje, naudojami terminai, turintys skirtingą prasmę įvairiose etninėse grupėse, tiriamieji suvokia užduoties koncepciją, bet parenka neteisingą atsakymą dėl kalbos skirtumų (Kiseliova, Kiseliovas, 2004). Konstruojant testo užduotis reikia atkreipti dėmesį ir į kitas galimas testo rezultatus iškreipiančias priežastis, tarp jų ir į imties tendencingumo klausimus.

Stereotipai ir neadekvatus arba nepalankus IG mažumų atstovavimas yra nepageidaujamos testo savybės, į kurias testo vertintojai turi atkreipti dėmesį. Testuose neturi būti medžiagos, kuri būtų įžeidžianti, dviprasmiška arba turėtų emocinio krūvio. Nors tokios medžiagos egzistavimas gal ir nepadarys jos daug sunkesnės respondentui, tačiau tai gali būti jo emocinio išsiblaškymo pasekmė, sąlygojanti blogesnius testo atlikimo rezultatus. Kuriant testo užduotis siūloma vengti žargono, pravardžių ir t.t.

Siekiant išvengti stereotipų, reikia:

- Vengti medžiagos, kuri yra polemiška (ginčytina) arba provokuojanti IG atžvilgiu.
- Vengti medžiagos, kuri pažemintų arba įžeistų IG narius.
- Vengti vaizduoti IG narius kaip turinčius stereotipus (pvz., berniukus, kurie yra kūrybiški ir jiems sekasi, o mergaites – kad joms reikia pagalbos susidoroti su problemomis).

Kita svarbi testų sudarymo procedūra yra pasirinkimas, kaip tam tikras testo klausimas turi būti pateiktas respondentams ir kaip į jį jie turi atsakyti. Netgi tam pačiam testui jo sudarytojas

gali pasirinkti daugybę užduoties formatų. Mokinio pasiekimų įvertinimo testo užduočių formatai paprastai skirstomi į dvi pagrindines grupes:

- laisvo arba sugalvoto atsakymo forma;
- pasirinktino atsakymo forma.

Laisvo arba sugalvoto atsakymo užduoties formatai reikalauja, kad respondentas pateiktų teisingą atsakymą (užduotį išspręstų). Populiariausias laisvo atsakymo užduoties formatai yra esė (Cross, 2004). Esė klausimai skiriasi pagal tai, kiek laisvės suteikiama moksleiviui pateikiant atsakymą. Apribotos esė reikalauja trumpo ir tikslaus atsakymo į specifinius klausimus. Išplėstinės esė, iš kitos pusės, atspindi išsamesnius klausimus, leidžiančius daugiau atsakymo struktūros laisvės. Antras laisvo atsakymo užduoties tipas yra trumpas atsakymas arba užbaigta užduotis. Testo užduotis gali būti arba klausimas, pvz., *Jeigu viena knyga kainuoja keturis litus, tai kiek kainuos dešimt tokių knygų?*, arba teiginys, kurio trūkstamą elementą turi pateikti respondentas, pvz., *Žemė sukasi apie...*

Pasirinktino atsakymo (Frary, 2004) užduotis reikalauja, kad tiriamieji pasirinktų teisingą atsakymą iš pateiktų galimų „teisingų“ atsakymų į užduotį, arba iš skirtingų pasirinkimų sekos, pridėtosios prie testo užduoties. Labiausiai paplitusios pasirinktino atsakymo tipo formos yra užduotys, kurioms tinka teisingas – neteisingas atsakymas, kelių pasirinkimų atsakymai arba tinkamas atsakymas.

Užduočių įvertinimas. Testo užduočių įvertinimas gali būti arba skaitinės vertės priskyrimas respondento atsakymui, arba atsakymo priskyrimas vienai, dviem ar daugiau nustatytų kategorijų. Pasirinkto formato užduotims – t.y. „teisinga – neteisinga“, kelių pasirinkimų ir tinkamo atsakymo užduotims – bei laisvos formos trumpiems atsakymams arba baigtiniams atsakymams įvertinimas paprastai yra „1“ – priskyrimas teisingam atsakymui ir „0“ – kiekvienam neteisingam atsakymui. Atskiras užduoties vertinimo atvejis yra Bernulio atsitiktinis kintamasis S_j , kurio reikšmė $S_j = 1$, jeigu į klausimą j yra pateiktas teisingas atsakymas, ir $S_j = 0$, jeigu į klausimą j yra atsakyta neteisingai. Bendras testo įvertinimas X paprastai susideda iš visų užduočių įvertinimų sumos, t.y. $x = \sum_{j=1}^N S_j$ testui iš N užduočių.

Neteisingi pasirinkimai arba kelių pasirinkimo užduočių atsakymai vadinami distraktoriais (vienas iš kelių neteisingų testo atsakymų variantų). Parenkant užduoties distraktorius daroma prielaida, kad respondentui, kuris nežino teisingo užduoties atsakymo, neteisingi atsakymai taip pat gali būti patrauklūs ir atrodyti kaip duotos užduoties sprendiniai. Tiriamųjų, pasirenkančių neteisingus atsakymus, proporcijos turėtų būti apytiksliai vienodos. Distraktoriai, kurių pasirinkimo reikšmės yra labai didelės arba atvirkščiai – labai mažos, palyginti su kitais

užduoties distraktoriais, kelia abejonių dėl jų panaudojimo tikslingumo ir turi būti arba pakeičiami, arba modifikuojami. Silpnoji pasirinktino atsakymo užduočių įvertinimo vieta yra atsakymo spėliojimas. Tai daro įtakos testo rezultatų vertinimo tikslumui. Kai respondentas nežino teisingo atsakymo (nemoka spręsti užduoties) į testo klausimą, bet teisingai atspėja, užduoties įvertinimas šiam respondentui yra tendencingas (su paklaida). Bendruoju atveju, kuo mažesnis atsakymo variantų skaičius, tuo didesnė paklaida, susijusi su spėjimu.

Koreliacija tarp užduočių. Svarbi užduočių charakteristika, kurią apžvelgsiu, yra koreliacijos koeficientas kiekvienai užduočių porai. Koreliacijos koeficientas tarp dichotominių užduočių g ir h yra nusakomas kaip

$$\rho_{gh} = \frac{P_{gh} - P_g \cdot P_h}{\sqrt{P_g(1 - P_g)} \sqrt{P_h(1 - P_h)}},$$

čia

$$P_{gh} = P_r \{S_g = 1, S_h = 1\}.$$

Atsakymų į užduotis interpretacija implikuoja prielaidą, kad kiekviena testo užduotis – be abejo, testui tinkama užduotis – turi būti prisotinta su tuo susijusiomis savybėmis, išreikštomis per Y . Tuo atveju tikimasi, kad testo užduočių skirtingų porų koreliacijos koeficientai turi būti teigiami ir bendruoju atveju aukšti. Dar daugiau, fiksuotam $Y = y$

$$P_{gh} = P_r \{S_g = 1, S_h = 1\} = P_r \{S_g = 1y\} P_r \{S_h = 1y\},$$

$$\rho_{gh,y} = 0,$$

t.y. dalinės koreliacijos koeficientas tarp užduoties g ir užduoties h fiksuotam Y yra nulinis. Šis rezultatas veda prie lygybės $\rho_{gh} = \rho_{gx} \rho_{hx}$, susiejančios užduočių koreliaciją su užduočių diskriminacija. Dydis yra esminis dydis, apibūdinantis testo patikimumą.

Testo rezultatų apytikslis vertinimas. Bendri testo rezultatai (X = užduočių įverčių (dichotominio vertinimo atveju 0 ir 1) suma) paprastai nėra labai informatyvūs, nes jie priklauso nuo testą sudarančių užduočių skaičiaus ir tipo. Pavyzdžiui, įvairaus ilgio testų apytikslius rezultatus nėra lengva palyginti tiesiogiai. Praktikoje priimta apytiksliams testo rezultatams pritaikyti tam tikros formos apdorojimo procedūras, norint pasiekti, kad testo rezultatai būtų prasmingesni, ypač tiriamajam.

Procentinis įvertinimas (balai). Paprasčiausias būdas apytiksliams rezultatams apdoroti yra padalyti apytikslį rezultatą X iš bendro testo užduočių skaičiaus N ir padauginti iš 100. Šis apdorotas rezultatas yra vadinamas procentiniu rezultatu. Jeigu testo rezultatai gerai atspindi šios kurso dalies medžiagą, tuomet į procentinį rezultatą galima žiūrėti kaip į kurso medžiagos kiekį, kurį mokinys įvaldė. Akivaizdu, kad procentinio rezultato interpretacija labai priklauso nuo testą sudarančių užduočių prigimties, t.y. nuo užduočių turinio, sudėtingumo ir užduočių atrinkimo į

bendrąjį testą. Iš kitos pusės, moksleivių, atliekančių testą, savybės yra neįvertinamos procentinių rezultatų interpretacijoje.

I.2.4. Testo metodologinės kokybės charakteristikos

Svarbiausios testo metodologinės kokybės charakteristikos yra:

- 1) naudingumas ir ekonomiškumas;
- 2) validumas;
- 3) reliabilumas;
- 4) objektyvumas;
- 5) reprezentatyvumas (Jovaiša, 1975, Merkys, 1999).

Naudingumas – tai vienas iš šalutinių testo kokybės kriterijų. L. Jovaiša teigia, kad „naudinga yra tokia metodika, kuri teisingai matuoja asmenybės savybę, yra validi ir praktiškai pritaikoma. <...> Ypač naudingi tie testai, kurių validumo koeficientas labai aukštas, t. y. kurie turi didelę prognozuojančią galią“. Mokslininkai G. A. Lienert ir U. Raatz (1994) nurodo, kad testas yra tada naudingas, kai jis matuoja asmenybės savybes ir elgseną, kurių tyrimas yra reikšmingas praktiškai. Kaip matyti, šių autorių naudingumo apibrėžimai skiriasi: L. Jovaiša labiau akcentuoja validumą, praktinį pritaikymą, o G. A. Lienert ir U. Raatz – tik praktinį reikšmingumą. Apibrėždami naudingumą, pastarieji mokslininkai toliau teigia, kad testas pasižymi dideliu naudingumu, jeigu jis atlieka tokią funkciją, kuri negali būti pakeista jokių kitu testu, o testo naudingumas mažas tada, kai juo matuojama asmenybės savybė taip pat gerai galėtų būti išmatuota nemaža dalimi kitų testų. Iš esmės su tuo sutinka ir L. Jovaiša (1975), bet mini tai tik kaip vieną iš naudingumo aspektų: „Naudingi yra ir tie testai, kurių negali pakeisti kiti“.

Ekonomiškumas. Išstudijavus mokslininkų L. Jovaišos, G. A. Lienert bei U. Raatz testo ekonomiškumo apibrėžimus, galima teigti, jog jie tapatūs. Autoriai nurodo, kad testas ekonomiškas yra tada, kai:

- yra trumpas testo atlikimo laikas;
- atliekant testą, mažai sunaudojama medžiagos (atsakymų lapų ir kt.);
- yra paprasta jį panaudoti;
- jis gali būti atliktas kaip grupinis testas;
- jį galima greitai ir pigiai įvertinti.

Remiantis šiais teiginiais testas yra ekonomiškas, jeigu jis atitinka šiuos visus reikalavimus ir mažiau ekonomiškas arba net neekonomiškas, jeigu atitinka tik dalį arba neatitinka nė vieno iš išvardintų reikalavimų. Nei naudingumas, nei ekonomiškumas nėra vertinami skaitiniu dydžiu.

Validumas (tinkamumas) apibrėžiamas kaip metodologinė charakteristika, argumentuojanti, jog tikrai matuojama būtent tai, kas yra įvardyta, t. y. validumas išreiškiamas klausimu: kas matuojama? Tai viena iš svarbiausių, bet kartu ir empyriškai sunkiausiai patikrinamų testo metodologinės kokybės bruožų. L. Jovaiša (1975) teigia: „testo validumas arba tinkamumas parodo tikslumo laipsnį, kuris reiškia, ar šis testas iš tikro matuoja tas asmenybės savybes ir elgseną, kurias jis turi matuoti“. G. A. Lienert ir U. Raatz (1994) dar priduria: „testas yra validus, jeigu jo rezultatas – betarpiška, teisinga išvada apie tiriamojo asmenybės savybę ar elgseną, kai šią išvadą tiriamojo individuali testo taškų vertė lokalizuoja požymių skalėje“.

Skiriama daug validumo tipų. Svarbiausi jų yra:

- 1) loginis (teorinis arba turinio) validumas;
- 2) konstrukcinis validumas;
- 3) kriterinis validumas (Merkys G., 1999).

Pirmu paminėtas validumo tipas yra vienintelis, kuris grindžiamas teorinėmis verbalinėmis priemonėmis. Likusios metodologinės kokybės charakteristikos rūšys nustatomos empyriškai ir statistiniais skaičiavimais (koreliacine ir faktorine analize).

Validumo turinio atžvilgiu yra logiška sąsaja tarp to, ką tiria testas, ir tos srities, kurią mes norime ištirti. Testas, o tiksliau jo elementai yra tokie, kad reprezentuoja matuojamą požymį – asmenybės savybę ir pan. Kitaip sakant, pats testas yra optimalus asmenybės savybės ar elgsenos kriterijus.

Testas, pasižymintis *validumo konstrukto atžvilgiu*, turi matuoti konstruktus (savybes, bruožus, požymius, tendencijas ir kt.), kuriems matuoti jie yra sukurti.

Testo *validumas kriterijaus atžvilgiu* rodo, koku laipsniu atrankai ir konstravimui naudojami testai prognozuoja būsimos veiklos darbo rezultatus, juos vertinant pagal tam tikrą kriterijų. Kriterijaus validumo dydis nustatomas vienos imties tiriamųjų testo rezultatus koreliuojant su taip vadinamu kriterijumi, kuriopagrįstumas, patikimumkas yra garantuotas nepriklausomai nuo testo. Tai gali būti kitų tyrimų praktikoje pasiteisinęs testas, ekspertiniai vertinimai ir pan. Tokiu atveju, remiantis testo rezultatu, galima spręsti apie kriterijaus rezultatą. Arba traktuoti kriterijų kaip patikimą matuojamos savybės reprezentantą.

Testo kriterijaus validumo koeficientų dydis priklauso nuo šių trijų faktorių:

- nuo bendrumo, ką abu testai kartu matuoja, masto;
- nuo testo reliabilumo;
- nuo kriterijaus reliabilumo.

Kuo bendresni testo ir kriterijaus matuoti požymiai, tuo didesnis testo kriterijaus validumas. Kad testo kūrimas būtų sėkmingas, požymiui reikia pasirinkti reprezentatyvų validumo

kriterijų ir tai yra viena iš sudėtingiausių užduočių kuriant testą. G. A. Lienert ir U. Raatz siūlo tokį validumo kriterijų suskirstymą:

1. paprasti validumo kriterijai,
kombinuoti validumo kriterijai.
2. objektyvus validumo kriterijai,
subjektyvūs validumo kriterijai.
3. kokybiniai validumo kriterijai,
kiekybiniai ir kokybiniai, bet kiekybiškai pagal kategorijas suskirstyti validumo kriterijai.

Paprasti validumo kriterijai atitinka siaurą veiklos sritį, su kuria lyginame testo rezultatus. Kombinuoti validumo kriterijai susideda iš dviejų ar daugiau dalinių kriterijų. Objektyvūs kriterijai – tai tie, kurie pateikti betarpiškai ir išreikšti skaičiais. Visi dviprasmiški objektyvūs kriterijai turėtų būti priskirti prie subjektyvių, nors jie iš dalies ir kilę iš subjektyvių duomenų. Objektyvūs kriterijai dažnai yra kiekybinio pobūdžio, o subjektyvūs kriterijai gali būti tiek kiekybinio, tiek kokybinio pobūdžio. Kokybinis dažniausiai reiškia alternatyvią gradaciją: taip – ne, geriau – blogiau, esamas – nesamas.

Reliabilumas (patikimumas) kaip metodologinė charakteristika, argumentuoja matavimo tikslumo laipsnį. Jis atsako į klausimą, kaip tiksliai testas matuoja vieną ar kitą savybę (nepriklausomai nuo to, ką jis matuoja) ir yra argumentuojamas koreliacinės analizės dėka. Testas yra visiškai reliabilus, kai juo (testu) gauti rezultatai tiksliai, t. y. be klaidų duoda informacijos apie tiriamąjį, arba tie rezultatai yra lokalizuoti testo skalėje. Testo reliabilumolaiipsnį nusako reliabilumo koeficientas. „Jis parodo, koku lygiu tomis pačiomis sąlygomis matas arba skalė matuoja vieno ir to paties tiriamojo savybes, koku lygiu testo rezultatai reprodukuoja tas pačias asmenybės savybes“ (Jovaiša, 1975). Testo reliabilumas nustatomas remiantis eksperimentiniais ir statistiniais metodais, kurie vienas kitą sąlygoja. Kada geriausia – kurioje testo kūrimo stadijoje – tikrinti reliabilumą? Atsakymas būtų – kiek įmanoma anksčiau. Iš pradžių analizuojamos ir parenkamos testo užduotys. Iš užduočių vidinės konsistencijos (darnos) analizės duomenų jau yra įmanomas reliabilumo įvertinimas. Jeigu šioje stadijoje testo reliabilumas buvo patenkinamas, vėlesnėje testo kūrimo stadijoje turi būti ištirti kiti reliabilumo aspektai. Geriausia tai daryti baigus užduočių analizę. Vis dėlto kartais ekonomiško sumetimais reliabilumas tikrinamas testo kūrimo pabaigoje, ypač jeigu ruošiamos testo lygiagrečios formos. Kitais atvejais reliabilumo kontrolė atliekama standartizuojant testą arba po jo (Jovaiša, 1975, Linert, Raatz, 1994).

Įprasta išskirti keturias svarbiausias testo patikimumo nustatymo metodų grupes: *testo kartojimas, lygegrečių testo formų tyrimas, testo dalijimas pusiau, konsistencinė analizė.*

Kiekviena metodika išreiškia kiek skirtingas patikimumo koncepcijas. Trumpai apibūdinsiu patikimumo metodų grupes matematinių gebėjimų testo konstravimo požiūriu.

Retestas (testo kartojimas). Retestas – vienas paprasčiausių testo patikimumo įvertinimo metodų, duodantis patikimumo charakteristiką, gaunamą po atitinkamo laiko pakartojus testą toje pačioje tiriamųjų imtyje. Apie testo patikimumą šiuo atveju sprendžiama pagal tai, kiek sutampa abiejų testavimų duomenys. Patikimumo rodikliu galima laikyti koreliacijos koeficientą tarp pirmojo ir antrojo testavimo rezultatų. Konstruojant matematinių gebėjimų testą, jo patikimumo nustatymas šiuo metodu yra problemiškas, nes:

- paprastai teste yra keletas ypatingų ir įdomių užduočių, kurias moksleiviai lengvai įsimena;
- moksleiviai po pirmojo testavimo tarpusavyje ar kartu su mokytoju dažnai dar kartą aptaria ir išsiaiškina testo užduotis;
- yra nemaža tikimybė, kad mokytojas po pirmo testavimo mokymo procese tikslingai formuoja įgūdžius, reikalingus panašioms užduotims teisingai atlikti;
- matematikos gebėjimų psichometrinis konstruktas savo prigimtimi nėra stabilus: permanentinis mokymo procesas yra tikslingai nukreiptas į matematinių gebėjimų raidą, todėl dėsningam testavimo rezultatų pokyčiui yra reikšmingas ir palyginti trumpas laiko tarpas tarp testavimų.

Lygegriaičių testo formų metodas. Testo patikimumas įvertinamas skaičiuojant koreliacijos koeficientą tarp dviejų lygiagrečių jo formų rezultatų toje pačioje tiriamųjų grupėje. Pateikiant du testo variantus, gali būti iki minimumo sumažinamas laikas tarp testavimų ir išvengta iškraipymų, susijusių su konstrukto stabilumu ir testo išmokimo efektais, tačiau susiduriama su identiškos stimulunės medžiagos parinkimo problemomis. Šis patikimumo vertinimo metodas gerai tiktų mokymosi pasiekimų testams.

Testo dalių patikimumas. Šis metodas leidžia patikrinti testo reliabilumą atliekant jį tik vieną kartą. Šis būdas reikalauja mažiau medžiagos ir laiko sąnaudų, negu du ankstesnieji. Testo užduotys dalijamos į dvi grupes ir traktuojamos kaip perpus mažesnės lygiagrečios formos. Yra taikoma keletas dalijimo pusiau būdų: atsitiktinis dalijimas, dalijimas remiantis užduočių charakteristikomis, dalijimas užduoties numerio lyginimo pagrindu. Lygiagrečių testo patikimumo įvertinimams kyla tokia pati nuo laiko priklausanti grėsmė, kaip ir testo – retesto patikimumui.

Konsistencinė analizė. Šio metodo esmė yra ta, kad testas dalijamas ne į dvi, bet į keletą daugiau ar mažiau ekvivalenčių dalių ir įvertinamas šių dalių suderinamumas. Atsisakoma prielaidos, kad yra žinoma visa objektą nusakančių požymių sistema, kad testo užduotys išsemia visas šių požymių apraiškas. Konkretus testas traktuojamas kaip generalinės užduočių aibės, kurių sprendimo rezultatai yra nagrinėjamo psichometrinio konstrukto apraiškos, imtis.

Koreliacinė analizė – statistinių ryšių tarp požymių tyrimo instrumentas. Statistinis ryšys tarp požymių išreiškiamas specialiu rodikliu – koreliacijos koeficientu, kuris teoriškai gali įgyti reikšmes nuo +1 iki -1. koeficiento reikšmė +1 rodo, kad tarp požymių egzistuoja teisioginis funkcinis ryšys, o reikšmė -1 rodo, kad egzistuoja atvirkštinis funkcinis ryšys. Reikšmė 0 rodo, kad ryšio tarp požymių nėra. Visos kitos reikšmės rodo, kad egzistuoja silpnėsnis ar stipresnis statistinis ryšys.

Patikimu yra laikomas toks testas, kuris tiriamąjį aprašo teisingai: kiekvienu tyrimo atveju jis lokalizuoja savybę toje pačioje skalės vietoje, t. y. Kiekvieną kartą matuojant tą patį asmenį, gaunami tie patys rezultatai – vienodai charakterizuojamas tiriamasis. Kadangi tiriamasis kinta, tai patikimumas įmanomas tik tam tikru laikotarpiu, nes jis sensta. Todėl svarbu žinoti jo stabilumo lygį (Jovaiša, Vaitkevičius, 1987).

Testo **objektyvumas** taip pat yra vienas svarbiausių testo metodologinės kokybės bruožų, kuris argumentuoja tai, kad tyrinėtojo asmenybė nedaro įtakos testavimo procedūrai bei rezultatams, t. y. neiškreipia jų. L. Jovaiša (1975) išskiria dvi mokslininkų nuomones šiuo klausimu:

- 1) „<...> metodika yra juo objektyvesnė, juo testų duomenys yra nepriklausomesni nuo tyrėjo, arba diagnosto. Testas arba kitokios psichometrinės metodikos bus visiškai objektyvios, jeigu jų rezultatus vienodai aiškina keletas diagnostų. Šių diagnostų nuomone, objektyvumas yra susijęs su testų panaudojimo vienaprasmiškumu, vienareikšmiškumu bei jų standartiškumu“.
- 2) „<...> testų objektyvumu reikia laikyti tokią jų kokybę, kuri apsaugo tiriamąjį nuo galimų klaidų. Taigi, testas neturi sudaryti sąlygų subjektyvioms tiriamojo tendencijoms, skirtingam užduoties interpretavimui ir t. t. šios pakraipos atstovų nuomone, atvirų klausimų anketa negali būti objektyvi. Norint gauti objektyvius atsakymus, klausimas turi būti uždaras, t. y. turi būti pateikta serija atsakymų, iš kurių tiriamasis gali pasirinkti vieną. Laikoma, kad testo objektyvumo trūkumas yra ir jo patikimumo trūkumas“.

Matavimas yra objektyvus tada, kai įvairūs tyrinėtojai, matuodami tą patį reiškinį, randa tuos pačius rezultatus. Be to, jeigu koreliacijos koeficientas aukštas, tai laikoma, kad testas yra objektyvus (Merkys, 1999).

Mokslininkai G. A. Lienert ir U. Raatz (1994) skiria kelias objektyvumo rūšis.

a) Įvertinimo objektyvumas. Tai pagal duotas taisykles testu registruoto elgesio numerinis arba kategorinis įvertinimas. Pasiekimų testuose ir klausimynuose, kuriuose užduočių atsakymų raktas (teisingai – klaidingai) yra nustatytas, įvertinimo objektyvumas jau yra. Tokie yra pasiekimų testai su pasirenkamais atsakymais. Mažesnis įvertinimo objektyvumas yra tada, kai

naudojami atviri pasiekimų testai ar klausimynai, nes čia tyrėjas ar įvertintojas privalo nuspręsti, ar laisvai duotas atsakymas atitinka raktą ar ne.

b) Interpretacijos objektyvumas. Tai testo rezultatų interpretacijos nepriklausomybė nuo interpretuojančio asmens (jis gali nebūti tyrėjas ar įvertintojas). Interpretacija yra objektyvi tada, kai iš tokių pačių įvertinimo rezultatų (skirtingų tiriamųjų) gaunamos tokios pačios išvados. Testo rezultatų interpretacija bus tuo objektyvesnė, kuo instrukcijoje bus tikslesni testo autoriaus nurodymai interpretatoriui ir kuo labiau bus suvaržyta jo laisvė.

c) Atlikimo objektyvumas. Tai testo rezultatų nepriklausomybė nuo atsitiktinės arba sistemingos tyrėjų elgesio kaitos, atliekant testą. Tyrėjų elgesio kaita gali sąlygoti tiriamojo elgesio pasikeitimą ir įtakoti testo rezultatus. Norint, kad testo atlikimas būtų objektyvus, privalu pateikti tikslią instrukciją (raštu) tyrėjui. Pati tyrimo situacija turi būti kiek įmanoma labiau standartizuota. Paprastai tai daroma, mažinant iki būtino minimumo socialinę interakciją tarp tyrėjo ir tiriamojo (kaip žinoma, ji skirtingai gali būti mažinama projektyviniuose testuose ir pasiekimų testuose).

Reprezentatyvumas apibrėžiamas kaip metodologinė charakteristika, tikimybiškai argumentuojanti imties duomenų ekstrapoliacijos generalinę aibės pagrįstumą ir atsakanti į klausimą, ar galima ir kaip tiksliai galima dalies objektų matavimo rezultatus taikyti visai duotųjų objektų klasei. Be to reprezentatyvumą nusako normaliojo skirstinio pagrindu sudarytos standartinės normos, aiškiai apibrėžta testo tikslinė ir (arba) normavimo populiacija, normavimo imties buvimas atsitiktine statistine prasme (visi populiacijos elementai turi turėti vienodą galimybę patekti į imtį), normavimo imties pakankamas dydis, statistinių sprendimų, kurių paklaida minimali, formulavimas (Merkys, 1999).

II. Diagnostinių užduočių empirinio tyrimo sistemos sudarymas

II. 1. Didaktinio tyrimo turinys ir organizavimas

Matematinų gebėjimų testai yra skirti daugiau mokytojų ir moksleivių savikontrolei, nei mokyklos ar švietimo skyriaus vadybiniam sprendimams pagrįsti, todėl, siekiant užtikrinti testavimo procedūros situacinį validumą, buvo pasirinktas vidinis tyrimo administravimo būdas. Moksleivius testavo juos mokantys mokytojai, naudodamiesi standartine testavimo instrukcija. Kadangi matematiniai moksleivių pasiekimai kaip psichometrinis konstruktas yra labilūs (moksleivių matematikos žinios ir įgūdžiai nuolat kinta, kaitą sąlygoja mokymo procesas ir užmiršimo faktoriai), tai testo duomenys buvo surinkti ne per ilgesnį kaip 20 dienų laikotarpį. Testą sudaro 12 užduočių. Testavimo trukmė 50min, įskaitant 5 min moksleivių instruktažą.

1 lentelė

Tyrimo imties charakteristikos

Lytis %		Mokyklos tipas %		
Berniukai	Mergaitės	Vidurinė	Pagrindinė	Pradinė
45,9	54,1	24,8	20,2	55

Testo uždavinius galėjo sudaryti keletas elementarių užduočių. Kadangi visos užduotys buvo invencinės, t.y. atsakymą moksleivis turėjo konstruoti, koduojant testavimo rezultatus buvo remiamasi vertinimo normomis. Užduočių ir elementarių užduočių sprendimai buvo analizuojami, ir remiantis standartinėmis instrukcijomis, vertinami 4 gradacijų rangine skale: 0 – užduotis nespęsta, 1 – pateiktas teisingas sprendimas, 2 - užduoties atsakymas teisingas, tačiau padaryta neesminių klaidų, 3 – sprendimas iš esmės klaidingas arba atlikta mažiau nei pusė užduoties. Skaičiavimai atlikti naudojantis specializuotu statistinių kompiuterinių programų paketu SPSS, lentelės ir grafikai sukurti SPSS ir Excel redaktoriais.

Matematiniai gebėjimai „Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrųjų programų“ ir „Bendrojo išsilavinimo standartų“ kontekste.

Matematiniai gebėjimai yra skaičiavimo įgūdžiai ir mokėjimas spręsti įvairaus pobūdžio bei lygmens matematinius uždavinius. Gebėjimo terminu sujungiamos klasikinėje didaktikoje vartojamos mokėjimų ir įgūdžių sąvokos.

„Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“(2003) ir „Bendrojo išsilavinimo standartuose“(1998) suformuluoti pradinę mokyklą baigiančių moksleivių

matematinų žinių ir gebėjimų reikalavimai. Visi standartų reikalavimai suskirstyti į penkis skyrius:

- I. Matematikos taikymas.
- II. Skaičiavimai.
- III. Geometrijos pradmenys.
- IV. Matavimai.
- V. Statistikos pradmenys.

Standartuose teigiama, kad pirmasis iš šių skyrių apima bendrųjų matematinų gebėjimų, o kiti – specialiųjų gebėjimų reikalavimus. Tačiau rengiant vadovėlius ir mokymo planus šių skyrių temos yra organiškai integruotos į vientisą matematikos kursą.

Matematikos taikymas. Uždaviniai žmogaus gyvenime vaidina didžiulį vaidmenį. Mąstymą daugiausia ir sudaro užduočių formulavimas bei jų sprendimas. Todėl svarbu, kad moksleiviai, įgiję tam tikrų matematikos žinių, gebėjimų, tas žinias ir gebėjimus taikytų įvairiems uždaviniams spręsti. Pradinių klasių moksleiviai sprendžia daugiausiai pirkimo, kiek mažiau – laiko, kelio užduočių. „Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“ numatoma, kad moksleiviai turi mokėti:

- spręsti paprasčiausius uždavinius, susietus su moksleivių asmeniniu patyrimu ir aplinka;
- formuluoti uždavinius bei aiškinti sprendimo eigą;
- aiškiai ir sistemingai aprašyti sprendimus;
- nusakyti matematinės užduoties sprendimo eigą įprastine kalba išskiriant atskirus etapus ir jų eiliškumą.

„Bendrojo išsilavinimo standartų“ pagrindiniame lygmenyje gebėjimų sąrašas papildomas šiais gebėjimais:

- taisyklingai vartoti ir aiškinti matematikos terminus ir matematinius kasdieninės kalbos aspektus;
- savarankiškai išplėtoti tinkamas strategijas nepainiems uždaviniams spręsti;
- atpažinti ir nusakyti paprastus sąryšius, dėsniumus, taisykles ir struktūras;
- tikrinti vertinimo, matavimo ir matematinų procedūrų pasirinkimo teisingumą kartojant veiksmus arba išbandant kitą užduoties sprendimo būdą.

Skaičiavimo užduotys. Matematinio išsilavinimo pagrindas – mokėjimas skaičiuoti, todėl šios operacijos mokymui skiriama ypač daug laiko. Tik gerai suvokę aritmetinius veiksmus, moksleiviai gali juos lanksčiai taikyti. Pradinės mokyklos matematikos vadovėliuose šių veiksmų mokoma ne tik užrašant juos eilute ir stulpeliu. Bet ir sudarant įdomiausius kvadratus, pildant lenteles, panaudojant skaičių eiles ir pan. Ketvirtoje klasėje skaičiavimo operacijų mokymo turinį sudaro (Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose, 2003):

- mintinis skaičiavimas;
- sudėties ir atimties veiksmų atlikimas bei daugybos lentelės naudojimas iki automatizmo;
- natūraliųjų skaičių daugyba ir dalyba;
- dešimtainių trupmenų (turinčių ne daugiau kaip du ženklus po kablelio) sudėtis ir atimtis;
- išankstinis rezultato įvertinimas (artimiausio jam vieneto, dešimčių, šimtų ar tukstančių skaičiaus radimas);
- mokėjimas dauginti stulpeliu keturženklis skaičius; supažindinimas su dalybos naudojimo atvejais ir išmokymas interpretuoti reiškinius su dalyba;
- suvokimas dalybos ir daugybos bei dalybos ir atimties ryšių ir jų naudojimas skaičiuojant ir tikrinant rezultatus;
- dalyba „kampu“ iš vienženklis skaičiaus, liekanos prasmės suvokimas.

„Bendrojo išsilavinimo standartai“ nurodo, kad moksleiviai pagrindiniame lygmenyje dar turi gebėti:

- skaityti ir rašyti skaičius iki milijono, įvardyti ir pertvarkyti kiekius, naudoti skaičių dešimtainę struktūrą jų palyginimui, nusakyti sąryšius tarp skaičiavimo, grupavimo ir dešimtainės struktūros;
- konkrečiose situacijose skirti ekvivalenčias bei taisyklingas ir netaisyklingas trupmenas;
- naudoti įvairius vertinimo būdus uždaviniams spręsti ir atsakymo tikėtinumui tikrinti;
- savarankiškai naudoti simboliką; spręsti paprasčiausias lygtis ir nelygybes, paaiškinti sprendimą.

Geometrijos užduotys. Geometrija yra reikšminga matematikos mokymosi sritis ir svarbus aplinkos aprašymo įrankis. Ji žadina vaizduotę ir skatina mąstymą. „Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“ (2003) nurodoma, jog ketvirtoje klasėje moksleiviai turi mokėti:

- braižyti stačiakampį, kvadratą ir trikampį;
- skaičiuoti stačiakampio, kvadrato ir trikampio perimetrus bei plotus;
- atpažinti erdvinius kūnus: rutulį, piramidę, ritinį, kūgį, trikampę prizmę.

Standartuose šis mokymo turinys dar papildomas mokėjimu:

- apskaičiuoti daugiakampio perimetrą;
- spręsti atvirkštinius perimetro ir ploto radimo uždavinius;
- paprasčiausiais atvejais apskaičiuoti stačiakampio gretasienio tūrį.

Matavimo užduotys. Matavimo tema reikšminga tuo, kad moksleiviai, mokydamiesi įvairių matavimų bei sudėtinių matinių skaičių veiksmų, įgyja gebėjimų, reikalingų praktinėje veikloje.

„Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“ numatoma, kad moksleiviai turi mokėti:

- matuoti ilgį, tūrį, masę, laiką, skaičiuoti plotą, pinigus;
- susidaryti propedeutinę greičio sąvoką;
- mokėti versti vienus ilgio, tūrio ir masės matavimo vienetus kitais.

„Išsilavinimo standartuose“ patikslinama, kad moksleiviai turi gebėti:

- suprasti vertinimo tikslus ir efektyviai naudoti išankstinių matavimo rezultatų vertinimą;
- operuoti nurodytais matavimo vienetais (pagal pasiekimų lygmenį).

Statistikos užduotys. Šiuolaikinės visuomenės gyvenime plačiai naudojama įvairių rūšių statistinė informacija. Mokantis statistikos atsiskleidžia klausimų kėlimo, sąryšių ieškojimo, numatymo svarba sprendžiant ir formuluojant realias problemas. „Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosiose programose“ (1997) numatoma, kad moksleiviai turi mokėti:

- rinkti, sisteminti ir vaizduoti duomenis stulpelinėmis diagramomis bei histogramomis;
- lentelėse rasti reikiamus duomenis;
- susipažinti su paprasčiausiomis duomenų bazėmis;
- interpretuoti duomenis.

„Išsilavinimo standartų“ pagrindiniame lygmenyje patikslinama, kad moksleiviai turi gebėti:

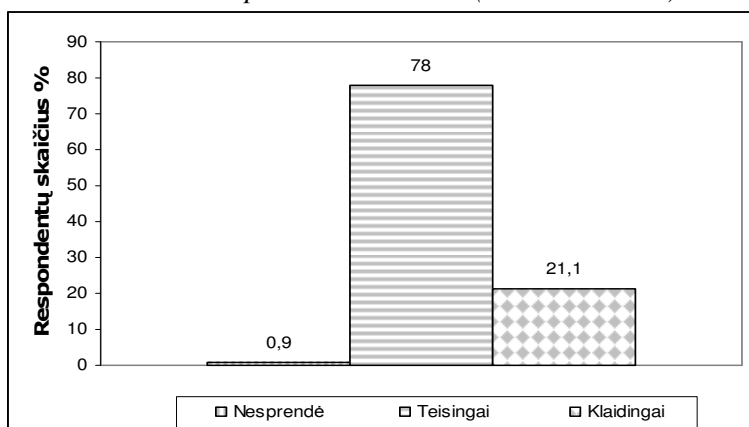
- piešti sudėtingesnes piktogramas;
- numatyti tikimybinių eksperimentų ir žaidimų rezultatus.

Tyrimo naudotas testas buvo sudarytas ne iš vieno prieš tai aprašyto skyriaus, o iš visų penkių, t. y. testą sudarė įvairūs uždaviniai.

II.2. Matematinų gebėjimų testo užduočių sprendimo vertinimas

Aptarsiu ketvirtos klasės moksleivių matematinų gebėjimų testo užduotis.

1 a užduotis. Apskaičiuokite: $30 \cdot (115 - 960 : 64) =$



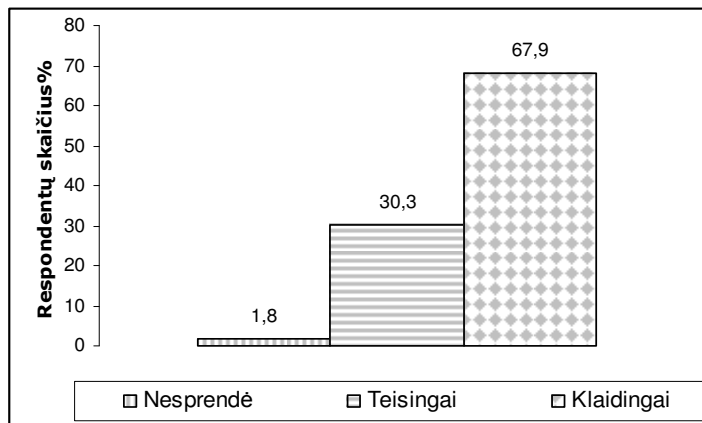
1 pav. Aritmetinių veiksmų su sveikaisiais skaičiais atlikimo rezultatai

Šią užduotį reikėjo išspręsti atliekant 3 aritmetinius veiksmus:

1. $960 : 64 = 15$.
2. $115 - 15 = 100$
3. $30 \cdot 100 = 3000$

Šią užduotį teisingai atliko dauguma, t.y. 78 %, o klaidingai išsprendė 21,1 % moksleivių. Iš klaidingai išsprendusių, 9% padarė klaidą pirmame veiksmo, 36% suklydo atimdami ir 45% padarė klaidą daugindami. Beje kai kurie moksleiviai (10%) pateikė klaidingą atsakymą be sprendimo.

1 b užduotis. Apskaičiuokite: $2368 + 4064 : 8 - 156 \cdot 15 =$



2 pav. Aritmetiniai veiksmai su sveikaisiais skaičiais. Veiksmų eilutės apskaičiavimo rezultatai

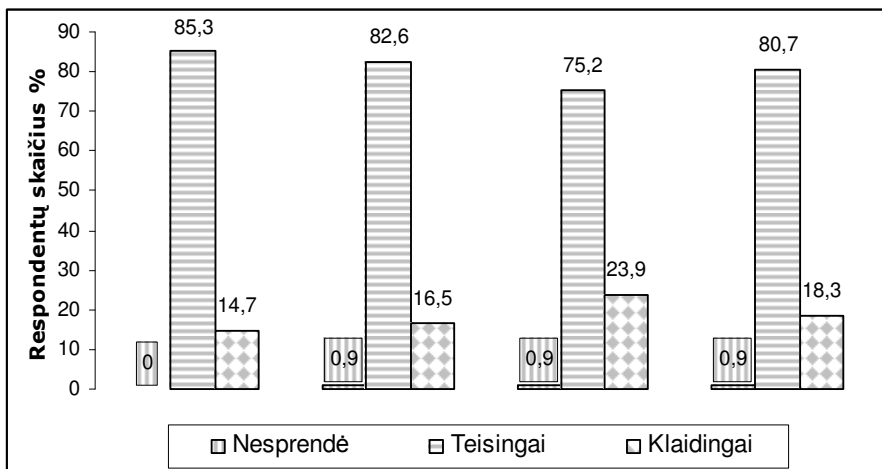
Šią užduotį moksleiviai turėjo spręsti keturiais veiksmais:

1. $4064 : 8 = 508$
2. $156 \cdot 15 = 2340$
3. $2368 + 508 = 2876$
4. $2876 - 2340 = 536$

Teisingai apskaičiavo 30,3% moksleivių, padarė didelę klaidą – 67,9%, nesprendė – 1,8% moksleivių. Daugiausia moksleiviai klaidą darė atlikdami dalybos veiksmą. Dalis klydo pasirinkdami veiksmų eiliškumą. 19% neteisingai išsprendusių padarė klaidą atlikdami trečią arba ketvirtą veiksmus (sudėti, atimti). Buvo tokių, kurie pateikė neteisingą atsakymą neatlikdami veiksmų.

1a ir 1b testo užduotimis buvo siekiama patikrinti moksleivių gebėjimą atlikti aritmetinius veiksmus: sudėti, atimti, dalinti ir dauginti iš vienaženkliai skaičiaus ir pasirinkti teisingą veiksmų atlikimo eilę.

Sekančios keturios (2a, 2b, 2c, 2d) testo užduotys skirtos lygčių sprendimo gebėjimui patikrinti. Siekta patikrinti, ar moksleiviai geba pasirinkti tinkamą užduoties skaičiavimo būdą. Bendrosiose programose ir bendrojo išsilavinimo standartuose nurodyta, kad 4 klasės moksleiviai privalo spręsti vienveiksmes nežinomojo dėmens, atėminio, dauginamojo, daliklio radimo lygtis.



3pav. Lygčių su vienu nežinomuoju sprendimo rezultatai

2 a užduotis. Išspręskite lygtį: $125 - x = 95$

Šią lygtį moksleiviai turėjo spręsti taip:

$$125 - x = 95,$$

$$x = 125 - 95,$$

$$x = 30.$$

Šią lygtį gerai išsprendė 85,3% respondentų, blogai – 14,7%. Dažniausiai pasitaikiusi klaida – vietoj atimties taikyta sudėtis. Kai kur pasitaikė skaičiavimo klaidų.

2 b užduotis. Išspręskite lygtį: $600 = 350 + x$

Šią lygtį reikėjo spręsti taip:

$$600 = 350 + x,$$

$$x = 600 - 350,$$

$$x = 250.$$

Teisingai išsprendė 82,6%, padarė didelę klaidą 16,5%, visai nesprendė – 0,9% moksleivių. Dažniausia klaida – negerai atimta. Buvo tokių, kurie atliko ne atimties veiksmą, o sudėtis.

2 c užduotis. Išspręskite lygtį: $1440 : x = 40$

Ši lygtis sprendžiama taip:

$$1440 : x = 40,$$

$$x = 1440 : 40,$$

$$x = 36.$$

Šią lygtį išsprendė 75,2%, padarė didelę klaidą – 23,9% respondentų. Dažniausiai pasikartojanti klaida – negerai padalinta. Buvo moksleivių, kurie vietoj dalybos veiksmo taikė daugybą.

2 d užduotis. Išspręskite lygtį: $x \cdot 27 = 810$

Šią lygtį reikėjo spręsti taip:

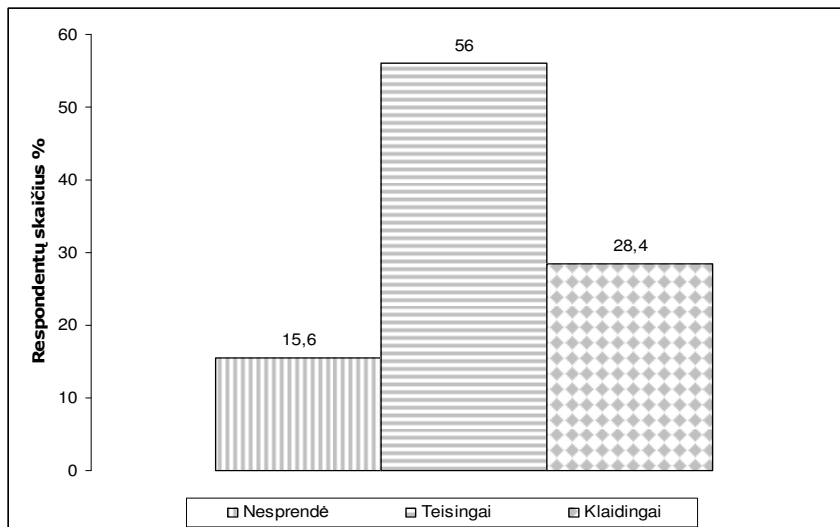
$$x \cdot 27 = 810,$$

$$x = 810 : 27,$$

$$x = 30.$$

Teisingai išsprendė 80,7% padarė didelę klaidą – 18,3% moksleivių. Klaidų buvo įvairių: nedalijo, o daugino arba sudėjo, negerai padalijo, darė klaidų, kurių beveik neįmanoma paaiškinti.

3 užduotis. Turinys 820, o atėminys – 10 kartų mažesnis už turinį. Raskite skirtumą.



4 pav. Aritmetiniai veiksmai su sveikaisiais skaičiais. Skirtumo apskaičiavimo rezultatai

Šią užduotį moksleiviai turėjo spręsti dviem veiksmais:

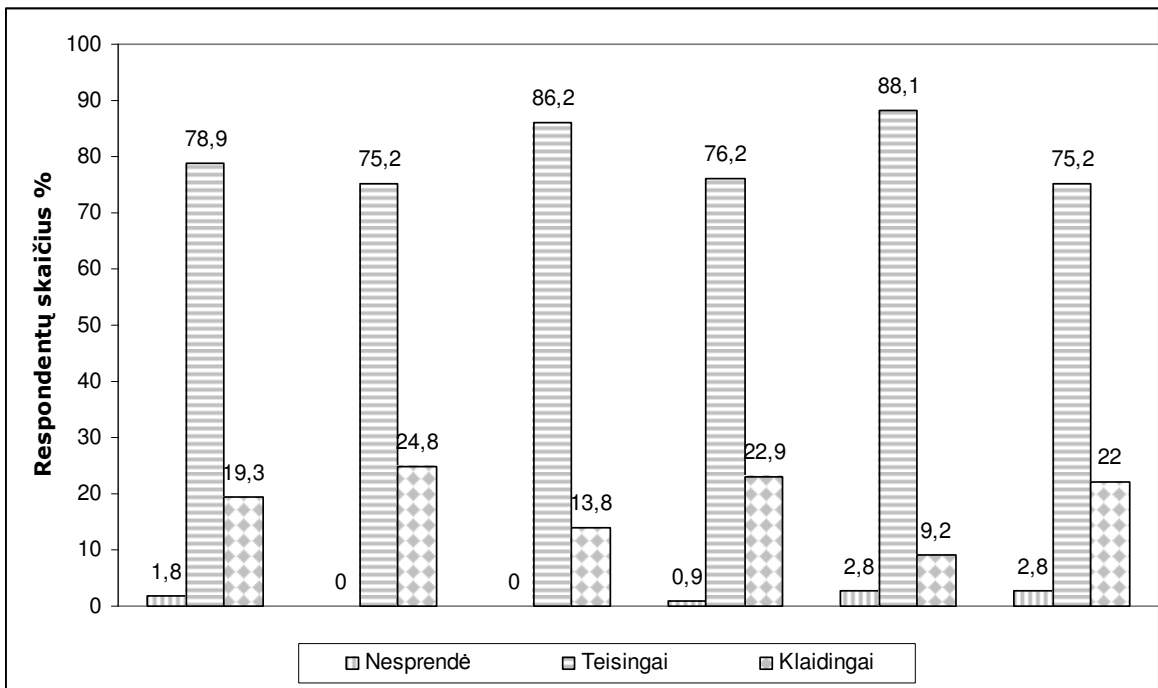
1. Rasti atėminį. Sąkygoje pasakyta, kad atėminys 10 kartų mažesnis už turinį, todėl 10 kartų sumažinę turinį gausime ieškomą skaičių $820 : 10 = 82$.

2. Sužinojus atėminį galima apskaičiuoti skaičių skirtumą $820 - 82 = 738$.

Teisingai šią užduotį atliko 56%, padarė didelę klaidą – 28,4%, o nesprendė – 15,6% respondentų. Pirmąjį uždavinio veiksmą, t.y. surado atėminį, teisingai atliko 79,8% moksleivių, Nurodytų skaičių skirtumą neteisingai apskaičiavo 15,6%, šio veiksmo visai neatliko 11% moksleivių.

Šia testo užduotimi bandyta patikrinti, kaip moksleiviai žino ir tarpusavyje sieja atimties veiksmo komponentų pavadinimus. Kartu patikrinamas gebėjimas atlikti atimties veiksmą. Nemaža dalis klydusiųjų nesuvokė užduoties visumos ir apskaičiavo tik atėminį. Neišvengta skaičiavimo klaidų: iš 820 atėmę 82 gavo įvairius skirtumus – 748, 740, 742.

4 užduotis buvo skirta patikrinti moksleivių gebėjimą atlikti aritmetinius veiksmus (sudėti, atimti, dauginti, dalinti).



5 pav. Aritmetinių veiksmų skaičiavimo rezultatai.

$$\begin{array}{r}
 4 \text{ a užduotis. Apskaičiuokite } \quad 987 \\
 + 9243 \\
 \hline
 \quad 208
 \end{array}$$

Šios užduoties atsakymas - 10438. Kaip matyti iš 5 pav. diagramos, šią, atrodo nesudėtingą užduotį, teisingai išsprendė 78,9%, visai nesprendė – 1,8%, didelę klaidą padarė 19,3% moksleivių. Iš neteisingai išsprendusių moksleivių, daugiausiai (63,6%) klaidą darė pamesdami „vienetą mintyje“.

$$\begin{array}{r}
 4 \text{ b užduotis. Apskaičiuokite } \quad \underline{2185} \\
 \quad \underline{1695}
 \end{array}$$

Šios užduoties atsakymas – 490.

$$\begin{array}{r}
 4 \text{ c užduotis. Apskaičiuokite: } \quad + 53435 \\
 \quad \underline{40967}
 \end{array}$$

Užduoties atsakymas – 94402.

Šios trys (2a, 2b, 2c) testo užduotys skirtos patikrinti gebėjimą atlikti aritmetinius veiksmus: sudėti ir atimti.

$$\begin{array}{r}
 4 \text{ d užduotis. Apskaičiuokite: } \quad \times 237 \\
 \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \underline{8}
 \end{array}$$

Šia užduotimi siekta patikrinti gebėjimą dauginti iš vienaženklio skaičiaus. Teisingai sudauginus, atsakymas gaunamas 1896. Šią užduotį teisingai atliko 76,1%, o neteisingai – 22,9% moksleivių. Daugiausia problemų sudarė daugybos lentelės nemokėjimas.

4 e užduotis. Apskaičiuokite: $8406 \cdot 9$

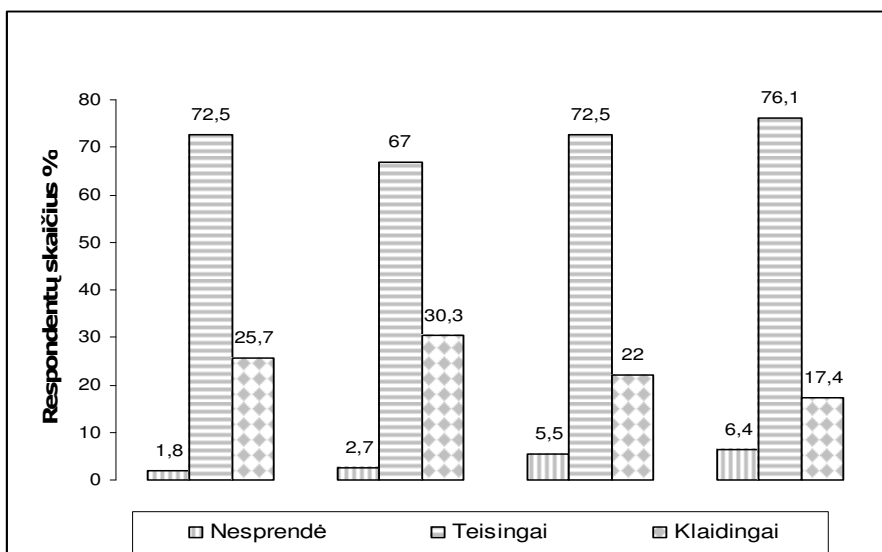
Šią užduotį teisingai atliko 88,1% moksleivių, suklydo 9,2%. Kaip ir 4d užduotyje, svarbiausia – daugybos lentelės nemokėjimas.

4 f užduotis. Apskaičiuokite: $2824 \cdot 4$

Užduoties teisingas atsakymas – 706. Šią užduotį teisingai atliko – 75,2%, neteisingai – 22%. Pagrindinė klaida, kurią padarė 58,3% klydusiųjų – nenusikėlė 0 ir atsakymą gavo 76. Kitiems moksleiviams problema buvo – daugybos ir dalybos lentelės nemokėjimas.

4e ir 4f testo užduotimis siekta patikrinti moksleivių gebėjimą dalinti iš natūraliojo skaičiaus.

Sekančios keturios (5a, 5b, 5c ir 5d) testo užduotys skirtos patikrinti moksleivių gebėjimą palyginti natūraliuosius skaičius. Anot bendrojo išsilavinimų standartų, 4 klasės moksleiviai skaito ir rašo skaičius iki milijono, žino skaičių tvarką, supranta sąvokas lygu, daugiau, mažiau. Užduoties sprendimą apsunkino tai, kad ji buvo pateikta dvigubos nelygybės forma. Kai kurie moksleiviai netvirtai žino palyginimo ženklų „daugiau“, „mažiau“ prasmę, todėl, nors ir parinko teisingus skaičius, juos rašė ne toje nelygybės pusėje.



6 pav. Natūraliųjų skaičių numeracija. Gretimų skaičių rašymo rezultatai

5 a užduotis. Parašykite gretimus skaičius: $\dots < 100000 < \dots$

Šią užduotį neteisingai atliko 25,7% respondentų. Galima teigti, kad 50% klydusiųjų šios užduoties visai nesuprato. 83,5% ketvirtokų teisingai parašė vieną skaičių. 9% klydusiųjų skaičius parašė ne į tą pusę.

5 b užduotis. Parašykite gretimus skaičius: ... < 999999 < ...

Teisingai šią užduotį atliko 67% moksleivių, 5,5% mažiau nei 5a užduotį. Tačiau 86,7% ketvirtokų teisingai parašė vieną skaičių, t. y. 3% daugiau nei ankstesnėje užduotyje. Pagrindinės klaidos, kurias padarė moksleiviai – parašė skaičius ne į tą pusę, per daug arba mažai skaitmenų (iš vienos pusės prirašė per daug 9, o iš kitos pusės – 0), 23,8% suklydusiųjų užduoties visai nesuprato.

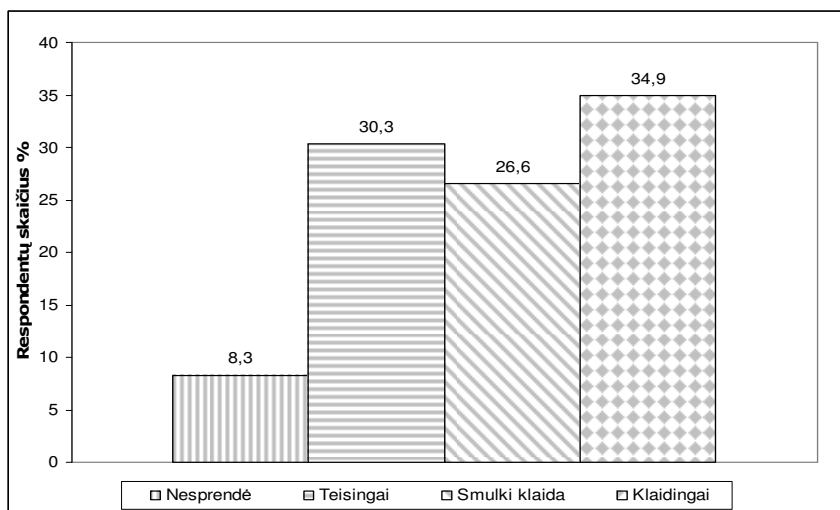
5 c užduotis. Parašykite gretimus skaičius: 65099 < ... < ...

Teisingai šią užduotį reikėjo atlikti taip: 65099 < 65100 < 65101. Teisingai išsprendė 72,5%, padarė klaidą – 22% moksleivių. Galima teigti, 64,3% iš neteisingai išsprendusių, šios užduoties nesuprato. Vieną skaičių teisingai parašė 75,2% moksleivių. Buvo tokių mokinių, kurie skaičius surašė ne į tą pusę.

5 d užduotis. Parašykite gretimus skaičius: < < 7500

Šią užduotį (iš keturių šio tipo uždavinių) teisingai išsprendė daugiausia moksleivių – 76,1%. Iš padariusių klaidą – dalis respondentų skaičius surašė ne į tą pusę, kita dalis – visai nesuprato, treči – parašė tik vieną skaičių.

6 užduotis. Žvejys pagavo 3 lydekas. Viena svėrė 250 g, kita – 3 kartus daugiau, o trečia – 4 kartus daugiau už pirmąją. Kiek kilogramų svėrė visos lydekos?



7 pav. Tekstinio uždavinio sprendimo rezultatai

Šiam uždaviniui išspręsti moksleiviai turėjo atlikti keturis veiksmus:

1. Apskaičiuoti antros lydekos svorį. Pasakyta, jog ji sveria 3 kartus daugiau už pirmąją, vadinasi $250 \cdot 3 = 750$ g.
2. Rasti trečios lydekos svorį $250 \cdot 4 = 1000$ g
3. Rasti visų 3 lydekų svorį $250 + 750 + 1000 = 2000$ g
4. Gramus paversti į kilogramus $2000\text{g} = 2$ kg.

Teisingai šią užduotį atliko 30,3% ketvirtokų. Klaidingai išsprendė 34,9% moksleivių, padarė nedidelę klaidą – 26,6% ir visai nesprendė – 8,3% respondentų. Dažniausiai moksleiviai klydo atlikdami ketvirtąjį veiksmą, t.y. gramų vertimas į kilogramus. 26% moksleivių atsakymą pateikė gramais, nepavertė į kilogramus. Buvo keletas moksleivių, kurie vietoj gramų viską skaičiavo kilogramais ir atsakymą gavo 2000 kg. Tarp neteisingai išsprendusių, dažniausiai klaidą darė atlikdami sudėties veiksmą.

Ši užduotis skirta patikrinti moksleivių gebėjimą atlikti aritmetinius veiksmus, masės matavimo vienetų stambinimui.

Sekančios (7a, 7b, 7c, 7d) užduotys buvo skirtos patikrinti, kaip moksleiviai geba atrinkti, kokį aritmetinį veiksmą naudoti ir kaip teisingai jį atlikti.

7 a užduotis. Sugalvokite skaičių, kuris tenkintų nelygybę: $60 - \square < 100$

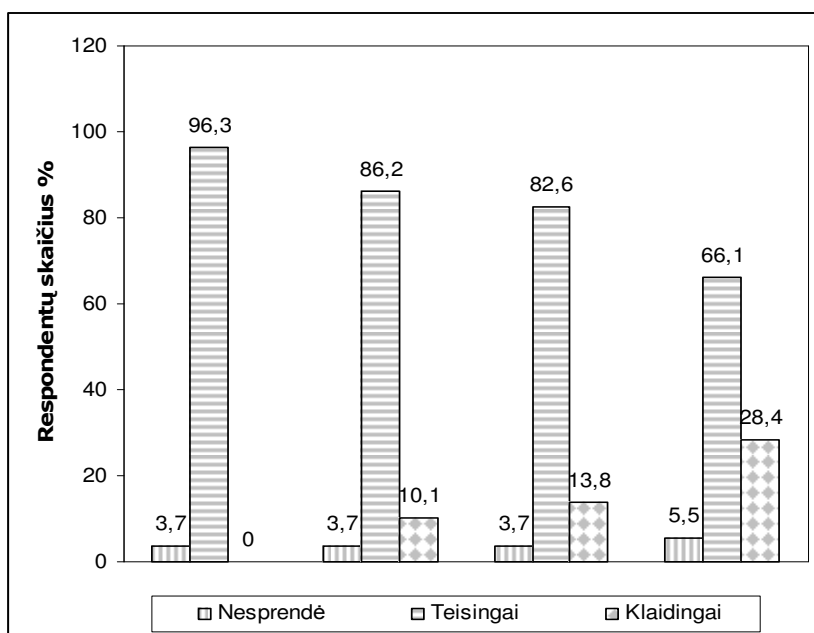
Galima teigti, kad šią užduotį moksleiviai teisingai atliko beveik 100%. Iš visų respondentų, vienintelis mokinys pateikė neteisingą atsakymą.

7 b užduotis. Sugalvokite skaičių, kuris tenkintų nelygybę: $60 \cdot \square < 100$

7 c užduotis. Sugalvokite skaičių, kuris tenkintų nelygybę: $40 - \square < 3$

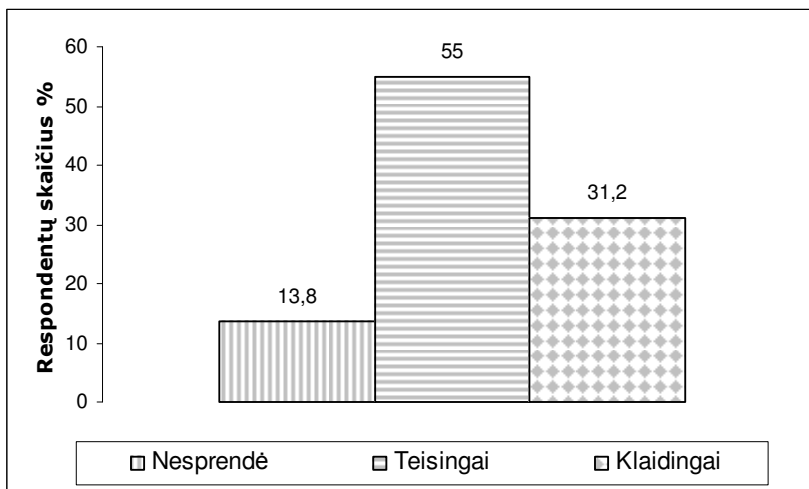
7 d užduotis. Sugalvokite skaičių, kuris tenkintų nelygybę: $40 : \square < 3$

Kaip sekėsi moksleiviams spręsti šias užduotis, matyti 8 pav.



8 pav. Nelygybės sprendimo rezultatai

8 užduotis. Didžiausią triženklį skaičių sudėkite su tris kart mažesniu skaičiumi, o gautą sumą padalykite iš 3.

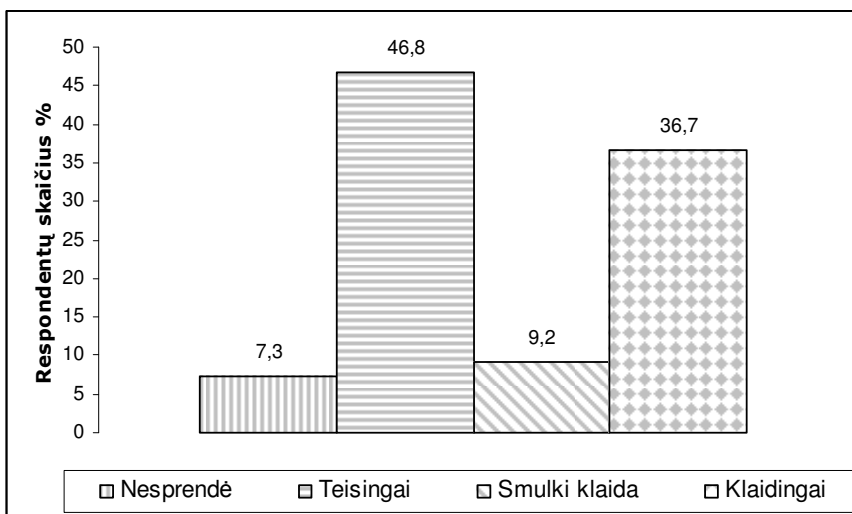


9 pav. Skaičių numeracijos ir aritmetinių veiksmų atlikimo rezultatai

Šiame uždavinyje moksleiviai turėjo atlikti keletą veiksmų. Pirmiausia reikėjo teisingai parašyti didžiausią triženklį skaičių (999), rasti tris kartus už jį mažesnę (333) paskui juos reikėjo sudėti $999 + 333 = 1332$, ir gautą skaičių padalyti iš 3, t. y. $1332 : 3 = 444$. Ši užduotis paremta skaičių numeracijos žiniomis.

Teisingai šią užduotį atliko 55%, padarė klaidą – 31,2%, nesprendė 13,8% moksleivių. Didžiausią triženklį skaičių teisingai parašė 80% moksleivių. Dažniausiai respondentai klydo atlikdami trečią veiksmą, t.y. sudėtį. 12,2% padariusių klaidą moksleivių trečią ir ketvirtą veiksmus praleido. Kai kurie moksleiviai pateikė neteisingą atsakymą neatlikdami veiksmų sekos.

9 užduotis. Kokį skaičių reikia atimti iš 160, norint gauti 200 ir 58 skirtumą. Užrašykite lygtį ir ją išspręskite.



10 pav. Lygties sprendimas. Sudarytos lygties sprendimo rezultatai

Šiame uždavinyje moksleiviai turėjo susidaryti lygtį $160 - x = 200 - 58$, po to ją išspręsti:

$$160 - x = 142,$$

$$x = 160 - 142,$$

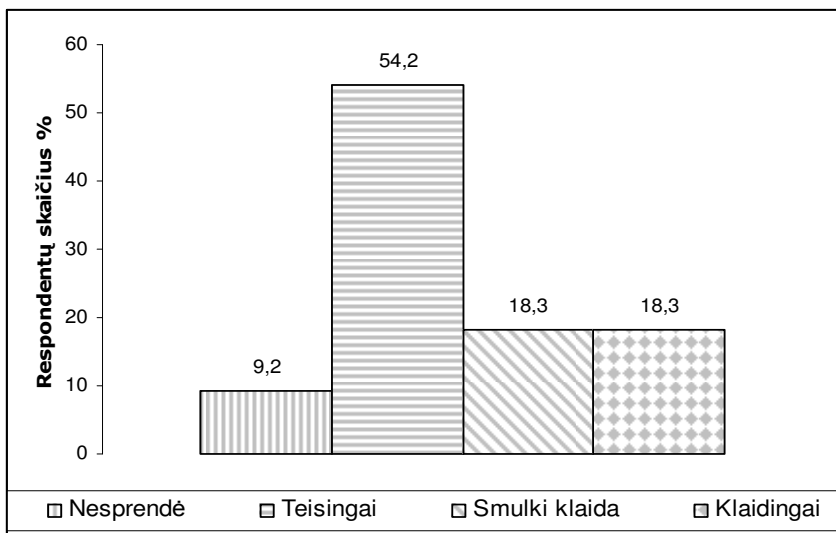
$$x = 18.$$

Bendrojo išsilavinimo standartuose nurodyta, kad ketvirtokai geba sudaryti lygtį ir teisingai ją išspręsti. Be to patikrintas moksleivių gebėjimas atlikti atimties veiksmą. Šią užduotį teisingai atliko 46,8%, padarė smulkia klaidą 9,2%, didelę klaidą – 36,7% ir 7,3% moksleivių iš vis nesprenė. 67,9% lygtį užrašė teisingai, tačiau ne visi ją teisingai išsprenė. Pagrindinės klaidos: negerai užrašytas skirtumas $200 - 58$, neteisingai atimta, lygties sprendimui pasirinktas ne tas veiksmas, pasitaikė moksleivių, kurie užrašė tik lygtį, bet jos nesprenė. Dalis moksleivių nepabaigė spręsti lygties, t. y. paliko $x = 160 - 142$.

Anot bendrojo išsilavinimo standartų ir bendrųjų programų, 4 klasės mokiniai taisyklingai vartoja geometrijos terminus, skaičiuoja stačiakampio plotą bei perimetrą. Sekanti užduotis kaip tik ir patikrina šiuos gebėjimus.

10 užduotis. Pilis aptverta stačiakampio formos mūro siena. Jos ilgis 100 m, o plotis 90 m.

a) koks žemės plotas aptvertas mūro siena?



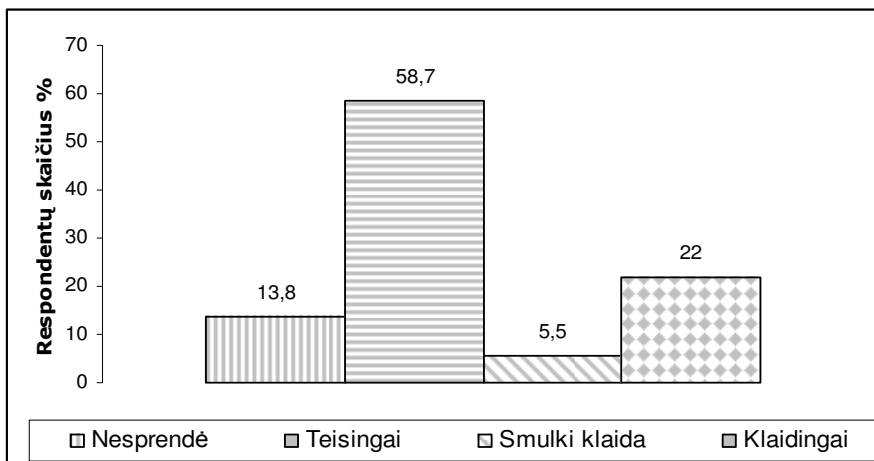
11 pav. Stačiakampio ploto radimo rezultatai

Atlikdami šią užduotį moksleiviai turėjo apskaičiuoti stačiakampio, kurio ilgis 100m, o plotis – 90m, plotą. Jis lygus $100 \cdot 90 = 9000\text{m}^2$.

Tai yra pati paprasčiausia stačiakampio ploto matavimo užduotis. Galima teigti, kad moksleiviai nelabai geba skaičiuoti stačiakampio plotą, beje daugiau dėmesio reiktų skirti matavimo vienetų užrašymui. Teisingai šią užduotį atliko truputį daugiau nei pusė respondentų. Skaičiavo gerai, bet neteisingai užrašė matų vienetus 16,5% moksleivių. Visai blogai plotą

skaičiavo 18,3% ketvirtokų. Buvo moksleivių, kurie vietoj stačiakampio ploto skaičiavo jo perimetrą.

b) kiek metrų reikėtų nueiti, kad apeitum mūro sieną?

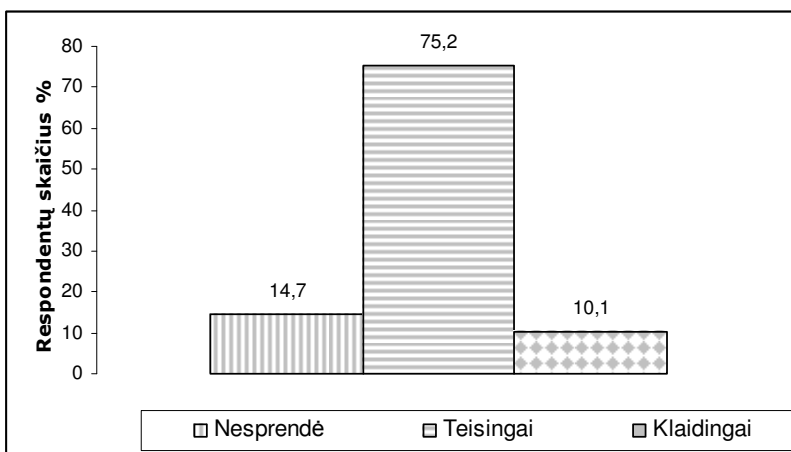


12 pav. Stačiakampio perimetro radimo rezultatai

Atlikdami šią užduotį moksleiviai turėjo apskaičiuoti stačiakampio, kurio ilgis 100m, plotis – 90m, perimetrą. Jis lygus $2 \cdot (100+90) = 380m$.

Kaip ir stačiakampio plotą, taip ir perimetrą, apskaičiavo daugiau nei pusė (58,7%) moksleivių. Kai kam daugiau dėmesio reiktų skirti matavimo vienetų užrašymui. 15,6% respondentų visai nemoka skaičiuoti stačiakampio perimetro. Du moksleiviai vietoj perimetro skaičiavo stačiakampio plotą. Neišvengta ir skaičiavimo klaidų.

11 užduotis. Raskite duotųjų skaičių vidurkį: 17, 47, 32.



13 pav. Trijų skaičių aritmetinio vidurkio skaičiavimo rezultatai

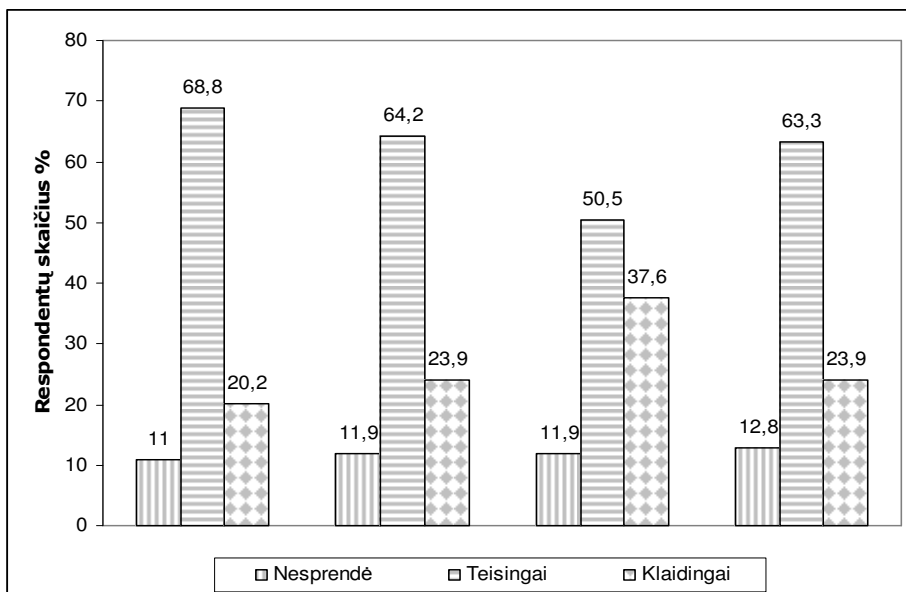
Spręsdami šį uždavinį moksleiviai turėjo atlikti du veiksmus:

1. $17 + 47 + 32 = 96$.

2. $96 : 3 = 32$.

Kaip matyti iš 13 pav. diagramos moksleiviai gerai geba apskaičiuoti trijų skaičių vidurkį. 10,1% ši uždavinį išsprendė klaidingai – negerai sudėjo, kai kurie sudėjo, bet nedalino iš 3. 47% klydusiųjų sprendimo negalima paaiškinti.

Sekančios keturios užduotys skirtos patikrinti kaip moksleiviai geba spręsti paprasčiausias lygtis, kaip geba atlikti paprasčiausius aritmetinius veiksmus.



14 pav. Aritmetiniai veiksmai. Tinkamo skaičiaus radimas

12 a užduotis. Įrašykite tokį skaičių, kad reiškinio $38 + \square$ reikšmė būtų 180.

Šiame uždavinyje moksleiviai turėjo įrašyti 142 t.y. $180 - 38 = 142$. Užduotį teisingai atliko 68,8% , padarė didelę klaidą – 20,2%, nesprendė – 11% moksleivių. 13,3% respondentų negerai atėmė, 27% padariusių klaidą vietoj atimties, atliko sudėties veiksmą. Dalis moksleivių pateikė neteisingą atsakymą be sprendimo.

12 b užduotis. Įrašykite tokį skaičių, kad reiškinio $445 - \square$ reikšmė būtų 180.

Šią užduotį reikėjo spręsti taip: $445 - 180 = 265$.

Teisingai išsprendė – 64,2%, neteisingai – 23,9% respondentų. Dažniausiai mokiniai klydo atimdami. Keletas moksleivių ne atėmė, o sudėjo. Pasitaikę neteisingi atsakymai: 255, 165, 365, 625, 263.

12 c užduotis. Įrašykite tokį skaičių, kad reiškinio $\square - 710$ reikšmė būtų 180.

Moksleiviai turėjo įrašyti 890.

Neteisingai išsprendė 37,6% moksleivių. Pagrindinė klaida, kurią darė ketvirtokai $710 - 180$, o reikėjo $710 + 180$. Šią klaidą padarė 36,7% respondentų.

12 d užduotis. Įrašykite tokį skaičių, kad reiškinio $346 - \square$ reikšmė būtų 180.

Šį uždavinį reikėjo spręsti taip $346 - 180 = 166$.

Teisingai išsprendė 63,3%, padarė didelę klaidą – 23,9%, ir visai nesprendė – 12,8% moksleivių. Pagrindinė klaida – negerai atimta. Šią klaidą padarė net 25% respondentų. Kai kurie moksleiviai kaip ankstesnėse užduotyse pasirinko netinkamą veiksmą, t.y. vietoj atimties – sudėti.

II.3. Matematinų gebėjimų testo diagnostinės kokybinės charakteristikos

Testų teorijoje priimta, kad diagnostiškai informatyvūs yra tie uždaviniai, kurių koreliacija su bendru testo balu $r_{tt} \geq 0,2$ (Bitinas, 1974). Norint išspręsti visus šio testo uždavinius, reikia tam tikros savybės – gebėjimo spręsti pradinės mokyklos matematikos užduotis. Šio testo uždaviniai ir yra skirti patikrinti, kaip moksleiviai sprendžia tuos uždavinius. Jeigu darome prielaidą, kad iš užduočių visumos galima spręsti apie moksleivio gebėjimus šioje srityje, tai koreliacijos su bendru testo balu koeficientas r_{tt} ir rodo, kiek su tuo gebėjimu yra susijusi kiekviena užduotis.

Užduoties sunkumas – tai užduoties charakteristika, išreiškianti statistinį jos išspręstumo lygį tiriamųjų grupėje. Testo užduočių sunkumo analizė yra vienas iš svarbiausių testo sudarymo ir atskirų užduočių diagnostinių savybių nustatymo etapų. Užduoties sunkumą (išspręstumą) įprasta reikšti sunkumo indeksu. Jį žymėsime P ir skaičiuosime moksleivių, teisingai išsprendusių užduotį, skaičių n_t dalydami iš visų moksleivių, sprendusių užduotį, skaičiaus n :

$$P = \frac{n_t}{n}$$

Užduoties sunkumo koeficientas gali įgyti reikšmes nuo 0 iki 1. Žemas sunkumo koeficientas rodo, kad užduotis lengva, aukštas – kad ji sunki. Testo užduočių sunkumo analizės paskirtis – atrinkti optimalias pagal sunkumą užduotis bei parinkti užduoties vietą teste. Jeigu užduotys yra per sunkios ar per lengvos, tai testo validumas ir patikimumas sumažėja. Klasikinėje testų teorijoje darant prielaidą, kad konkrečią užduotį išsprendusių moksleivių dažnis yra normaliai pasiskirstęs atsitiktinis dydis, rekomenduojama į testą įtraukti tik tas užduotis, kurias išsprendė ne mažiau kaip 16% ir ne daugiau kaip 84% moksleivių. Užduotis laikoma vertinga, jeigu jos sunkumo įvertis yra tarp 0,16 ir 0,84.

Testavimo rezultatai parodė, kad užduoties sunkumo koeficientai $P \leq 0,16$ rodo, kad uždaviniai per sudėtingi, o $P \geq 0,84$ – per lengvi. Sunkiausios šio testo užduotys buvo 1b ir 6 ($P = 0,30$).

Panagrinėjus koreliaciją su bendru testo balu (r_{tt}) matosi, kad didžiausias koreliacijos koeficientas 0,60 yra 12c užduoties, o mažiausias koreliacijos koeficientas 0,05 yra 4a užduoties.

Kaip matyti iš 2 lentelės, šiame teste ne visi uždaviniai yra diagnostiskai informatyvūs, t. y. jų koreliacija su bendru testo balu yra mažesnė už 0,2 (1b, 3, 4a, 4c, 11). Tačiau kiekvienos užduoties koreliacija su bendru testo balu yra gana aukšta ir kinta nuo $r_{tt} = 0,05$ iki $r_{tt} = 0,53$, o sunkumo koeficientas P kinta nuo 0,30 iki 0,96. Šios statistinės testo charakteristikos tenkina standartizuoto testo parametrus, o testas yra tinkamas ketvirtokų matematinių gebėjimų diagnostikai.

Cronbach alpha koeficientas pašalinus užduotį parodo, kaip keičiasi skalės patikimumas. Bendras visos skalės Cronbach alpha = 0,81. Jeigu pašalinus užduotį skalės patikimumas padidėtų, tai tikslinga būtų šią užduotį išmesti. Cronbach alpha pašalinus užduotį koeficientai neviršija 0,81, tai reiškia, kad visi testo uždaviniai tinka ketvirtokų matematinių gebėjimų įvertinimui.

2 lentelė

IV klasės moksleivių matematinių gebėjimų testo statistiniai parametrai (Cronbach alpha = 0,81, Guttman Split-half = 0,47)

Užduotis	Užduoties sunkumas (P)	Standartinis nuokrypis	Koreliacija su bendru testo balu (r_{tt})	Cronbach alpha pašalinus užduotį	Teisingai užduotį išsprendusių moksleivių procentas
1a	0,78	0,83	0,23	0,81	78
1b	0,30	0,97	0,16	0,81	30,3
2a	0,85	0,71	0,53	0,80	85,3
2b	0,83	0,76	0,27	0,81	82,6
2c	0,75	0,87	0,28	0,81	75,2
2d	0,81	0,79	0,24	0,81	80,7
3	0,56	1,06	0,14	0,81	56
4a	0,79	0,81	0,05	0,81	78,9
4b	0,75	0,87	0,22	0,81	75,2
4c	0,86	0,69	0,09	0,81	86,2
4d	0,76	0,86	0,32	0,80	76,1
4e	0,88	0,61	0,42	0,80	88,1
4f	0,75	0,86	0,34	0,80	75,2
5a	0,72	0,90	0,25	0,81	72,5
5b	0,67	0,96	0,30	0,80	67
5c	0,72	0,89	0,42	0,80	72,5
5d	0,76	0,83	0,35	0,80	76,1
6	0,30	0,99	0,50	0,80	30,3
7a	0,96	0,19	0,24	0,81	96,3
7b	0,86	0,65	0,46	0,80	86,2
7c	0,83	0,73	0,40	0,80	82,6
7d	0,66	0,97	0,25	0,81	66,1
8	0,55	1,08	0,40	0,80	55
9	0,47	1,04	0,22	0,81	46,8
10a	0,54	0,90	0,49	0,80	54,1

10b	0,59	0,98	0,39	0,80	58,7
11	0,75	0,74	0,15	0,81	75,2
12a	0,69	0,92	0,35	0,80	68,8
12b	0,64	0,98	0,39	0,80	64,2
12c	0,50	1,11	0,60	0,80	50,5
12d	0,63	0,98	0,38	0,80	63,3

Apie šio testo užduočių ryšius, kiek jie yra tarpusavyje susiję, sprendžiama iš šio testo užduočių koreliacinės matricos. Pearsono koreliacijos koeficientai rodo ryšio stiprumą tarp kintamųjų. Didžiausia koreliacija 0,74 yra tarp 7b ir 7c užduočių. Taip pat šios abi užduotys koreliuoja su 2a, 6, 7a, 8, 9, 10c užduotimis. Stipriai koreliuoja 3 užduotis su 10a, 12a ir 12c užduotimis. Bet ji visiškai nekoreliuoja su 2a, 2b, 2c, 2d, 2e užduotimis.

II.4. Rezultatų mneminis būvis

Siekiant įvertinti matematikos pasiekimų, kaip psichometrinio konstrukto, stabilumą, tas pačias testo užduotis pateikiau tiems patiems moksleiviams po mėnesio. Tokiu būdu išsiaiškinta, kokios matematinės tiesos, kokia matematinė informacija išliko ar neišliko moksleivio atmintyje, kokie matematinė veiklos įgūdžiai buvo (arba nebuvo) tvirtai susiformavę. Matematinų faktų ir gebėjimo operuoti matematine medžiaga užmiršimas, be abejo, yra vienas svarbiausių matematikos pasiekimų kokybės indikatorių. Kita vertus, reikia pagrįsti pradinės mokyklos moksleivių matematikos pasiekimų matavimo rezultatų panaudojimo tolesniame matematikos mokymo procese galimybes.

Kiekvienos užduoties užmiršimo indeksas u_m apskaičiuotas įvertinant užduoties sunkumą sprendžiant pirmą kartą ir sprendžiant antrą kartą: $u_m = \frac{1 - P_2}{P_1}$. Tokiu būdu vertinamas užduoties užmirštumas siejamas su sunkumu, kaip stabilia užduoties charakteristika, išvengiama priklausomybės nuo užduoties svorio. Kuo u_m artimesnis 1, tuo daugiau moksleivių, išsprendusių šią užduotį pirmą kartą, antrą kartą jos neišsprendė. $u_m \leq 0$, jeigu moksleiviai sprenddami antrą kartą užduotį atliko geriau arba taip pat, kaip sprenddami pirmą kartą.

3 lentelė

Testo ir retesto rezultatai

Užduotis	Nesprendė (%)		Teisingai (%)		Klaidingai (%)		Užmiršimo indeksas
	I kartą	II kartą	I kartą	II kartą	I kartą	II kartą	
1a	0,9		78	86,9	21,1	13,1	-0,11
1b	1,8		30,3	41	67,9	59	-0,37
2a			85,3	93,4	14,7	6,6	-0,10
2b	0,9		82,6	93,4	16,5	6,6	-0,13
2c	0,9		75,2	77	23,9	23	-0,03

2d	0,9		80,7	83,6	18,3	16,4	-0,03
3	15,6	19,7	56	50,8	28,4	29,5	0,09
4a	1,8	1,6	78,9	67,2	19,3	31,1	0,15
4b			75,2	77	24,8	23	-0,03
4c			86,2	85,2	13,8	14,8	0,01
4d	0,9	1,6	76,1	83,6	22,9	14,8	-0,10
4e	2,8		88,1	83,6	9,2	16,4	0,05
4f	2,8	4,9	75,2	75,4	22	19,7	-0,01
5a	1,8	1,6	72,5	73,8	25,7	24,6	-0,02
5b	2,8		67	78,7	30,3	21,3	-0,17
5c	5,5	1,6	72,5	78,7	22	19,7	-0,09
5d	6,4	3,3	76,1	80,3	17,4	16,4	-0,06
6	8,3		56,8	60,7	34,9	39,3	-1,02
7a	3,7	1,6	96,3	98,4			-0,02
7b	3,7		86,2	98,4	10,1	1,6	-0,14
7c	3,7		82,6	90,2	13,8	9,8	-0,09
7d	5,5	3,3	66,1	80,3	28,4	16,4	-0,22
8	13,8	1,6	55	57,4	31,2	41	-0,04
9	7,3	16,4	56	63,9	36,7	19,7	-0,36
10a	9,2	6,6	72,4	75,4	18,3	18	-0,40
10b	13,8	14,8	64,2	60,6	22	24,6	-0,03
11	14,7	16,4	75,2	70,5	10,1	13,1	0,06
12a	11	4,9	68,8	88,5	20,2	6,6	-0,28
12b	11,9	4,9	64,2	73,8	23,9	21,3	-0,15
12c	11,9	6,6	50,5	39,3	37,6	54,1	0,21
12d	12,8	4,9	63,3	59	23,9	36,1	0,06

Antrą kartą sprenddami moksleiviai beveik visas užduotis atliko geriau. Didesniame skaičiuje užduočių darė mažiau klaidų, taip pat rečiau nespėdė vienos ar kitos užduoties. Gerai testo užduotis atliko vidutiniškai 71,3% sprenddami pirmą kartą ir 73,4% antrą kartą. Sprendami klaidų vidutiniškai padarė atitinkamai 23% ir 21,9% moksleivių. Nespėdė visai pirmą kartą 5,7%, antrą kartą 4,7% ketvirtokų. Atlikus testo rezultatų analizę, galima, pastebėti, kad ketvirtokams geriausiai sekėsi atlikti aritmetinius veiksmus (sudėti, atimti, dauginti ir dalinti iš vienaženkliai skaičiaus, teisingai pasirinkti veiksmų atlikimo eilę). Ne ką blogiau moksleiviai rašė gretimus penkiaženkliai ir šešiaženkliai skaičius, spėdė lygtis. Kiek sunkiau ketvirtokai spėdė tekstines užduotis, kur patiems reikėjo pasirašyti skaičius, t.y. susieti atimties veiksmo komponentų pavadinimus, pasirašyti didžiausią triženkliai skaičių, tris kartus už jį mažesni.

Geresnius rezultatus kartojant testą turbūt lėmė tai, kad moksleiviai pakartojo kaip reikia atlikti vieną ar kitą užduotį. Galima spėti, kad pateikus tą patį testą tiems patiems vaikams penktoje klasėje, rezultatai būtų ne tokie. Užmiršimo koeficientas u_m būtų artimesnis 1, nes moksleiviai po vasaros atostogų nemažai medžiagos pamiršta.

Išvados

Atliktu tyrimu apibūdinta pradinės mokyklos matematikos gebėjimų samprata, suformuluotos dalyko gebėjimų testo konstravimo nuostatos, sudarytos užduočių atrankos technologijos, numatytos testo administravimo taisyklės.

- Klasikinės didaktikos požiūriu matematikos mokymosi pasiekimai yra tam tikra žinių ir gebėjimų sistema; laisvojo ugdymo požiūriu mokymosi pasiekimai taikymo ir kritinio mąstymo kategorijomis. L. Vygotskio mokslinės mokyklos atstovų požiūriu mokymosi pasiekimai yra aukštesniųjų psichinių funkcijų vystymasis; J. Piaget teorija besiremiančios didaktikos požiūriu mokymosi pasiekimai yra turinys, užpildantis mąstymo formas ir suteikiantis moksleiviui tam tikros srities kompetenciją. Matematiniai gebėjimai yra bendrųjų intelekto ir kūrybinių gebėjimų raiška matematinėje veikloje arba specifinės intelekto savybės – matematinių gabumų – raiška.

- Matematinių gebėjimų testų aprobavimas yra objektyvi ir patikima pradinė klasių moksleivių mokymosi rezultatų nustatymo priemonė, teikianti objektyvią informaciją mokiniams, jų tėvams ir mokytojams. Tikrinimas standartizuotais testais padeda tobulinti moksleivių žinias, jas gilinti ir šalinti spragas. Jis yra labai reikšmingas ir pedagoginiu požiūriu. Mokytojas tik tada gali sėkmingai organizuoti mokymą, kai žino, kaip moksleivis suprato ir perėmė anksčiau nagrinėtą medžiagą. Sistemingi testavimai teikia įvairiapusę informaciją apie mokymo ir mokymosi pažangą, jų rezultatus, atskleidžia moksleivių ir mokytojų darbo trūkumus. Gauta informacija sudaro galimybę diferencijuoti mokymą ir efektyviai mokymosi spragas likviduoti.

- Testas buvo sudarytas atsižvelgiant į pradinės mokyklos matematikos mokymo standartus bei bendrąsias programas. Daugumai testo klausimų sėkmingai atsakyti pakako tų žinių, mokėjimų bei įgūdžių, kuriuos moksleiviai įgijo matematikos pamokose. Išanalizavus mokinių pradinė matematinių pasiekimų testų rezultatus, paaiškėjo, kad:

1. Geriausiai mokiniams sekėsi spręsti uždavinius, kuriuose:

- Mokiniai turėjo išspręsti lygtis. Teisingai išsprendė 81% respondentų.
- Reikėjo atlikti aritmetinius veiksmus. Šias užduotis teisingai atliko 79,9% apklaustųjų.
- Mokiniai turėjo įrašyti skaičius, kad gautų teisingą nelygybę. Teisingai išsprendė 82,8% respondentų.

2. Sunkiausiai mokiniai įveikė šias užduotis:

- 1b užduotis. Mokiniai turėjo apskaičiuoti veiksmų eilutę. Teisingai užduotį atliko 30,3% respondentų.
- 3 užduotis. Moksleiviai turėjo rasti skirtumą, prieš tai susiejant atimties veiksmo komponentų pavadinimus. Teisingai užduotį atliko 56% apklaustųjų.

- 8 uždutis. Atlikdami šią uždutį mokiniai turėjo parašyti didžiausią triženklį skaičių, rasti tris kartus už jį mažesnę, juos sudėti ir gautą rezultatą padalinti iš 3. teisingai išsprendė 55% respondentų.
- 9 uždutis. Moksleiviai turėjo sudaryti lygtį ir ją išspręsti. Teisingai šią uždutį išsprendė 56% apklaustųjų.

Apibendrinus testavimo rezultatus galima būtų daryti tokias išvadas:

- 1) mokiniams lengvesnės tos uždutys, kurių dažniau pasitaiko matematikos vadovėlyje;
- 2) atliekant skaičiavimo uždutis susiduriama su mintino skaičiavimo ir daugybos lentelės problema;
- 3) sunkiai sekasi uždutys, kuriose reikia pritaikyti formules (pvz. ploto, perimetro skaičiavimui);
- 4) pastebėta, jog mokiniams lengviau sekasi tos uždutys, kurios reikalauja įgūdžių, virtusių automatiniais, o sunkiau – kurių sprendimui reikia pasitelkti loginį mąstymą ar ieškoti netradicinio sprendimo būdo.

- Siekiant įvertinti matematikos pasiekimų, kaip psichometrinio konstrukto, stabilumą buvo atliktas retestas. Tokiu būdu išsiaiškinta, kokios matematinės tiesos, kokia matematinė informacija išliko ar neišliko moksleivio atmintyje, kokie matematinė veiklos įgūdžiai buvo (arba nebuvo) tvirtai susiformavę. Antrą kartą sprenddami moksleiviai beveik visas uždutis atliko geriau. Didesniame skaičiuje užduties darė mažiau klaidų, taip pat rečiau nesprendė vienos ar kitos užduties.

Iš šių rezultatų aiškiai matyti, kad mokiniai, kaip ir jų matematiniai pasiekimai yra nevienodi. To priežastis – skirtingi matematiniai sugebėjimai, žinios, įgūdžiai. Taip pat skiriasi ir vaikų psichinės savybės. Teisingą užduties sprendimą ir suvokimą sąlygoja ir dėmesio, atminties, vaizduotės, kitų pažinimo savybių išsivystymas.

- Galima teigti, kad tyrime naudotas diagnostikos instrumentas - testas yra validus loginiu požiūriu, nes tikrai matuoja IV klasės moksleivių matematikos gebėjimų lygį. Testo reliabilumas (patikimumas) nustatytas pagal Crombach Alpha bei Guttman Split – half patikimumo analizės modelį. Apskaičiuota ir gauta Crombach Alpha = 0,81. Artėjimas prie +1 rodo aukštą testo vidinę konsistenciją ir įrodo akivaizdų matavimo prietaiso patikimumą. Testas yra objektyvus, nes tyrinėtojai (testo sudarytoja, testavimą vykde mokytojai) nedarė įtakos matavimo procedūrai bei rezultatams, t.y. neiškreipė jų. Manau, kad tyrime naudotas instrumentas – testas yra pakankamai reprezentatyvus ir informatyvus, bei po atliekamos korekcijos atitiktų profesionalaus testo reikalavimus, ir galėtų būti taikomas 4 klasės moksleivių matematikos pasiekimų diagnozavimui.

Pateiktos metodologinės charakteristikos patvirtina darbe iškeltą hipotezę, jog tyrime naudotas testas yra validus loginiu požiūriu ir patikimas, bei gali būti naudojamas ketvirtos klasės moksleivių matematikos pasiekimų diagnozavimui.

Rekomendacijos

Sudarant matematinių gebėjimų diagnostikos testus siūloma visose mokyklose, kuriose yra pradinės klasės, sukaupti pakankamai aprobuotų ketvirtos klasės mokinių matematinių gebėjimų testo užduočių, kad būtų galima operatyviai sudarinėti konkrečius savikontrolės testus. Manau, jog šis testas atitinka bendrųjų programų reikalavimus, nes kiekvieno uždavinio sąlyga reikalauja ne daugiau to, ką privalo žinoti mokinys, besimokantis ketvirtoje klasėje. Šis testas yra gera galimybė mokytojui patikrinti savo mokinių žinias. Kiekvienam mokytojui pravartu turėti tokius testus kiekvienai klasei (ir net po keletą kiekvienai). Skirtingi testai leidžia geriau apčiuopti mokinių matematinio išmokimo trūkumus, rasti sunkiau įsisavinimų užduočių grupes.

Atsižvelgus į užmiršimo faktorių, ie siekiant penktos klasės matematikos mokytojam suteikti daugiau informacijos apie mokinių matematikos pasiekimus pradinėse klasėse, testuoti ne tik ketvirtos, bet ir penktos klasės mokinius (pakartojus ketvirtos klasės kursą). Perėjus iš pradinės mokyklos į pagrindinę, matematikos žinios yra kartojamos ir gilinamos. Moksleiviai geriau įsisavina naujas žinias ir išmoka jas us senomis, kai mokymas yra susipinantis, pasikartojantis. Sistemingai atkreipiant moksleivių dėmesį į anksčiau išeitą medžiagą geriau įsisavinama nauja. To paties testo sprendimas keletą kartų, tarkime mokslo metų pradžioje ir pabaigoje, leistų objektyviai įvertinti mokinių išmokimo pažangą ir trūkumus, užfiksuotų jų žinias ir mokėjimus. Sprendimas mokslo metų pabaigoje ir kitų mokslo metų pradžioje leistų nustatyti mokinių užmiršimo lygį. Toks procesas parodo žinių ir mokėjimų lygį, skatina mokytojus efektyviau organizuoti mokymo procesą, atskleidžia mokinių ir mokytojų darbo rezultatus. Gautais rezultatais galėtų pasinaudoti ir pradinių klasių, ir penktokų matematikos mokytojai, nes surinkta medžiaga puikiai atskleidžia ketvirtokų mokėjimus bei jų matematinių žinių spragas. Penktokų mokytojai neturėtų žiūrėti į mokinius taip, lyg jie viską mokytųsi iš naujo. Jie turėtų atsižvelgti į užmiršimo faktorių, padėti adaptuotis moksleiviams pagrindinėje mokykloje.

Literatūra

1. Anelauskienė A. (1970). Matematinų sugebėjimų tipai ir mokymosi individualizavimas: kandidatinė disertacija. Vilnius.
2. Balčytis B. (2000). IV klasės matematikos pamokų planavimas. Didaktiniai patarimai mokytojams. Kaunas.
3. Balčytis B. (2000). Skaičių šalis. Kaunas.
4. Bendrojo išsilavinimo standartai. 1998.
5. Bendrosios programos ir išsilavinimo standartai. 2003.
6. Bitinas B. (1974). Statistiniai metodai pedagogikoje ir psichologijoje. Kaunas.
7. Butkienė G., Kepalaitė A. (1996). Mokymasis ir asmenybės brendimas. Vilnius.
8. Charles C. M. (1999). Pedagoginio tyrimo įvadas. Vilnius.
9. Coombe Ch. And Hubley N. Writing Objective Test Items [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: <<http://taesig.8m.com/createv.html>>.
10. Cross, L.H. Testing memo 3: Essay tests [žiūrėta 2005- 12- 15]. Prieiga per internetą: <<http://www.testscoring.vt.edu/memo03.html>>.
11. Frary R. A. Brief Guide to Questionnaire Development [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: <<http://www.testscoring.vt.edu/fraryquest.html>>.
12. Gage N. L., Berliner D. C. (1994). Pedagoginė psichologija. Vilnius.
13. Gardner H. 1983. Frames of mind: The theory of multiple intelligences. New York.
14. Gendall Ph. (1998). A Framework for Questionnaire Design: Labaw Revisted [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: <<http://marketing-bulletin.niassey-ac.nz/article9/article3b.asp>>.
15. Gulliksen H. (1950). Theory of Mental Tests. New York: Wiley.
16. Hambleton R. K. & Swaminathan H. (1985). Item response theory: Principles and applications. Boston.
17. Hambleton R., Rodgers J. (1995). Item Bias Review. ERIC/AE Digest [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: <http://www.ericfacility.net/databases/ERIC_Digests/ed398241.html>.
18. Hambleton R. and Rodgers J. (2004). Developing an Item Bias Review Form [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: <<http://mirror.eschina.bnu.edu.cn/Mirror1/accesseric/ericae.net/ft/tamu/biaspub2.htm>>.
19. Lienert G. A., Raatz U. (1994). Testaufbau und Testanalyse. Weinheim.
20. Jovaiša L. (1975). Psichologinė diagnostika. Kaunas.
21. Jovaiša L. (2001). Ugdymo mokslas ir praktika. Vilnius.

22. Kardelis K. (1997). Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai. Kaunas.
23. Kiseliova D., Kiseliovas A. (2004). Matematinių gebėjimų diagnostika. I dalis. Šiauliai.
24. Kiseliova D., Kiseliovas A. (2003). Matematikos pasaulyje: pratybų sąsiuvinis 4 klasei. Vilnius.
25. Kiseliova D., Kiseliovas A. (2002). Matematikos teminiai testai: taikymas, skaičiavimai, geometrija, matavimai, statistika: 4 klasė. Vilnius.
26. Kiseliova D., Kiseliovas A. (2005). Matematikos testai: 4 klasė. Vilnius.
27. Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklos bendrosios programos. 2003.
28. Merkys G. (1999). Testavimas – socialinių mokslų principas. Metodologinio diskurso projekcija //Socialiniai mokslai. Nr 2(19).
29. Myers G.D.(2000). Psichologija. Kaunas.
30. Psichologijos žodynas.(1993). Vilnius.
31. Solso R. (2002). Когнитивная психология. Москва.
32. Standarts for educational and psychological testing. 1999. Washington.
33. Test Design and Construction(2004) [žiūrėta 2006-01-23]. Prieiga per internetą: http://www.uts.psu.edu/Test_construction_frame.htm.
34. Walonick D. S.(1997 – 2004). Survival Statistics (Designing and Using Questionnaires) [žiūrėta 2006 -01 -23]. Prieiga per internetą: <http://www.statpac.com/surveys/surveys.doc>.
35. Анастази А., Урбина С. (2001). Психологическое тестирование. 7 –е международное издание. Санкт-Петербург. Москва – Харьков- Минск.
36. Крутецкий В.А. (1968). Психология математических способностей школьников. Москва.
37. Крутецкий В.А. (1978). Moksleivių mokymo ir auklėjimo psichologija. Kaunas.
38. Микшите О.-Г. (1974). Связь между установлением пространственных соотношений и склонностью к специальности: диссертация на соискание ученой степени кандидата психологических наук. Вильнюс.
39. Пиаже Ж., (1969). Избранные психологические труды. Психология интеллекта. Генезис числа у ребенка. Логика и психология. Москва.
40. Пиаже Ж.. (1970). Математические и оперативные структуры мышления // Преподавание математики. Москва, с. 25 – 238.

Priedai

1 priedas

Ketvirtos klasės mokinių pasiekimų testas

Testavimo data.....

Mokykla, klasė.....

Pavardė, vardas.....

1. Apskaičiuokite:

a) $30 \cdot (115 - 960 : 64) =$

b) $2368 + 4064 : 8 - 156 \cdot 15 =$

2. Išspręskite lygtis:

a) $125 - x = 95$

b) $600 = 350 + x$

c) $1440 : x = 40$

d) $x \cdot 27 = 810$

3. Turinys 820, o atėminys – 10 kartų mažesnis už turinį. Raskite skirtumą.

4. Apskaičiuokite:

a)
$$\begin{array}{r} 987 \\ + 9243 \\ \hline 208 \end{array}$$

b)
$$\begin{array}{r} _ 2185 \\ \underline{1695} \end{array}$$

c)
$$\begin{array}{r} 53435 \\ + 40967 \\ \hline \end{array}$$

d)
$$\begin{array}{r} \times 237 \\ \underline{\quad 8} \end{array}$$

e)
$$\begin{array}{r} _ 8406 \mid \underline{9} \end{array}$$

f)
$$\begin{array}{r} _ 2824 \mid \underline{4} \end{array}$$

5. Parašykite gretimus skaičius:

a) $\dots < 100000 < \dots$

b) $\dots < 999999 < \dots$

c) $65099 < \dots < \dots$

d) $\dots < \dots < 7500$

6. Žvejys pagavo 3 lydekas. Viena svėrė 250 g, kita – 3 kartus daugiau, o trečia – 4 kartus daugiau už pirmąją. Kiek kilogramų svėrė visos lydekos?

7. Sugalvokite skaičių, kuris tenkintų nelygybę:

a) $60 - \dots < 100$

b) $60 \cdot \dots < 100$

c) $40 - \dots < 3$

d) $40 : \dots < 3$

8. Didžiausią triženklį skaičių sudėkite su tris kart mažesniu skaičiumi, o gautą sumą padalykite iš 3.

9. Kokį skaičių reikia atimti iš 160, norint gauti 200 ir 58 skirtumą. Užrašykite lygtį ir ją išspręskite.

10. Pilis aptverta stačiakampio formos mūro siena. Jos ilgis 100 m, o plotis 90 m.

a) koks žemės plotas aptvertas mūro siena?

b) kiek metrų reikėtų nueiti, kad apeitum mūro sieną?

11. Raskite duotųjų skaičių vidurkį: 17, 47, 32.

12. Įrašykite tokius skaičius, kad kiekvieno reiškinio reikšmė būtų 180:

a) $38 + \square$

b) $445 - \square$

c) $\square - 710$

d) $346 - \square$