

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Õppekava: haridusteadus (reaalained)

Kati Justus
ÕPIRASKUSED MATEMAATIKAS JA MATEMAATILISTE OSKUSTE TESTI
KOOSTAMINE TAVAKOOLI 4. KLASSI ÕPILASTE ARVUTAMISRASKUSTE
VÄLJASELGITAMISEKS
bakalaureusetöö

Juhendaja: eripedagoogika assistent Triin Kivirähk

Tartu 2018

Resümee

Õpiraskused matemaatikas ja matemaatiliste oskuste testi koostamine tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskuste väljaselgitamiseks

Matemaatikat tuntakse kui ühte keerukamat õppeainet koolis ning ligikaudu kolmandikul õpilastest on raskusi matemaatiliste teadmiste omandamisega. Maailmas on välja töötatud erinevaid teste matemaatiliste oskuste uurimiseks, kuid paraku on tihti tagaplaanile jäänud matemaatika oskuste alustala–arvutamine ning Eestis pole autorile teadaolevalt spetsiaalselt arvutamiskuste väljaselgitamiseks teste koostatud. Seega püstitati töö eesmärgiks välja töötada matemaatiline test, mille abil saab välja selgitada tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskused ning hinnata testi ülesannete sobivust arvutamiskuste väljaselgitamiseks. Testi katsetati pilootuuringu raames, milles osales kaheksa 4. klassi õpilast. Töö käigus saadud tulemused näitasid, et õpiraskustega õpilastele valmistavad enim raskusi tehted, mis nõuavad järgu ületamist, matemaatiliste faktide tundmine, mitmetehtelised ülesanded, nulliga jagamine, arvude järjestamine ja õige tehete järjekorra määramine avaldises, mistõttu saab väita, et antud tüüpülesanded aitavad välja tuua arvutamiskustega lapsed ja sobivad matemaatilise testi ülesanneteks.

Märksõnad: arvutamiskused, 4.klassi matemaatika, matemaatiline test, arvutamiskuste väljaselgitamine

Abstract***Compilation of Mathematics and Numeracy Skills Tests
To Identify Difficulties in Calculating in Grade 4 Pupils***

Mathematics is known to be one of the most complex subjects at school, and about one third of students have difficulty acquiring mathematical knowledge. Different tests have been developed on a global scale for studying numeracy skills, but, unfortunately, the basics of numeracy skills have often been neglected. According to the author, no tests to identify difficulties in calculating have been specifically designed in Estonia. Thus, the aim of the thesis was to develop a numeracy test that could identify difficulties in calculating in grade 4 pupils of elementary school and assess the suitability of the test tasks for identifying difficulties in calculating. The test was tried out in a pilot study involving eight grade 4 pupils. The results showed that the most difficult cases for the students with learning difficulties are those that require step-crossing, knowing mathematical facts, multi-tasking, zeroing, ranking the numbers, and determining the correct operation order in expressions, which means that these typical tasks can help identify children with difficulty in computing and find suitable numeracy test tasks.

Keywords: difficulty in computing, Mathematics for grade 4, numeracy test, identifying difficulty in calculating

Sisukord

Resümee	2
Abstract	3
Sisukord.....	4
Sissejuhatus	5
Õpiraskused matemaatikas	6
<i>Spetsiifilised arvutamiskeskused</i>	7
Testi koostamise lähtekohad	9
<i>Instruktsioon ülesannete juures</i>	9
<i>Enim raskusi valmistavad teemad ja tüüpülesanded</i>	9
<i>Varem väljatöötatud testid arvutamiskeskuste väljaselgitamiseks</i>	11
Metoodika.....	14
<i>Valim</i>	14
<i>Mõõtevahendid</i>	14
<i>Protseduur</i>	16
Tulemused	16
<i>Testi analüüs</i>	17
Arutelu.....	29
Tänu sõnad	35
Autorsuse kinnitus.....	35
Kasutatud kirjandus.....	36
Lisad	
<i>Lisa 1</i>	
<i>Lisa 2</i>	
<i>Lisa 3</i>	
<i>Lisa 4</i>	
<i>Lisa 5</i>	

Sissejuhatus

Matemaatikat tuntakse kui ühte raskemat ainet koolis (Palu, 2010) ning tuuakse välja, et hinnanguliselt esineb 25–30 % õpilastest raskusi matemaatika mõistmise ja teadmiste omandamisega selles aines (Mazzocco, 2007) ning umbes 5–8 %-l kooliealistest õpilastest on mahajäämus kognitiivsete protsesside arengus, mistõttu ei suuda nad ilma täiendava õppeta või abita lahendada erinevaid arvutus- ja/või tekstülesandeid (Geary, 2004). 1997. aastal Kagu-Eestis läbiviidud uurimusest selgus, et 5. klassi õpilastest on raskusi matemaatikas 12–20 % õpilastest (Plado, 1997, viidatud Maila, 2005 j) ning 2010–2014 läbiviidud uurimusest, mis kajastab haridusliku erivajadusega õpilaste (HEV) osakaalu, kaasamist ja tugimeetmete kasutamist, selgus, et Eesti koolides võis olla kokku 12685 õpilast, kellel on arvutamiskeskus, kirjutamiskeskus või lugemiskeskus. Kokku oli HEV lapsi 25 800, mistõttu ligi poole moodustavad õpilased, kellel on arvutamiskeskus, kirjutamiskeskus või lugemiskeskus (Kallaste, 2016).

Matemaatika õpiraskusi saab välja selgitada erinevates kooliastmetes, kuid mitmete uurimuste kohaselt (Dowker, 2004; Van Luit & Schopmann, 2000) on kõige parem teha seda varajases staadiumis, sest matemaatilised raskused võivad mõjutada edaspidist edukust nii matemaatikas kui ka teistes õppeainetes ning viia õpilase arvamuseni, et matemaatika on liiga keeruline (Dowker, 2004). Palju on uuritud, millised on raskused tekstülesannete lahendamisel, kuid arvutamiskeskused on jäetud tagaplaanile (Van Steenbrugge, Valcke & Desoete, 2010), kuigi eriti oluline on uurida arvutamiskeskusi, sest paljud matemaatikaülesanded sisaldavad vähemal või suuremal määral arvutamist (Fuchs et al., 2008a) ning ebapiisavad teadmised arvutamises võivad soodustada edaspidiseid raskusi matemaatikas (Van Luit & Schopmann, 2000). Soomes läbi viidud uurimuse (Aunio & Niemivirta, 2010) kohaselt mõjutavad algkoolis omandatud aritmeetilised oskused hilisemaid tulemusi erinevates matemaatilistes rakendusülesannetes ning Geary, Hoard, Nugent ja Bailey (2012) toovad välja, et tänapäeva ühiskonnas loovad head aritmeetilised oskused tööturul kindlamad võimalused ja annavad võimaluse kohaneda erinevates igapäevategevustes, samamoodi nagu 20. sajandil võimaldas seda kirjaoskus.

Paraku ei ole autorile teadaolevalt Eestis arvutamiskeskuste taseme uurimiseks spetsiaalselt teste koostatud. Olemas on vaid Maila poolt koostatud matemaatiliste eeluskuste uurimismaterjal 1. klassi õpilaste jaoks (Maila, 2005) ja näiteks I ja II kooliastme lõpus läbiviidavad matemaatika tasemetööd, mis hindavad lisaks arvutamiskeskustele ka mõõtmiskeskust, tekstülesannete lahendamise oskust, geomeetiliste kujundite tundmist

(Innove, 2017). Maailma kontekstis on välja töötatud arvutamiskaskuste väljaselgitamiseks mitmeid teste, näiteks Saksamaal (Haffner, Baro, Parzer, & Resch, 2005), kuid Eestis kehtiv Põhikooli riiklik õppekava (2011a) erineb Saksamaal kehtivast õppekavast (German Curriculum, 2018), mistõttu ei saa teste koheselt Eesti õpilastega läbi viia, vaid enne tuleks teste kohandada ning kindlasti peaks arvestama võimalike õpilaste teadmiste ja oskuste erinevustega. Seega on antud töö uurimisprobleemiks, kuidas välja töötada 4. klassi õpilastele mõeldud matemaatiline test, mis aitaks välja selgitada Eesti pilaste I kooliastmes tekkinud arvutamiskaskused. Uurimisprobleemist lähtuvalt püstitati töö eesmärk: välja töötada matemaatiline test, mille abil saab välja selgitada tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskaskused ning hinnata testi ülesannete sobivust arvutamiskaskuste väljaselgitamiseks.

Töö teoreetilises osas antakse üldine ülevaade piraskustest matemaatikas ja arvutamiskaskustest kui ühest piraskusest matemaatikas, tuua välja arvutamiskaskuste põhjused ning anda ülevaade arvutamiskaskuste testi koostamise lähtekohtadest (instruktsioon, õpilaste jaoks raskusi valmistanud ülesanded, varem väljatöötatud testid).

piraskused matemaatikas

Tuuakse välja õpiraskuste kolm liiki: ajutised piraskused (Dowker, 2004), ldine vähene võimekus–pilasel on püsivad raskused matemaatikas või teistes õppeainetes (Hunt, Westenskow, & Moyer-Packenham, 2017) ja spetsiifilised õpiraskused matemaatikas (Attout & Majerus, 2015; Szucs, Devine, Soltesz, Nobes, & Gabriel, 2013). Nii Geary jt (2012) kui ka Bryant (2005) toovad välja, et raskusi matemaatikas võivad põhjustada kognitiivsete oskuste häired, sh mäluprobleemid. Üldiste kognitiivsete oskuste all tuuakse välja intelligentsus, töömälu ja info töötlemise kiirus, mis kõik mõjutavad matemaatika õppimist (Geary et al., 2012) ning Bryant (2005) tõstab esile, et mahajäämus kognitiivses arengus põhjustab raskusi õpitu omandamisel ja töötlemisel, mistõttu on õpilasel keeruline mõista arvudevahelisi seoseid ja raske kasutada erinevaid arvutamistehnikaid. Mluprobleemide all mõeldakse võimet meenutada ja kasutada eelnevalt õpitud matemaatilise fakte, meeles pidada ülesande lahendamise samme, võimet mäletada konkreetseid matemaatilisi sümboleid. Visuaal-ruumiline taju mõjutab õpilase võimet lahendada erinevaid probleemülesandeid (Bryant, 2005).

Samuti tuuakse arvutamiskaskuste allikatena välja õpilase individuaalne areng, varasemate teadmiste ja kogemuste puudumine ning suur osa on ka õpetamisel, sest ebapiisav

või sobimatu õpe võib soodustada arvutamiskuste teket (Dowker, 2004). Ka Bondarenko (1980) toob oma raamatus välja, et üheks matemaatilise õpiraskuse põhjuseks on õpetaja ja õpilase erinev mõtteviis ning väidab, et õpetaja kipub sageli unustama, et õpilased mõtlevad õpetajast erinevalt ning see toob kaasa tihti õppimise pidurdamise ning viib arusaamatusteni. Samuti tuuakse välja, et lisaks mõjutab matemaatika õppimist õpilase enda motivatsioon, huvi aine vastu, keeleprobleemid ja suur osakaal on üldisel õppimisvõimel, mistõttu ei ole alati matemaatilised tulemused seotud neuroloogiliste häiretega (Munro, 2003). Lisaks võib õpiraskus tuleneda keskkonnast või olla seotud mõne konkreetse teemaga, kuid õpilasel ei ole suuremaid probleeme matemaatikas (Hunt et al., 2017). Flynn ja Flynn (2000) väidavad, et matemaatilised õpiraskused tulenevad tervisest, keskkonnast ning suur osakaal on ka geenidel, sest mitmed õpiraskused on pärilike eelsoodumustega.

Arvutamiskused võivad esineda mitmel kujul ning tuuakse välja, et osadel lastel on arvutamiskus vaid üks õpiraskustest, teistel õpilastel on arvutamiskus ajutine ning mööduv ja kolmas variant arvutamiskusest on see, kui õpilasel on püsiv raskus aritmeetiliste oskuste omandamisel (Dowker, 2004). Termin matemaatiline õpiraskus (*mathematical learning difficulty* ingl k) ei tähenda tavaliselt matemaatilist puuet ega madalaid õpivõimeid, vaid näitab, et õpilane ei ole saanud eakaaslastega võrdsel tasemel teemast aru ning vajab täiendavat õpet, kuid mitte tingimata individuaalset õpet (Hunt et al., 2017). Kui raskusi põhjustab aga ainult arvutamine, võib tegu olla düskalkuuliaga (Attout & Majerus, 2015), aga ka laiemaga õpiprobleemiga (*learning disability* ingl k), mis ei sisalda ainult arvutamiskust (Bryant, 2005). Käesolevas peatükis antakse ülevaade spetsiifilisest arvutamiskustest (düskalkuuliast) kui ühest õpiraskuse liigist matemaatikas, tuuakse välja raskuste põhjused ning kirjeldatakse lühidalt, kuidas düskalkuulia vanuseti võib avalduda.

Spetsiifilised arvutamiskused

Spetsiifiline arvutamiskus ehk (arenguline) düskalkuulia on spetsiifiline õpiraskus, mis on seotud matemaatikas aritmeetiliste oskuste omandamisega, arvuliste seoste loomisega ja põhiliste arvutamistehete valdamisega (Attout & Majerus, 2015; Szucs et al., 2013).

Düskalkuulia ei ole seotud ebapiisava õpetamisega ega kognitiivsete häiretega (Kaufmann & Aster, 2012), vaid on enamasti arenguhäire, mis on lapsel alates sünnist (Frye, 2017a) ning võib esineda pärilike eelsoodumuse tõttu (Price & Ansari, 2013). Bryant (2005) kirjeldab düskalkuuliat kui terminit, mida kasutatakse eelkõige matemaatilise puude korral ning düskalkuulia kui termin viitab täielikule arvutamiskusele, kuid lisab, et terminit

kasutatakse tihti ka laste puhul, kellel on üldisemalt raskusi matemaatiliste oskuste omandamisega ja matemaatiliste seoste mõistmisega. Geary (2004) väidab, et arenguline düskalkuulia on tihti seotud kahjustusega parempoolses ajupoolkeras ning Kaufmann ja Aster (2012) toovad välja, et sagedamini võib esineda düskalkuuliat neil lastel, kellel on pärilikud sündroomid (näiteks Fragiilse X-i sündroom¹) või lastel, kellel esineb neuroloogilisi haigusi. Munro (2003) väidab, et düskalkuulia puhul on tegemist neuropsühholoogilise põhjusega ning õpilastel puuduvad informatsiooni töötlevad strateegiad ning seetõttu ei suuda nad omandada aritmeetilisi teadmisi. Lisatakse, et ka täiskasvanutel on võimalik diagnoosida düskalkuuliat, kuid siis võib olla ka tegemist omandatud düskalkuuliaga, mis tuleneb ajukahjustusest (Frye, 2017a; Munro, 2003).

Tuakse välja, et düskalkuulia väljendub vanuseti erinevalt:

a) eelkooliealistel lastel, kel on arvutamiskasus, on raskusi loendamise arusaamisega, esineb raskusi erinevate terminite mõistmisel ning lapsel on keeruline luua seoseid numbrite ja sõnade vahel (näiteks ei saa laps aru, et sõna „kaks“ on sama, mis arv 2) (Dyscalculia: What ..., 2014). Samuti võib lapse jaoks olla raske hulkade võrdsustamine ja aja tajumine (Frye, 2017b);

b) põhikoolis on arvutamiskasustega õpilased hädas faktide meelepidamisega, nad kasutavad arvutamisel sõrmi ning neil esineb raskusi erinevate tehete ja märkide tundmisega (Ashkenazi, Rosenberg-Lee, Tenison, & Menon, 2012; Dyscalculia: What ..., 2014; Frye, 2017a). Samal ajal suudavad eakaaslased teha juba tehteid peast ning neil on võime fakte meeles pidada (Frye, 2017a). Lisaks on õpilasel raskusi peast näiteks tehete $4+20=20$, $15-15+2$ sooritamise ja õpilane ei taju, et $3+2$ on sama, mis $2+3$. Õpilasel on raskusi matemaatiliste terminite mõistmisega ning õpilane ei taha sattuda olukordadesse, kus peab arvutamistehteid sooritama (Dyscalculia: What ..., 2014). Põhikoolis ja keskkoolis avaldub düskalkuulia väheses võimes lugeda infot diagrammidelt ja graafikutelt, õpilane on hädas alternatiivlahenduskäigu leidmisega ning väldib olukordi, mis nõuavad täpsust, kiirust ja suunataju. Õpilane kasutab lihtsate tehete juures kalkulaatorit ning on oma eakaaslastest matemaatiliste oskuste arengus maas (Frye, 2017b).

Erinevate allikate (Arsic, Eminovic, & Stankovic, 2011; Price & Ansari, 2013; Szucs et al., 2013) kohaselt võib arenguline düskalkuulia esineda 3-10 %-l elanikkonnast ning Eesti Rakendusuuringu Keskuse Centar läbiviidud uuringu tulemustest (Kallaste, 2016) selgub, et Eestis esineb 2014. aasta andmete kohaselt düskalkuuliat 116-l põhikooli õpilasel, kokku oli

¹ haigus, mille puhul on X- kromosoom kahjustatud ning haiguse tõttu on „mahajäämus arengus“ (Fragiilse X sündroom, s.a., lõik 2)

hariduslike erivajadustega (HEV) õpilasi 2014. aasta andmete kohaselt 25 800. Düskalkuulia on raskem HEV vorm kui näiteks ajutine õpiraskus, kuna düskalkuulia diagnoosiga õpilaste jaoks tuleb eraldi kohandada õppekava ning vajadusel teha asendusi õppekavas, mis eeldab soovitusi spetsialistidelt väljastpoolt kooli (Kallaste, 2016). Seetõttu on oluline välja selgitada, kas ja millisel määral esineb õpilastel arvutamiskusi, et vajadusel saaks teha muudatusi õppekavas või pakkuda õpilasele individuaalsemaid õppimisvõimalusi, mistõttu ongi antud töö fookuseks arvutamiskuste väljaselgitamine.

Testi koostamise lähtekohad

Enne matemaatilise testi koostamist on oluline uurida, milline peaks olema instruktsioon ülesande juures, millised ülesanded on õpilastele raskusi valmistanud ning vaadata, millised testid on juba arvutamiskuste väljaselgitamiseks koostatud.

Instruktsioon ülesannete juures

Õpilastele võib valmistada ülesande lahendamisel probleeme ülesande instruktsioon, selle väär mõistmine või instruktsiooni puudumine. Tuuakse välja, et ülesande juures olev instruktsioon peab olema selge, arusaadav ja konkreetne ning tekitama ülesande juures võimalikult vähe probleeme (Fuchs et al., 2008b). Gersten jt (2009) rõhutavad, et õpilasele antud töökäsk peab olema ühtselt mõistetav ning nad lisavad, et matemaatiliste õpiraskustega õpilase jaoks on tunnis oluline visuaalsete õppematerjalide kasutamine, näidete toomine ülesannete juures ja erinevate strateegiate kasutamine ülesannete juures. Ka Fuchs jt (2008b) toovad välja, et õpetlik ja arusaadav selgitus on üks tõhus viis õpiraskuste ületamisel ning samale järeldusele jõudsid Doabler ja Fien (2013), kes toovad välja, et selgete juhiste andmine matemaatika õpiraskustega õpilasele on üks tõhusamaid viise ülesande sisu mõistmiseks. Seega on testide koostamisel oluline lähtuda põhimõttest, et ülesannete juures olev instruktsioon olgu lihtne, selgesõnaline, konkreetne ning sisaldagu vaid vajalikku infot, mida ülesande lahendamiseks vaja läheb.

Enim raskusi valmistavad teemad ja tüüpülesanded

Geary (2004) toob välja, et arvutamiskustega laste jaoks valmistavad raskusi need tehted, mille puhul on vaja laenata või juurde panna mingi arv. Näiteks valmistab õpilastele raskusi tehe 32×47 . Kui arvud on üksteise alla kirjutatud, siis oskab õpilane teha esimese tehte (2×7) ära, kuid raskusi valmistab kümneliste liitmine järgmises tehtes. Bryant (2005) toob välja, et

õpilaste jaoks on keerulisemad mitmetehtelised ülesanded, mis nõuavad järgu ületamist ja märgib, et õpilased kipuvad unustama mõne tehte mitmeosalises avaldises. Lisaks toob Bryant (2005) välja, et õpilastele valmistab raskusi erinevate märkide (+, -, ÷, ·) tundmine ülesannetes, õpilane ei tea peast lihtsamate tehete (näiteks 3+5) vastust ning kasutab vastuse leidmiseks loendamist. Mundia (2012) toob oma uurimuses välja, et õpilastele valmistavad enim raskusi:

- a) faktide õige kasutamine ja lihtsamate arvutustehete sooritamine peast;
- b) avaldiste lahendamine, milles on kombineeritud liitmine, lahutamine, korrutamine ja jagamine;
- c) nulliga korrutamine ja jagamine;
- d) numbrite paigutamine kirjalikul liitmisel ja lahutamisel;
- e) õige kirjalik korrutamine, kuna õpilased paigutavad kümnelised valesti või unustavad ära.

2014. aastal koostatud 3. klassi tasemetöö analüüsist (Jakobson, 2014) selgub, et arvutamisülesannetest valmistas õpilastele enim raskusi ülesanne, mis nõudis tehete järjekorra tundmist ning sisaldas mitut tehet korraga. Avaldis, mis ligikaudu kolmandikule (30,1%–le) õpilastele raskusi valmistas, oli $21 + (77 - 28) : 7$ ning toodi välja, et enim valmistas õpilastele raskusi õige tehete järjekorra määramine avaldises (46, 1% õpilastest eksis). Samal aastal eksisid õpilased samuti avaldise $21 + (77 - 28) : 7$ väärtuse arvutamisel ning Taal (2016) toob 2016. aasta 3. klassi tasemetöö analüüsis välja, et õpilased eksisid arvutustehte $2 \cdot 7 + 3$ juures, mis nõudis õpilastelt õige tehete järjekorra tundmist. Lisaks toob Taal (2016) analüüsis välja, et kõige madalam keskmine tulemus oli ülesandes, kus õpilased pidid tekstist välja lugema arvud ning need kirjalikult liitma. Seega võib järeldada, et õpilastele valmistab raskusi tekstülesande mõistmine ja lahendamine ning kirjalik liitmine. Veel selgus 2016. aasta tasemetöö analüüsist, et arvude järjestamine õpilastele suuremaid probleeme ei valmistanud, kuna 82, 3 % õpilastest suutis arvud järjestada õigesti kahanevas järjekorras (Taal, 2016), kuid tuuakse välja, et õpilastel on raskusi valmistanud liitmise ja lahutamise seosed, kus tuleb leida puuduv arv (Jakobson, 2015). Samuti valmistas õpilastele raskusi tasemetöös peastarvutamise ülesanne, kus õpilane pidi arvutama vastuse tehetele 5720–1068 (Taal, 2016). Samas peab suutma õpilane peast liita ja lahutada arve 100 piires ja kirjalikult 10 000 piires (Põhikooli Riiklik õppekava. Lisa 3, 2011b).

Kokkuvõttes võib öelda, et enim raskusi valmistanud teemad on kirjalik liitmine 10 000 piires, tähe arväärtuse leidmine ja tehete järjekorra määramine avaldises. Lisaks valmistavad õpilastele raskusi ülesanded, mis koosnevad mitmest osast ja tehted, mis nõuavad laenamist või lisamist. Võib oletada, et kui kasutada testi koostamisel raskusi valmistanud

tüüpülesandeid ja ülesandeid, millega õpilased võivad eksida, siis on tõenäolisem, et test aitab välja tuua õpilaste arvutamiskeskused.

Varem väljatöötatud testid arvutamiskeskuste väljaselgitamiseks

Kaufmann ja Aster (2012) kirjeldavad, et kui lapsel kahtlustatakse düskalkuuliat, siis on oluline saada võimalikult täpne ülevaade lapse tugevustest ja nõrkustest arvutamisvaldkonnas ning eelpool mainitud autorid toovad välja, et düskalkuulia diagnoosimiseks on kahte tüüpi vahendeid: testid, mis toetuvad õppekavale ja neuropsühholoogilised testid (Tabel 1).

Õppekava testid on tavaliselt jõutestid, mille abil hinnatakse põhiliselt õppekavas olevaid pädevusi, kuid neuropsühholoogilise testi abil luuakse aritmeetiliste oskuste tulemusprofiil ning tehakse kindlaks ka arvutamiskeskuste põhjused. Ka Dinkel, Willmes, Krinzinger, Konrad ja Koten (2013) toovad oma uurimuses välja, et seni pole välja töötatud meetodeid düskalkuulia diagnoosimiseks aju jälgimise teel ning olemas on vaid matemaatilised testid.

Tabel 1. Õppekava testi ja neuropsühholoogilise testi võrdlus (Kaufmann & Aster, 2012)

<i>Õppekava test</i>	<i>Neuropsühholoogiline test</i>
• Testi eesmärk on kindlaks teha, kas õpilane on omandanud õppekavas ettenähtud pädevused. • Eesmärk on hinnata põhilisi aritmeetilisi oskusi. • Tavaliselt kasutatakse jõutestidena (oluline on vastus), mistõttu sobib test tervele rühmale või klassile korraga lahendamiseks.	• Katse eesmärk on hinnata põhilisi aritmeetilisi oskusi ning põhieesmärgiks on luua aritmeetiliste oskuste tulemusprofiil ning kindlaks teha arvutamiskeskuste põhjus. • Testi puhul on lisaks vastusele oluline lahendamisstrateegia ja lahendamise kiirus. Testi saab läbi viia ainult iga õpilasega individuaalselt.

Arvutamisraskuste diagnoosimiseks on koostatud mitmeid teste, mis erinevad üksteisest nii sisu kui ka hinnaklassi poolest. Näiteks on Saksamaal töötatud välja mitmeid matemaatilisi teste arvutamisraskuste diagnoosimiseks:

- a) test, mis sobib 1. klassist kuni 2. klassi keskpäigani ning mille abil hinnatakse matemaatilisi arvutamisoskusi nelja erineva aspekti (põhilised oskused, algebralised oskused, rakenduslikud oskused, organiseerimise oskus) koosmõjul. Testi abil saab kindlaks määrata oskused ning puudujäägid. Testi maksimaalne kestus on 60 minutit ning testi viib läbi ainult spetsialiseerunud psühholoog/terapeut või isik, kes on taganud spetsialistide järelevalve testi läbiviimise ajal (õpetaja võib testi läbi viia, kuid testi läbiviimise ajal peab klassis viibima ka spetsialiseerunud psühholoog/terapeut,

kes jalgib testi läbiviimist). Testi saab sooritada kogu klassile korraga (Schaupp, Lenart, & Holzer, 2007).

- b) test, mis on koostatud 2. klassi lõpus kuni 3. klassi lõpuni õppivatele õpilastele (Schaupp, Holzer, & Lenart, 2008) ja 3. klassi lõpus kuni 4. klassi keskpaigani õppivatele õpilastele (Holzer, Schaupp, & Lenart, 2010). Ka nendes testides hinnatakse matemaatilisi kompetentsusi ning testide abil hinnatakse matemaatilisi puudujääke. Mõlema testi sooritamiseks on aega samuti maksimaalselt 60 minutit (Holzer et al., 2010; Schaupp et al., 2008).
- c) test algklassi (1.–4. klassi, 5. klassi alguseni)  pilaste jaoks ning testi abil hinnatakse põhilisi matemaatilisi oskusi, arvutamiskaskusi või õpilase matemaatilist võimekust. Testi saab viia läbi individuaalselt ja kogu klassiga ning testi võib läbi viia  petaja. Testide kogumik koosneb erinevatest alatestidest, mille teemad on: kiirarvutamine, liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine, v rdlus lesanded ja puuduva arvu leidmine. Lisaks on testide kogumikus teste, mis hindavad loogikat ja visuaalset–ruumilist oskust. Testide lahendamise aeg varieerub 45 minuti ja 60 minuti vahel (Haffner et al., 2005).
- d) 2006. aastal koostati Saksamaal test, mis viiakse läbi 4. klassis ning testile on seatud nõudmine, et see viiakse läbi kolm nädalat enne ja pärast neljanda klassi lõppu või kuus nädalat enne neljanda õppeaasta lõppu. Testi abil hinnatakse õppekavas ettenähtud matemaatilisi pädevusi ning tuuakse välja õpilase nõrkused, mis esimeses kooliastmes tekkisid. Test kestab kokku maksimaalselt 45 minutit ning koosneb üheksast eri tüüpi ülesandest ning on jaotatud kolmeks osaks:
 - 1. aritmeetilised oskused (korrutamise, jagamise, liitmise ja jagamise oskused);
 - 2. arvutamisega seotud faktide tundmine;
 - 3. geomeetria ülesanded (Gölitz, Roick, & Hasselhorn, 2006).
- e) 2. kuni 6. klassi õpilaste jaoks test, mis on mõeldud õpilasele individuaalseks sooritamiseks ja hindab loendamisoskust, aritmeetilisi oskusi, kirjaliku liitmise oskust, numbriliste faktide tundmist, arvutusreeglite tundmist ja kasutamist. Testi on võimalik sooritada nii paberi–ja pliiatsi versioonis kui ka programmina. Programmiversioonis on hindamine lihtsam ja tulemused kuvatakse peale testi sooritamist ekraanile PDF-failina. Test kestab orienteeruvalt 30–45 minutit (sõltuvalt klassist) (Jacobs & Petermann, 2005).

Veel (lisaks Saksamaale) töötati matemaatiline test välja näiteks Ameerika Ühendriikides Nebraska haridusosakonna poolt 2010. aastal, et hinnata 4. klassi õpilaste matemaatilisi oskusi. Test algas instruksiooniga, mis oli mõeldud õpilase jaoks, kus mainiti, et tuleb vastata kõikidele küsimustele, ainult üks vastusevariant on õige ja lisati, et kalkulaatori kasutamine ei ole testi ajal lubatud. Test koosnes kokku 24-st valikvastustega küsimusest, mis sisaldasid näiteks kella tundmist, arvutamist ja info lugemist graafikutelt. Testi lõpus olid välja toodud õiged vastused, et saaks kontrollida, kuidas test läks (Nebraska Department of Education, 2010).

Eestis hinnatakse õpilaste matemaatilisi oskusi aga 3. ja 6. klassis ehk I ja II kooliastme lõpus läbiviidavate matemaatika tasemetööde ja 9. ja 12. klassis läbiviidavate eksamite abil (Innove, s.a.a; Innove, s.a.b; Innove, s.a.c). Näiteks on tasemetööd testid, mille abil selgitatakse välja õpilaste teadmised ja oskused ning seetõttu on testide tulemused abiks edasise õppe kavandamisel (Innove, s.a.a). Matemaatika 3. klassi tasemetöö eristuskiri (Innove, 2017) näeb ette, et õpilasel peab olema tasemetöö lahendamiseks aega 45 minutit ning tasemetöös hinnatakse õpilase I kooliastme oodatavaid õpitulemusi. Arvutamine moodustab kogu tasemetöö mahust tavaliselt umbes 45 %. Tasemetöö viiakse läbi kogu klassiga korraga ning töö ajal abivahendite (kalkulaator jms) kasutamine ei ole lubatud.

Tasemetööd on õppekavast lähtuvad (Kaufmann & Aster, 2012) ja testi abil hinnatakse peale arvutamisoskuse ka mõõtmisoskust, tekstülesannete lahendamise oskust, geomeetiliste kujundite tundmist (Innove, 2017) ning seetõttu on nende testide abil keeruline kindlaks teha õpilaste kõiki arvutamiskursusi. Seetõttu olekski vaja koostada test, mille abil saaks kindlaks teha õpilaste aritmeetilised oskused ja näha, millised teemad õpilasele arvutamisvaldkonnas kursusi valmistavad. Seega püstitati uurimistöö **eesmärk**: välja töötada matemaatiline test, mille abil saab välja selgitada tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskeskused ning hinnata testi ülesannete sobivust arvutamiskeskuste väljaselgitamiseks. Eesmärgi saavutamiseks püstitati järgmised **uurimisküsimused**:

1. Millist tüüpi ülesanded valmistavad õpilastele kursusi ja aitavad välja tuua arvutamiskeskustega lapsed?
2. Milline peaks olema instruksioon ülesande juures?
3. Mida peab pilootuuringule toetudes koostatud testis muutma?

Metoodika

Käesolevas töös on kasutatud kvalitatiivset uurimismeetodit, kuna kasutatud on väikest valimit ning analüüs põhineb tekstiliste andmete töötlemisel. Andmete analüüsimiseks kasutati kvalitatiivset sisuanalüüsi, mille eesmärgiks on välja tuua matemaatilise testi tulemused ning muutmist vajavad aspektid. Andmed koguti pilootuuringu abil.

Valim

Pilootuuringu valim on eesmärgipõhine ning selle moodustavad neli tavakooli 4. klassi õpilast Tartumaalt ja neli 4. klassi õpilast Põlvamaalt. Koolid valiti mugavusvalimi põhimõttel ning asukohast lähtuvalt. Kummastki koolist valiti esialgu aineõpetaja hinnangul neli matemaatiliselt andekat ja neli matemaatikas õpiraskustega õpilast, kelle vanematelt paluti kirjalik nõusolek testi läbiviimiseks. Igaks juhuks valiti kummaski koolist esialgu rohkem õpilasi, kellelt nõusolek küsida, sest polnud kindel, kas kõik lapsevanemad annavad nõusoleku testi läbiviimiseks. Kui nõusoleku andsid ühest koolist rohkem kui kaks matemaatiliselt andekat ja kaks matemaatikas õpiraskustega õpilast, siis valis aineõpetaja laste seast ise välja kaks matemaatiliselt andekat ja kaks õpiraskustega õpilast, kellega test läbi viia. Kokku osales pilootuuringus viis poissi ja kolm tüdrukut.

Mõõtevahendid

Käesoleva töö mõõtevahendiks on matemaatiline test (Lisa 1), mis on koostatud I kooliastmes tekkinud arvutusraskuste välja selgitamiseks. Test on koostatud bakalaureusetöö raames ning testi ülesannete sobivust testiti pilootuuringu abil. Kokku moodustab matemaatilise testi üheksa ülesannet, mille lahendamiseks antakse õpilasele aega maksimaalselt 45 minutit.

Test koostati 4. klassile kahel põhjusel: esiteks oli õpetajal selleks ajaks teada, millised õpilased on matemaatiliselt andekad ja millised õpilased on õpiraskustega ning teiseks põhjuseks oli asjaolu, et 4. klassi õpilastel on Põhikooli Riikliku õppekava (2011a) I kooliaste läbitud ning testi koostamisel sai lähtuda I kooliastme oodatavatest õpitulemustest. Põhikooli Riikliku õppekava Lisa 3 (2011b) järgi peab õpilane I kooliastme lõpuks matemaatikas arvutamise teema juures omandama:

- a) naturaalarvude kirjutamise, lugemise, võrdlemise ja järjestamise 0-10 000 piires;
- b) arvu esitamise erinevate järkude summana ning oskuse kirjutada ja lugeda järgarve;
- c) liitmise ja lahutamise 100 piires ning kirjaliku liitmise ja lahutamise 10 000 piires;
- d) korrutustabeli ning suutma korrutada ja jagada peast 100 piires ühekohaliste arvudega;

- e) korrutamise, jagamise, liitmise ja lahutamise liikmete ja tulemuste nimetused;
- f) tähe arvvaartuse leidmise lahenduskäigu või proovimise teel;
- g) avaldise tehete järjekorra määramise ning teab õiget tehete järjekorda.

Testi iga ülesande abil kontrollitakse teatud arvutamisoskust või teadmist, mis on sätestatud Põhikooli Riiklik õppekava Lisa 3 (2011b) järgi:

- a) esimese ülesandega kontrollitakse naturaalarvude kirjutamise oskust;
- b) teise ülesandega kontrollitakse õpilase oskust kirjutada naturaalarve järkude summana;
- c) kolmandas ülesandes kontrollitakse, kas õpilane on omandanud naturaalarvude järjestamise oskuse ning kas õpilane suudab kirjutada eelneva ja järgneva arvu õigesti;
- d) neljandas ülesandes kontrollitakse õpilase peastarvutamisoskust 100 piires ja võrdlemisoskust, kuna õpilane peab saadud tulemusi omavahel võrdlema;
- e) viiendas ülesandes kontrollitakse õpilase korrutamise- ja jagamisoskust ning korrutustabeli tundmist. Samuti kontrollitakse ülesandes arvude järjestamisoskust, kuna õpilane peab tulemused järjestama (korrutamistulemused kasvavas järjekorras ja jagamistulemused kahanevas järjekorras);
- f) kuuendas ülesandes kontrollitakse õpilase kirjaliku liitmise ja lahutamise oskust 10 000 piires ning samuti kontrollitakse oskust arve üksteise alla õigesti kirjutada;
- g) seitsmenda ülesande abil hinnatakse, kas õpilane tunneb korrutamise, liitmise, lahutamise tehete ja tulemuste nimetusi. Lisaks kontrollitakse avaldise tehete järjekorra tundmist;
- h) kaheksandas ülesandes kontrollitakse tähe arvvaartuse leidmist lahenduskäigu või proovimise teel ning vaadatakse, kuidas õpilane antud pädevuse omandanud on;
- i) üheksandas ülesandes kontrollitakse õpilase oskust määrata tehete õige järjekord ning vaadatakse, kas õpilane suudab kirjutada välja vahetehted ja leida avaldisele õige väärtuse.

Seega on ülesannete koostamisel lähtutud Põhikooli Riikliku õppekava Lisas 3 (2011b) välja toodud pädevustest ning erinevate uuringute tulemustest selle kohta, millist tüüpi ülesanded on õpilastele raskusi valmistanud. Samuti on uuritud, millised ülesanded on õpilastele raskusi valmistanud 3. klassi tasemetöös ning ülesannete koostamisel on lähtutud õpilaste põhivigadest, mida nad ülesannete lahendamise juures teevad. Instruktsioonide koostamisel ülesannete juurde on lähtutud teoreetilises osas kirjeldatud põhimõtetest: instruktsioon on koostatud võimalikult lihtne, konkreetne, selge ja selline, et tekitaks testi lahendamisel võimalikult vähe probleeme.

Protseduur

Kõigepealt uuriti kirjandusest ja 3. klassi tasemetöödest, millist tüüpi ülesanded õpilastele raskusi valmistavad ning lähtuvalt tulemustest ja Põhikooli Riikliku õppekava Lisa 3 (2011b) matemaatilistest pädevustest koostati matemaatiline test 4. klassi õpilastele. Testi abil sooviti kontrollida I kooliastmes omandatud arvutamisoskusi ning välja selgitada, millised teemad õpilasele raskusi valmistavad. Peale testi koostamist võttis autor meili teel ühendust kahe kooliga, milles soovis testi katsetada ning seejärel testi ülesannete sobivust hinnata. Kui koolidelt oli nõusolek saadud, siis võeti ühendust matemaatikaõpetajatega ning paluti neil klassist välja valida neli matemaatiliselt andekat ja neli õpiraskustega õpilast ning nende õpilaste vanematele jagati nõusolekuleht (Lisa 2) testi läbiviimiseks. Kui õpilaste lapsevanematelt oli nõusolek saadud, siis valis aineõpetaja nõusoleku andnud õpilaste seast välja kaks matemaatiliselt andekat ja kaks õpiraskustega õpilast, kellega matemaatiline test läbi viidi.

Matemaatiline test viidi läbi autori poolt iga õpilasega individuaalselt. Alguses selgitati õpilasele testi eesmärgi ja räägiti testist üldiselt ning seejärel vaadati koos õpilastega üle ülesanded. Kuna eesmärk oli kindlaks teha testi sobivus arvutamisraskuste väljaselgitamiseks, siis selgitati õpilasele, et küsimuste ja probleemide korral võib õpilane koheselt märku anda ja küsida. Kõik õpilase esitatud küsimused ja probleemid pandi kirja protokollivormi (Lisa 3), et hiljem kokkuvõtte teha ning testi ülesannete sobivust hinnata. Kui õpilane oli testi ülesanded kõik lahendanud, siis andis õpilane testi tagasi ning pandi kirja aeg, mis õpilasel testi lahendamiseks kulus. Test viidi läbi Tartumaa koolis 14. märtsil 2018 ja Põlvamaa koolis 27. märtsil 2018.

Peale pilootuuringu läbiviimist koolides analüüsiti saadud tulemusi ning testi ülesandeid, pandi kirja testis muutmist vajavad aspektid. Vaadati iga ülesande puhul eraldi, kas see on sobilik matemaatilise testi jaoks ning kas ülesanne aitab välja tuua arvutamisraskustega lapsed või peaks ülesandes midagi muutma. Samuti analüüsiti ülesande juures olevaid instruktsioone ning vaadati, kas instruktsioonid on sobilikud või vajavad muutmist.

Tulemused

Lõputöö raames valmis matemaatiline test (Lisa 1), mis koosneb kokku üheksast ülesandest ning hindab Põhikooli Riikliku õppekava Lisas 3 (2011b) sätestatud I kooliastme arvutamisoskuste õpitulemusi. Antud peatükis tuuakse välja pilootuuringu raames kogutud tulemused ning pannakse kirja testis muutmist vajavad aspektid.

Testi analüüs

Antud peatükis tuuakse välja ülesannete kaupa tulemused, mis pilootuuringu käigus saadi ning antakse ülevaade, mis iga ülesande juures õpilastele raskusi valmistas, sh instruksiooni juures tekkinud raskused. Samuti pannakse kirja, millised küsimused õpilastel testi lahendamisel tekkisid. Õpilaste anonüümsuse tagamiseks ja tulemuste lihtsamaks jälgimiseks tähistame matemaatiliselt andekad õpilased koodidega MA1, MA2, MA3, MA4 ja õpiraskustega õpilased ÕR1, ÕR2, ÕR3, ÕR4, kus näiteks MA1 tähendab esimest matemaatiliselt andekat õpilast ja ÕR1 tähendab esimest õpiraskustega õpilast. Ülesannete analüüsimisel eeldame, et ülesanne on sobilik, kui see tekitas raskusi õpiraskustega õpilastele, kuid ei valmistanud raskusi matemaatiliselt andekatele õpilastele. Kui ülesanne oli raske nii õpiraskustega õpilaste kui ka matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks, siis tuleks ülesande raskusastet või ideed muuta. Samamoodi tuleks ülesande raskusastet muuta, kui ülesanne oli kerge matemaatiliselt andekate ja õpiraskustega õpilaste jaoks.

Esimeses ülesandes pidi õpilane arvsõnad kirjutama numbritega etteantud ruutude sisse ning ülesanne koosnes kokku kolmest alaülesandest. Instruksiooniks oli lause: „Kirjuta numbritega järgmised arvud:“ ning tabelis 2 tuuakse kokkuvõtlikult välja, millised raskused õpilastel tekkisid instruksioonist arusaamisel ja millised raskused esinesid erinevate alaülesannete lahendamisel. Kuna esimene ülesanne koosnes kolmest alaülesandest, siis on tabelis eraldi välja toodud tekkinud vead alaülesannete kaupa. Kõige rohkem tekitas raskusi arvu 16606 (teine alaülesanne) õigesti kirjutamine ning kokkuvõttes tekitas esimese ülesande üks tehe suuremaid raskusi kahele õpilasele, kes mõlemad olid õpetaja hinnangul õpiraskustega õpilased. Matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks antud ülesanne raskusi ei tekitanud, mistõttu võib oletada, et antud ülesanne on sobilik välja selgitamiseks, kuidas õpilased on omandanud oskuse kirjutada arvsõnu numbritega ning kõige paremini sobib selleks arvu 16606 kirjutamine (teine alaülesanne). Kuna õpilastel ei tekkinud instruksioonist arusaamisel vigu ega raskusi, siis võib oletada, et õpilaste vead ei ole otseselt seotud instruksiooniga, vaid on tulenenud õpilase raskusest kirjutada arvsõnad numbritega. Samas tekitas kolme õpilase jaoks küsimusi kolmandas alaülesandes ülejäänud tühi ruut ning nad küsisid, kas see ruut peabki üle jääma. Autor vastas õpilastele, et lahendage ülesannet nii nagu olete harjunud ning kui arvate, et ruut peab jääma üle, siis jätke see lihtsalt tühjaks.

Tabel 2. Küsimused ja raskused arvsõna kirjutamisel numbritega (ülesanne 1)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused ja raskused, sh alaülesannetes esinenud küsimused ja raskused	Õpilase vead, mis tekkisid esimeses alaülesandes	Õpilase vead, mis tekkisid teises alaülesandes	Õpilase vead, mis tekkisid kolmandas alaülesandes
MA1	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA2	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA3	Kolmandas alaülesandes küsis õpilane, kas tühi ruut peabki üle jääma.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA4	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR1	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Õpilane kirjutas 16600, oli nõutud 16606.	Vigu ei esinenud.
ÕR2	Kolmandas alaülesandes küsis õpilane, kas tühi ruut peabki üle jääma.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR3	Kolmandas alaülesandes küsis õpilane, kas tühi ruut peabki üle jääma.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR4	Ei tekkinud küsimusi.	Õpilane kirjutas 4212, oli nõutud 4208.	Õpilane kirjutas 16006, oli nõutud 16606.	Õpilane kirjutas 40117, oli nõutud 4107.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÕR – õpiraskustega õpilane matemaatikas

Arvutamisraskuste väljaselgitamise testis oli **teine ülesanne** seotud naturaalarvude järkudega ning kontrolliti õpilase oskust kirjutada etteantud naturaalarvud üheliste, kümneliste, sajaliste ja tuhandeliste summana. Ülesanne koosnes kolmest alaülesandest. Õpilasele oli etteantud instruksiooniks lause: „Esita arv üheliste, kümneliste, sajaliste ja tuhandeliste summana“ ning tabel 3 kirjeldab, millised küsimused ja raskused õpilastel antud ülesande juures tekkisid.

Tabel 3. Küsimused ja raskused arvu esitamisel järkude summana (ülesanne 2)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused ja raskused, sh alaülesannetes esinenud küsimused ja raskused	Õpilase vead, mis tekkisid esimeses alaülesandes (arv 8791)	Õpilase vead, mis tekkisid teises alaülesandes (arv 9003)	Õpilase vead, mis tekkisid kolmandas alaülesandes (arv 16382)
MA1	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	Õpilane ei kirjutanud sajaliste ja kümneliste kohale nulle.	Ei tekkinud vigu.
MA2	Õpilane mõistis instruksiooni valesti ja kirjutas arvu lihtsalt summana välja.	Õpilane kirjutas 2000+2000+2791.	Õpilane kirjutas 2000+2000+2000+3003.	Õpilane kirjutas 4000+4000+4000+2000+2382.
MA3	Õpilasel tekkis küsimus, kas alustab tuhandelistest või ühelistest. Autor vastas, et õpilane kirjutaks nii nagu ta harjunud on.	Ei tekkinud vigu.	Õpilane ei kirjutanud sajaliste ja kümneliste kohale nulle.	Õpilane kirjutas eraldi välja ka kümnetuhandelised

MA4	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	�pilane ei kirjutanud sajaliste ja k�mmneliste kohale nulle	õpilane kirjutas eraldi välja ka k�mmnetuhandelised.
�R1	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
�R2	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	�pilane ei kirjutanud sajaliste ja k�mmneliste kohale nulle	õpilane kirjutas eraldi välja ka k�mmnetuhandelised.
�R3	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.	�pilane kirjutas eraldi välja ka k�mmnetuhandelised.
�R4	Ei tekkinud küsimusi.	Ei tekkinud vigu.	�pilane ei kirjutanud sajaliste ja k�mmneliste kohale nulle.	�pilane jättis tuhandelistes uhe nulli kirjutamata (kirjutas 1600, mitte 16 000).

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane,  R –  piraskustega õpilane matemaatikas

Analüüsides õpilaste vastuseid teises ülesandes, võib järeldada, et õpilastele valmistas enim raskusi arvu 9003 (teine alaülesanne) ja arvu 16 382 (kolmas alaülesanne) kirjutamine järkude summana, kuid arvu 8791 (esimene alaülesanne) kirjutamine raskusi ei valmistanud. Arvu 9003 puhul oli peamiseks veaks, et õpilased ei kirjutanud sajaliste ja k mmneliste kohale nulle ja arvu 16 382 puhul kirjutasid õpilased k mmnetuhandelised eraldi välja, kuigi instruksioon seda ei nõudnud. Antud ülesanne ei valmistanud raskusi ainult õpiraskustega õpilastele, vaid ka matemaatiliselt andekatele õpilastele, mistõttu võib öelda, et antud ülesanne ei pruugi arvutusraskustega õpilasi teistest õpilastest eristada. Seega oli antud ülesanne kas liiga raske (v.a arvu 8791 kirjutamine järkude summana) või põhjustas raskusi instruksiooni valesti mõistmise.

Kolmandas ülesandes kontrollitakse õpilase naturaalarvude järjestamise oskust ning vaadatakse, kas õpilane suudab kirjutada etteantud arvule eelneva ja järgneva arvu õigesti. Õpilasel oli kolmandas ülesandes instruksioon: „Kirjuta punktiirile eelnev ja järgnev arv.“  helgi õpilasel ei tekkinud küsimusi ega raskusi instruksioonist arusaamisega ning analüüsides õpilaste kirjutatud vastuseid, võib väita, et antud ülesanne õpilastele probleeme ei valmistanud.  lesanne sisaldas kolme arvu ning õpilased pidid arvude ette kirjutama eelnevad ja järgnevad arvud. Kõik õpilased kirjutasid eelnevad ja järgnevad arvud õigesti. Kuna antud ülesanne ei tekitanud õpilastele raskusi, siis on küsitav, kas antud ülesande abil saaks välja selgitada õpilaste raskused, mis on seotud arvude järjestamisega või peaks testi kolmanda ülesande asendama mõne muu ülesandega.

Neljandas ülesandes kontrollitakse õpilase peastarvutamisoskust 100 piires ja arvude v rdlemisoskust.  pilasele on ette antud viis erinevat arvutamistehte paari ning ta peab vastused leidma peast. Seejärel peab õpilane võrdlema samal real asuvate tehete vastuseid ning keskel asuvale punktiirile kirjutama sobiva m rgi ($>$, $<$, $=$). Neljanda ülesande juures

asuv instruktsioon on jrgmine: „Arvuta peast. Kirjuta vastus kasti ning seejrel vrdle vastuseid ning kirjuta punktiirile sobiv mrk ($>$, $<$, $=$).“ Ülesande instruktsioon sisaldab mitut korraldust, mistõttu kontrollitakse õpilase oskust sooritada mitut operatsiooni. Tabelis 4 tuuakse kokkuvõtlikult välja, millised küsimused õpilastel ülesande lahendamisel tekkisid ja eraldi vead, mis tekkisid peastarvutamisel ja vrdlemisel.

Tabel 4. Küsimused ja raskused peastarvutamisel ning arvude vrdlemisel (ülesanne 4)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused ja raskused, sh ka alaülesannetes esinenud küsimused ja raskused	Õpilase vead, mis tekkisid peastarvutamisel	Õpilase vead, mis tekkisid tulemuste vrdlemisel
MA1	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
MA2	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
MA3	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
MA4	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
ÕR1	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Ei tekkinud vigu.	Ei tekkinud vigu.
ÕR2	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Õpilane eksis tehetega 71-19 ja sai vastuseks 51.	Ei tekkinud vigu.
ÕR3	Õpilane küsis üle, kas peab vrdlema sama rea vastuseid ning keskele kirjutama mrgi. Autor vastas, et tõesti peab vrdlema sama rea vastuseid ja kirjutama mrgi punktiirile.	Õpilane eksis tehetega 71-19 ja sai vastuseks 58.	Õpilane eksis tulemuste 40 ja 13 vrdlemisel, kirjutas, et 40 on väiksem kui 13.
ÕR4	Ei tekkinud küsimusi/raskusi.	Õpilane eksis tehetega: 1) 89-67 ja sai vastuseks 32; 2) 68+9 ja sai vastuseks 72; 3) 11+29 ja sai vastuseks 31; 4) 74-16 ja sai vastuseks 60. Kokku eksis õpilane nelja tehetega kümnest.	Õpilane eksis tulemuste vrdlemisel seetõttu, et oli vastused valesti leidnud. Muidu vastuseid vrdles õpilane õigesti. Kokku eksis õpilane kahtede tulemuste vrdlemisel.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÕR – õpiraskustega õpilane matemaatikas

Analüüsides õpilaste vastuseid neljandas ülesandes, võib välja tuua, et arvude vrdlemine õpilastele suuremaid raskusi ei valmistanud, sest vaid ühel õpilasel (ÕR4) oli vrdlemisel üks vale vatus, mistõttu tuleks kaaluda arvude vrdlemise idee muutmist. Seevastu peastarvutamisel kujunes õpilaste jaoks raskeimaks teheteks 71–19, mis valmistas kahele õpilasele raskusi ning üks õpiraskustega õpilast eksis teiste tehetega (89-67, 68+9, 11+29, 74-16). Kokkuvõttes valmistas õpiraskustega õpilaste jaoks ülesanne raskusi, kuid matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks neljas ülesanne raskusi ei valmistanud, mistõttu võib eeldada, et antud ülesanne aitab välja tuua õpilased, kellele valmistavad raskusi peastsooritamise liitmis-ja lahutamistehted.

Viiendas ülesandes kontrollitakse korrutustabeli tundmist ning arvude järjestamisest kasvavalt ja kahanevalt. Õpilane pidi kõigepealt arvutama peast üheksa korrutamistehte vastused ja üheksa jagamistehte vastused ning seejärel kirjutama korrutamise tulemused kasvavas järjekorras ja jagamise tulemused kahanevas järjekorras. Õpilasele oli ette antud instruktsioon: „Arvuta peast.“ ja „Kirjuta korrutamise tulemused kasvavas järjekorras.“ ning instruktsioon „Kirjuta jagamise tulemused kahanevas järjekorras.“. Viienda ülesande tulemusi kajastab kokkuvõtvalt tabel 5, milles on välja toodud, millised raskused õpilastel tekkisid instruktsiooni ja peastarvutamisülesannete juures ning millised vead õpilased tegid arvude järjestamisel.

Tabel 5. Küsimused ja raskused peastarvutamisel ning arvude järjestamisel (ülesanne 5)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused ja raskused, sh ka alaülesannetes esinenud küsimused ja raskused	Õpilase vead, mis tekkisid peastarvutamisel	Õpilase vead, mis tekkisid tulemuste järjestamisel
MA1	Õpilane küsis, mis on tehte 7:0 vastus (ei mäletanud, et nulliga ei saa jagada). Autor vastas, et õpilane jätkaks tehte vastuse kirjutamata, kui ei tea vastust.	Õpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 0.	Õpilane ei kirjutanud välja kõiki tulemusi, näiteks kui kahe tehte vastus oli 9, siis õpilane kirjutas välja ainult ühe korra number 9.
MA2	Ei tekkinud küsimusi, kuid õpilasel esines raskusi arvude järjestamisel.	Õpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 0.	Õpilane järjestas ka jagamise tulemused kasvavas järjekorras; Õpilane ei kirjutanud välja kõiki tulemusi, näiteks kui kahe tehte vastus oli 9, siis õpilane kirjutas välja ainult ühe korra number 9.
MA3	Ei tekkinud küsimusi.	Õpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 0.	Ei tekkinud vigu.
MA4	Ei tekkinud küsimusi.	Õpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 7.	Õpilane järjestas ka jagamise tulemused kasvavas järjekorras ning jätnud osad tulemused järjestusest välja.
ÕR1	Ei tekkinud küsimusi.	Õpilane sooritas valesti tehted 1) 24:8 ning sai vastuseks 4; 2) 64:8 ja sai vastuseks 6; 3) 9:1 ja sai vastuseks 1 4) 7:0 ja sai vastuseks 0.	Õpilane jättis kahanevasse järjekorda kaks tulemust märkimata.
ÕR2	Õpilane küsis, kas ta märgib reastamisel igat arvu ühe korra või mitu korda. Autor vastas, et õpilane märgiks kõik tulemused. Lisaks oli õpilasel raskusi tulemuste õige järjestamisega.	Õpilane eksis tehtega 9:9 ning sai vastuseks 91. Eksis ka tehtega 7:0 ja sai vastuseks 0.	Õpilane järjestas kõik tulemused nii kasvavalt kui ka kahanevalt. Tulemused olid aga järjestatud õigesti ning märgitud olid kõik tulemused.

ÖR3	Öpilane küsis, kas ta märgib reastamisel igat arvu ühe korra või mitu korda. Autor vastas, et õpilane märgiks kõik tulemused. Lisaks oli õpilasel raskusi tulemuste õige järjestamisega.	Öpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 0.	Öpilane järjestas ka jagamise tulemused kasvavas järjekorras ning oli jätnud teisel järjestamisel ühe tulemuse kirjutamata.
ÖR4	Ei tekkinud küsimusi, kuid õpilasel esines raskusi arvude järjestamisel.	Öpilane sooritas valesti tehte 7:0 ja sai vastuseks 0.	Öpilane oli kirjutanud korrutamise tulemuste alla ka ühe jagamistulemuse ja järjestas ka jagamise tulemused kasvavas järjekorras, kust puudus samuti üks tulemus.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÖR – õpiraskustega õpilane matemaatikas

Mitmeid arvutamiskaskused esines üksikudel õpilastel, kuid rohkem tekitas raskusi tulemuste õige järjestamine. Põhjusena võib arvata vastavalt välja tuua instruktsiooni valesti mõistmise või instruktsiooni mittelugemise. Arvutamiskaskused põhjustena võib välja tuua, et õpilastel olid reeglid ununenud (õpilased ei mäletanud, et nulliga jagamine ei ole võimalik) ja korrutustabel oli meelest läinud või polnud piisavalt selge. Kokkuvõttes valmistas ülesanne raskusi nii õpiraskustega kui ka matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks, mistõttu tuleks ülesande raskusastet vähendada ning kuna raskusi valmistas rohkem arvude järjestamine, siis võiks muutusi teha järjestamise osas. Peastaarvutamine valmistas aga rohkem raskusi õpiraskustega õpilaste jaoks, mistõttu võib väita, et peast arvude korrutamise ja jagamise alaülesanne on sobilik välja selgitamiseks, millised on õpilase raskused peast korrutamisel ja jagamisel.

Kuuendas ülesandes pidid õpilased arvutama kirjalikult kahe liitmistehte ja kahe lahutamistehte vastuse. Ülesanded olid valitud nii, et need sisaldaks järgu ületamist. Kuuenda ülesande instruktsiooniks oli „Arvuta kirjalikult.“ ja autor toob tabelis 6 välja õpilastel tekkinud küsimused ja vead, mis kuuendas ülesandes esinesid.

Tabel 6. Küsimused ja raskused kirjalikul liitmisel ja lahutamisel (ülesanne 6)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused/raskused	Tehe 4876-3797	Tehe 8879-3797	Tehe 1874+969	Tehe 2104+1693
MA1	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA2	Ei tekkinud küsimusi.	Raskusi valmistas laenamine kümneliste järgus ja õpilane sai vastuseks 1059.	Vigu ei esinenud.	Õpilane liitis valesti ühelised ja sai vastuseks 2845.	Õpilane oli tehte valesti maha kirjutanud ning liitnud õigesti kokku arvud 2104 ja 1933.

MA3	Ei tekkinud küsimusi instruksiooni juures, kuid õpilane küsis kas vastused peab kirjutama ka võrdusmärgi taha. Autor vastas, et õpilane kirjutaks nii nagu ta harjunud on.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA4	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
�R1	Ei tekkinud küsimusi.	�pilasele valmistas raskusi laenamine k�mmeliste järgus ja õpilane sai vastuseks 1089.	�pilane eksis laenamisega nii k�mmeliste kui ka sajaliste järgus ning sai vastuseks 5122.	�pilane liitis valesti �helised ja sai vastuseks 2845.	Vigu ei esinenud.
�R2	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	�pilane eksis k�mmeliste järgus ja sai vastuseks 2833.	Vigu ei esinenud.
�R3	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
�R4	Ei tekkinud küsimusi.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	�pilane ei sooritanud liitmistehet, vaid lahutas. �pilane sooritas lahutamistehete õigesti.	�pilane lahutas, mitte ei liitnud ning eksis sajaliste järgus ja sai vastuseks 311.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane,  R –  piraskustega õpilane matemaatikas

Anal sides kirjaliku arvutamise ülesande tulemusi, selgub, et neljale õpilasele valmistas raskusi kirjalik arvutamine ning võib öelda, et õpilased eksisid rohkem arvutamistehetega, mis nõudsid järgu ületamist. Tehted $4876-3797$, $1874+969$, $2104+1693$ valmistasid raskusi ka ühe matemaatiliselt andeka (MA2)  pilase jaoks, mistõttu võib järeldada, et õpilane vajab veel kirjaliku liitmise teema  lekordamist.

Ühelgi õpilasel kuuendas ülesandes instruksiooni juures küsimusi ei tekkinud ning vaadates õpilaste vastuseid võib järeldada, et instruksiooni mõistmisega samuti raskusi polnud. Ainsa raskusena saab välja tuua, et kaks õpilast ( R3, MA2) ei kirjutanud lõpptulemusi võrdusmärgi taha ning üks  pilane (MA3) küsis igaks juhuks üle, kas vastused ikka peab kirjutama võrdusmärgi järgi.  ks  pilane ( R4) eksis kahe tehtega seetõttu, et ei pannud tähele, et kõik tehted ei olnud lahutamistehet. Enamik vigu oli seotud siiski oskusega arve õigesti liita ja lahutada. Kokkuvõttes eksis kirjaliku liitmise ülesandes üks matemaatiliselt andekas õpilane ja eksimusi oli kolmel matemaatika õpiraskustega õpilasel, mistõttu võime eeldada, et ülesanne aitab eristada õpiraskustega õpilasi matemaatiliselt andekatest õpilastest ja on testi jaoks sobilik.

Testi **seitsmendas ülesandes** vaadatakse, kas õpilane tunneb korrutamise, liitmise, lahutamise tehete ja tulemuste nimetusi ning lisaks kontrollitakse avaldises tehete järjekorra tundmist. Õpilane peab etteantud lause põhjal ära tundma kolme avaldise seast õige avaldise ja sellele ringi ümber tõmbama ning seejärel leidma avaldise väärtuse. Õpilastele etteantud instruksioon on järgmine: „Milline avaldis sobib antud lausega kokku? Tõmba õigele avaldisele ring ümber ning leia avaldise väärtus.“ Kahel õpilase tekkis instruksioonist arusaamisel raskusi: üks õpilane (ÕR3) ei leidnud avaldiste väärtusi ja teine õpilane (ÕR4) ei tõmmanud avaldistele ringe ümber, kuid leidis avaldiste väärtused. Ülejäänud õpilastel ei tekkinud instruksioonist arusaamisel küsimusi ega raskusi.

Vaadates seitsmenda ülesande tulemusi, siis saab välja tuua järgneva:

- vaid üks õpilane (koodiga ÕR 4) kaheksast eksis õige avalise äramärgimisel ning ta mõistis valesti lauset „vähendaja 15 lahutati vähendatavast 20 ning saadud vahele liideti arv 16“. Õpilane ei tõmmanud ühelegi avaldisele ringi ümber, kuid väärtuse arvutas avaldisele $15 - (20 + 36)$, mitte avaldisele $(20 - 15) + 16$, mis oleks olnud õige avaldis;
- üks õpilane (koodiga ÕR3) tõmbas õigetele avaldistele ringi ümber, kuid avaldiste väärtust ei leidnud;
- tehete järjekorraga ei eksinud ükski õpilane ning õpilased, kes avaldistele väärtused leidsid, olid seda õigesti teinud.

Kokkuvõttes võib öelda, et antud ülesanne õpilastele suuremaid raskusi ei valmistanud ja vaid õpiraskustega õpilastel oli üksikuid eksimusi. Seega tuleks ülesande raskusastet muuta, et ülesande abil saaks välja selgitada õpilaste raskused tehete ja tulemuste nimetuste tundmisel.

Kaheksandas ülesandes kontrollitakse tähe arväärtuse leidmist lahenduskäigu või proovimise teel ning vaadatakse, kuidas õpilane on antud pädevuse omandanud. Ülesanne koosnes neljast alatehtest ning instruksiooniks oli lause „Leia a väärtus.“. Ülesannete tulemused on välja toodud tabelis 7, kuhu on kirja pandud õpilaste küsimused ja õpilaste tekkinud vead alaülesannete kaupa.

Tabel 7. Küsimused ja raskused puuduva tehtekomponendi leidmisel (ülesanne 8)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud küsimused ja raskused	Ala-ülesanne $16 + a = 23$	Ala-ülesanne $a + 6 = 19$	Ala-ülesanne $47 - a = 29$	Ala-ülesanne $a - 16 = 33$
MA1	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.

MA2	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Õpilane oli sooritanud liitmistehte 6+19 ning saanud vastuseks 15.	Vigu ei esinenud.	Õpilane sooritas lahutamistehte 33-16 ning sai vastuseks 17.
MA3	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA4	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR1	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR2	Õpilane küsis, kas ta võib lahendused peast kirjutada.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR3	Õpilane küsis, kas ta võib lahendused peast kirjutada.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR4	Ei tekkinud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Õpilane sooritas õige tehte 16+33 a leidmiseks, kuid sai vale vastuse 18.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÕR – õpiraskustega õpilane matemaatikas

Analüüsid õpilaste vastuseid kaheksandas ülesandes, võib välja tuua, et kahe õpilase jaoks valmistas ülesanne raskusi, kuid ülejäänud kuue õpilase jaoks ülesanne keeruline ei olnud. Eraldi välja ei saa tuua, et ülesanne oleks rohkem raskusi valmistanud õpiraskustega õpilaste jaoks, sest rohkem eksis antud ülesandega matemaatiliselt andekas õpilane. Kuna instruktsioonis polnud öeldud, kuidas a väärtus tuleb leida, siis tekitas see kahe õpilase jaoks küsimusi ning nad soovisid üle küsida, kas a väärtuse võib ka peast leida. Autor vastas, et vastuse võib leida peast. Kokkuvõttes tekitasid raskusi vaid alaülesanded $a+6=19$ ja $a-16=33$, kuid ülesanded $16+a=23$, $47-a=29$ raskusi ei tekitanud, mistõttu võib eeldada, et ülesanded, mis raskusi ei valmistanud, olid liiga lihtsad.

Testi viimaseks ehk **üheksandaks ülesandeks** oli arvutamine ning kontrolliti õpilaste oskust tunda tehete järjekorda. Lisaks vaadatakse, kas õpilane suudab kirjutada välja vahetehted ja leida avaldisele õige väärtuse. Üheksas ülesanne koosnes kokku viiest alatehtest ning tehetes olid kombineeritud erinevad tehted (liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine). Õpilasele oli etteantud instruktsioon: „Arvuta. Kirjuta välja ka vahetehted.“ ning tabel 8 toob kokkuvõtlikult välja viimases ülesandes õpilastele raskusi valmistanud ülesanded ja tabelis on kirjas, mis küsimused õpilastel seoses viimase ülesandega tekkisid.

Tabel 8. Kaskimused ja raskused mitmeosalise avaldise väärtuse leidmisel ning vahetehete vormistamisel (ülesanne 9)

Õpilase kood	Instruktsioonist tulenenud kaskimused ja raskused	Tehe 17+19-21	Tehe 23-16:4+39	Tehe 63:9·2+39	Tehe (72+6):2·1-3	Tehe 15+12:6-6
MA1	Õpilane kaskis, millised vahetehet peab välja kirjutama. Autor vastas, et näiteks liitmis-, lahutamis-, korrutamis-ja jagamistehted.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.
MA2	Kaskimusi polnud.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.
MA3	Kaskimusi polnud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
MA4	Kaskimusi polnud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.	Vigu ei esinenud.
ÕR1	Õpilane kaskis, mis on vahetehet. Autor vastas, et näiteks liitmis-, lahutamis-, korrutamis-ja jagamistehted.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Õpilane sai vastuseks 43, sest ei lahutanud õigesti 23-st saadud tulemust.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.
ÕR2	Kaskimusi polnud.	Vigu ei esinenud.	Õpilane kaskis, kas peab kirjutama 23-4 või 4-23. Vastuse sai õpilane õige.	Vigu ei esinenud.	Õpilane kaskis, kas 78 jagub 2-ga. Autor vastas, et õpilane prooviks kirjalikult jagada.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.
ÕR3	Kaskimusi polnud.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.	Arvutamiskasku ei esinenud, kuid õpilane eksis vahetehete vormistamisel.
ÕR4	Kaskimusi polnud.	Vigu ei esinenud.	Õpilane lahutas 43-23 ehk tegi lahutamis-tehte valepidi ning sai vastuseks 20.	Õpilane sai jagamistehte 63:9 vastuseks 9 ja seetõttu oli ka lõpptulemus vale (24, mitte 20).	Vigu ei esinenud.	Õpilane sooritas valesti viimase lahutamis-tehte 17-6 ning sai vastuseks 12.

Märkus. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÕR – õpiraskustega õpilane matemaatikas, vahetehete vormistamise eksimuse all on silmas peetud, et õpilane ei kirjutanud vahetehteid eraldi välja, vaid näiteks kirjutab kohe järgmise tehte vastuse järele, näiteks $17+19=36-21=15$.

Kokkuvõttes saab välja tuua, et mitu õpiraskustega õpilast eksis arvutamise ja enim valmistas raskusi tehe $23-16:4+39$ (teine alatehe). Seega saab oletada, et teine alaülesanne sobib hästi kontrollimaks, kuidas õpilased tunnevad tehete järjekorda, sest antud ülesanne tekitab raskusi kolmele õpiraskustega õpilastele, kuid matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks ülesanne raskusi ei valmistanud. Lisaks arvutamiskeskustele üheksandas ülesandes, saab välja tuua, et palju vigu oli õpilastel ka vahetehete vormistamisel ning õpilased kirjutasid vahetehted välja valesti, st vahetehte vastuse järgi kirjutasid kohe edasi ega kirjutanud korrektselt välja uut tehet. Valesti vormistasid vahetehted koguni viis õpilast kaheksast, mis näitab, et õpilastel on korrektne vormistamine jäänud tagaplaanile.

Paraku tekitab viimase ülesande instruksioon mitmeid küsimusi, sest instruksioon käskis välja kirjutada eraldi vahetehted, kuid õpilased ei teadnud, mida vahetehete all silmas peetakse. Seega tuleks kindalasti teha muudatusi instruksioonis.

Kuna pilootuuringus osales neli matemaatiliselt andekat ja neli õpiraskustega õpilast, siis koondatakse õpilaste testi tulemused tabelisse 9, mis asub lisa 4. Ülesannetes tuuakse tulemused välja alaülesannete kaupa, v.a neljandas ülesandes, kus esimeses ruudus olev märk näitab, kas õpilane oli sooritanud peast arvutamise tehted õigesti ja teises ruudus olev märk näitab, kas tulemused olid võrreldud õigesti. Samuti on erandiks viies ülesandes, kus esimeses ruudus olev märk näitab, kas õpilane on sooritanud peast arvutamistehted õigesti ja teises ruudus olev märk näitab, kas õpilane on tulemused järjestanud õigesti. Koondtabelisse (Tabel 9) pannakse kirja ainult vead, mis tulenesid arvutamisest ning kõrvale jäetakse vormistamisvead.

Koondtabelist (vt tabel 9, mis asub lisa 4) on näha, et antud testi ülesannetes oli õpiraskustega õpilastel rohkem eksimusi kui matemaatiliselt andekatel õpilastel, kuid test aitab välja ka tuua matemaatiliselt andekate õpilaste nõrkused. Kõige rohkem raskusi nii matemaatiliselt andekatele kui ka õpiraskustega õpilastele valmistas ülesanne, kus pidi arvutama peast ja seejärel tulemused reastama kasvavalt ja kahanevalt (ülesanne number viis) ja täpsemalt valmistas õpilastele raskusi tulemuste järjestamine. Kõige vähem raskusi valmistas testi kolmas ülesanne, kus õpilane pidi kirja panema eelneva ja järgneva arvu. Eraldi saab välja tuua, et matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks oli kõige keerulisem ülesanne, kus pidi kirjutama arvu järkude summana ja õpiraskustega õpilaste jaoks oli kõige keerulisem ülesanne, kus õpilased pidid tulemused kirjutama kasvavas ja kahanevas järjekorras. Kuna testi abil sooviti vaadata, millised ülesanded valmistasid raskusi õpiraskustega õpilaste jaoks, kuid matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks ei valmistanud, siis

tuuakse ka eraldi välja, millised ülesanded ja alaülesanded valmistasid õpiraskustega õpilastele raskusi, kuid andekate õpilaste jaoks mitte:

- a) arvsõnade ülesandes (esimeses ülesandes) valmistas arv 16606 raskusi kahele õpiraskustega õpilasele, kuid ühegi matemaatiliselt andeka õpilase jaoks ülesanne raske polnud;
- b) peastarvutamisülesandes, kus kontrolliti õpilase liitmis-ja lahutamisoskust 100 piires (testi neljas ülesanne), eksisid kolm õpiraskustega õpilast erinevate tehete juures, kuid matemaatiliste andekate õpilaste jaoks arvutamine raske polnud.
- c) ülesandes, kus õpilane pidi tulemusi võrdlema (testi neljas ülesanne), tekkis kahel matemaatika õpiraskustega õpilasel vigu, kuid matemaatiliselt andekad õpilased lahendasid ülesande korrektselt;
- d) ülesandes, kus õpilane pidi peast korrutama või jagama (testi viies ülesanne) eksisid matemaatiliselt andekad õpilased vaid jagamistehtega $7:0$, kuid kahe õpiraskustega õpilase jaoks olid rasked ka teised korrutamis-ja/või jagamistehted;
- e) kirjaliku arvutamise ülesandes (testi kuues ülesanne) tekitas tehe $1874+969$ raskusi vaid ühe matemaatiliselt andeka õpilase jaoks, kuid kolme õpiraskustega õpilase jaoks;
- f) õige avaldise tundmisel (testi seitsmes ülesanne) ei eksinud ükski matemaatiliselt andekas õpilane, kuid kaks õpiraskustega õpilast tegid ülesande lahendamisel vea;
- g) tehete järjekorra tundmise ülesandes (testi üheksas ülesanne) eksisid kaks õpiraskustega õpilast tehtega $23-16:4+39$, kuid ükski matemaatiliselt andekas õpilane ülesandega ei eksinud.

Seetõttu võib väita, et eelpool väljatoodud ülesanded, mis valmistasid raskusi õpiraskustega õpilaste jaoks ja matemaatiliselt andekate õpilaste jaoks raskusi ei valmistanud, võivad olla sobilikud arvutamiskuste väljaselgitamiseks. Saab välja tuua, et kõige raskemaks kujunes test õpiraskustega õpilase jaoks (ÕR4), kes eksis paljude tehete juures, mistõttu võib eeldada, et õpilasel on arvutamiskused ning õpilane vajab tõhusamat abi.

Ajaliselt oli õpilasel testi lahendamiseks aega maksimaalselt 45 minutit. Keskmiselt kulus õpilastel testi lahendamiseks 28 minutit, kõige kiiremini lahendas õpilane (MA1) testi 18 minutiga ning kõige rohkem kulus õpilasel (ÕR2) 43 minutit. Kõik õpilased jõudsid testi lahendatud 45 minutiga, mistõttu võib arvata, et testile seatud ajapiirang on sobilik ning test sobib läbi viimiseks koolitunnis, mille pikkuseks on tavaliselt 45 minutit.

Arutelu

Käesoleva lõputöö eesmärk oli välja töötada matemaatiline test, mille abil saab välja selgitada tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskused ning hinnata testi ülesannete sobivust arvutamiskuste väljaselgitamiseks. Töö teoreetilises osas anti ülevaade arvutamiskustest kui ühest matemaatilisest õpiraskusest, toodi välja arvutamiskuste põhjused ning pandi kirja testi koostamise lähtekohad. Arutelus pannakse kirja vastused töös esitatud kolmele uurimisküsimusele, võrreldakse teoorias välja toodud aspekte tulemustega ning lõpus antakse soovitusi teema edaspidiseks uurimiseks.

Töö **esimeseks uurimisküsimuseks** oli, millist tüüpi ülesanded valmistavad õpilastele raskusi ja aitavad välja tuua arvutamiskustega lapsed. Kuna töö eesmärk oli hinnata ülesannete sobivust arvutamiskuste väljaselgitamiseks, siis on oluline välja tuua ülesanded, mis ei valmistanud raskusi matemaatilistelt andekatele õpilastele, kuid olid keerulised õpiraskustega õpilaste jaoks. Kokkuvõttes olid arvutamiskustega õpilastele keerulised järgmised ülesanded/tehted:

- a) arvsõna 16606 kirjutamine numbritega (vt tabel 2) ning ühe põhjusena võib välja tuua, et õpilasel võis olla keeruline luua seoseid numbrite ja sõnade vahel (Dyscalculia: What ..., 2014), st õpilane ei saanud aru, et arv 16606 on sama, mis sõnades „kuusteist tuhat kuussada kuus.“ Põhjus, miks arvsõna 16606 kirjutamine kujunes õpilaste jaoks raskemaks kui näiteks arvsõnade 4208 ja 4107 kirjutamine, võis olla, et arvsõna 16606 on sõnades pikem ja õpilastel on pikemast tekstist raskem aru saada. Lisaks sisaldab arv 16606 ka kümnetuhandeliste järku, mida arvud 4208 ja 4107 ei sisaldanud;
- b) liitmis- ja lahutamistehted 71-19, 89-67, 68+9, 11+29, 74-16 (vt tabel 4) ning põhjus, miks need ülesanded olid raskemad kui teised liitmis- ja lahutamistehted (66+8, 4+57, 89-12, 32-19, 22+36) võis olla see, et tegemist oli suuremate arvudega. Näiteks ei tekitanud tehe 32-19 raskusi, kuid 71-19 tekitas. Teise põhjusena võib välja tuua, et õpilastele valmistasid raskusi tehted, mis nõudsid järgu ületamist (Geary, 2004). Seega võiks asendada arvud suuremate arvudega, mis tõenäoliselt valmistavad õpiraskustega õpilaste jaoks raskusi ning nõuavad ka järgu ületamist;
- c) jagamistehte 7:0 (vt tabel 5) ning ka Mundia (2012) tõi välja, et nulliga jagamine valmistab raskusi õpiraskustega õpilaste jaoks;
- d) jagamistehted 24:8, 64:8, 9:1 ja korrutamistehe 9·9 (vt tabel 5). Ka kirjanduses tuuakse välja, et jagamine on neljast aritmeetilisest tehtest (liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine) kõige keerulisem (Division, s.a.);

- e) kirjaliku arvutamise ülesanded $4876-3797$, $8879-3797$, $1874+969$ (vt tabel 6) ning teoreetilises osas toodi välja, et õpilastele valmistavadki rohkem raskusi ülesanded/tehted, mis nõuavad järgu ületamist (Geary, 2004). Lisaks tõi Bryant (2005) välja, et õpilastele valmistab raskusi erinevate märkide (+, -, ÷, ·) tundmine ülesannetes. Antud testi lahendamisel eksis üks õpiraskustega õpilane kahe tehte ümberkirjutamisel (liitmistehete asemel sooritas lahutamistehted);
- f) avaldise $23-16:4+39$ lahendamine (vt tabel 8) ning ka kirjanduses toodi välja, et õpiraskustega õpilase jaoks on rasked mitmetehtelised ülesanded (Bryant, 2005; Mundia, 2012) ja õige järjekorra tundmine avaldises (Jakobson, 2014). Mundia (2012) lisas, et raskem on avaldise lahendamine, milles on kombineeritud liitmine, lahutamine, korrutamine ja jagamine, mistõttu oligi avaldis $23-16:4+39$ keerulisem kui avaldis $17+19-21$, milles polnud jagamist ja korrutamist.

Samas selgus 2016. aasta tasemetöö analüüsist, et arvude järjestamine õpilastele suuremaid probleeme ei valmistanud, kuid antud testi järjestamise ülesandes eksis seitse õpilast kaheksast. Seega võib eeldada, et õpilastele valmistab raskusi instruksiooni mõistmine ja ülesanne oli valitud liiga keeruline.

Teiseks uurimisküsimuseks oli, milline peaks olema ülesande juures asuv instruksioon. Fuchs jt (2008b) tõid välja, et instruksioon olgu selge, arusaadav, konkreetne ja tekitagu ülesande juures võimalikult vähe probleeme. Sellest põhimõttest lähtuti ka käesoleva töö raames valminud matemaatilise testi koostamisel. Paraku tekitas ülesande juures asuv instruksioon siiski küsimusi ning toon ülesannete kaupa välja, kas ja mida tuleks muuta.

- a) **Esimese ülesande** instruksioon („Kirjuta numbritega järgmised arvud:“) raskusi ei tekitanud (vt tabel 2), mistõttu pole vaja muudatusi teha.
- b) **Teises ülesandes** oli etteantud instruksioon „Esita arv üheliste, kümneliste, sajaliste ja tuhandeliste summana,“ mis tekitas küsimuse, kas õpilane peab alustama järkude väljakirjutamist ühelistest, nii nagu nõuab instruksioon, või alustama tuhandelistest, nii nagu õpilased on tavaliselt harjunud (vt tabel 3). Kuna Fuchs jt (2008b) tõid välja, et instruksioon peaks tekitama võimalikult vähe probleeme, siis tuleks sõnastada instruksioon ümber: „Esita arv tuhandeliste, sajaliste, kümneliste ja üheliste summana.“
- c) **Kolmandas ülesandes** pidi õpilane kirjutama eelneva ja järgneva arvu ning etteantud oli instruksioon „Kirjuta punktiirile eelnev ja järgnev arv.“ Ühelgi õpilasel ei tekkinud raskusi instruksioonist arusaamisega, seega pole vaja muudatusi teha.

- d) **Neljandas ulesandes** oli instruksiooniks „Arvuta peast. Kirjuta vastus kasti. Seejarel vordle vastuseid ning kirjuta punktiirile sobiv mark ($>$, $<$, $=$),“ mis tekitas uhe opilase jaoks kuisimuse ning ta soovis teada, kas peab vordlema samal real asuvaid tehteid (vt tabel 4). Seega tuleks instruksiooni tapsustada ning see voiks kolada jargmiselt: „Arvuta peast. Kirjuta vastus kasti. Seejarel vordle samal real olevaid vastuseid ning kirjuta punktiirile sobiv mark ($>$, $<$, $=$).“
- e) **Viiendas ulesandes** ei tekkinud opilastel peastarvutamise instruksiooni („Arvuta peast.“) juures kuisimusi, kuid mitmeid kuisimusi tekitas arvude jarjestamine (vt tabel 5). Kuna polnud tapsustatud, kas opilane peab reastamisel valja kirjutama korduvad vastused uhe korra voi mitu korda, siis kuisid kaks opilast, kas reastamisel tuleb markida tulemust uks kord voi mitu korda. Seega tuleks instruksioonis tapsustada, et reastama peab koik tulemused. Samuti tekitas opilastele raskusi oigete tulemuste jarjestamine, mistottu voiks naiteks instruksioonis rasvaseks markida, kas opilane peab kirjutama tulemused kasvavalt voi kahanevalt ning rasvaseks voiks olla ka margitud, kas tuleb reastada korrutamise voi jagamise tulemused. Seega voiks kuuenda ulesande instruksioon olla jargmine: „Kirjuta koik **korrutamise** tulemused **kasvavas** jarjekorras.“
- f) **Kuuendas ulesandes**, kus opilane pidi kirjalikult arvutama (instruksioon oli „Arvuta kirjalikult“), ei tekkinud uhelgi opilasel kuisimusi (vt tabel 6), mistottu pole vaja muudatusi teha.
- g) **Seitsmendas ulesandes** tekkis kahel opilastel raskusi instruksiooni „Milline avaldis sobib antud lausega kokku? Tomba sobivale avaldisele ring umber ning leia avaldise vaartus“ moistmisega. Uks opilane ei tommanud avaldisele ringi umber, vaid leidis lihtsalt avaldise vaartuse ja teine opilane (OR4) ei tommanud avaldistele ringi umber, kuid leidis avaldiste vaartused. Seega tuleks kaaluda instruksiooni muutmist, teha liitlausea asemel lihtlauseid, sest Plado (1998) toob valja, et opilastele voib raskusi valmistada liitlause moistmine ja Lebedeva (2005) rohutab, et pikemaid lauseid on keerulisem moista.
- h) Testi **kaheksandas ulesandes**, kus opilane pidi leidma a vaartuse, tekkis kahel opilasel kuisimus, kas a vaartuse voib ka peast leida (vt tabel 7). Kuna Pohikooli Riikliku oppekava Lisa 3 (2011b) jargi peab opilane oskama leida tahe arvvaartuse proovimise voi lahendamise teel, siis ei tapsustatud instruksioonis, kas opilane peab leidma a peast voi lahenduskaiгу abil ning sobisid molemad variandid. Edaspidi tuleks instruksioonis tapsustada, kuidas peab leidma a vaartuse.

- i) Testi **üheksandas ülesandes** tekkis mitmel õpilastel küsimus, mis on vahetehted (vt tabel 8). Seega tuleks antud sõna segaduse vältimiseks ülesandest eemaldada ning jätta alles ainult instruktsioon „Arvuta.“ Tehete alla tuleks jätta lihtsalt vaba ruumi, kuhu õpilased saaksid vahetehted kirjutada.

Kokkuvõttes tuleks teha instruktsioonides mõned muudatused, et vältida edaspidi instruktsiooni mõistmisest tulenevaid vigu.

Kolmandaks uurimisküsimuseks oli, mida peab pilootuuringule toetudes koostatud testis muutma. Lisaks eelnevalt väljatoodud instruktsioonide muudatustele, tuleks viia läbi mõned muutused ülesannete juures. Toon ülesannete kaupa välja, mida tuleks muuta.

- a) **Esimeses ülesandes** tekitab küsimusi kolmandas alatehtes ülejääv tühi ruut (vt tabel 2), mistõttu tuleks see eemaldada.
- b) **Teises ülesandes** ei tekitanud arvu 8791 kirjutamine järkude summana raskusi ühelegi õpiraskustega õpilasele (vt tabel 3). Seega tuleks alaülesanne asendada mõne muu ülesandega või tehe testist eemaldada.
- c) **Kolmas ülesanne** ei tekitanud raskusi, mistõttu peaks terve ülesande asendama mõne muu ülesandega, mis kontrollib õpilaste oskust kirjutada õigesti eelnev ja järgnev arv. Samas võib olla 4. klassi õpilaste jaoks liiga lihtne eelneva ja järgneva arvu kirjutamine, mistõttu võib kaaluda ka ülesande eemaldamist testist ning eelneva ja järgneva arvu kirjutamise, arvude järjestamise ja võrdlemise põimida mõnda ühte ülesandesse kokku, sest tegelikult kontrollivad kõik eelmainitud ülesanded oskusi arve järjestada ja võrrelda.
- d) **Neljandas ülesandes**, kus õpilane peab liitma ja lahutama 100 piires ning tulemusi võrdlema, tuleks asendada tehted $68+8$, $4+57$, $89-12$, $32-19$, $22+36$ keerulisemate tehetega, sest antud tehted ei valmistanud raskusi õpiraskustega õpilaste jaoks (vt tabel 4). Näiteks kuna õpiraskustega õpilaste jaoks olid keerulised liitmis-ja lahutamistehted $71-19$, $89-67$, $68+9$, $11+29$, $74-16$, siis võiks asendatavad tehted olla nende tehetega sarnased. Peastarvutamise puhul võiks kasutada suuremaid arve, sest näiteks $4+57$ ei valmistanud õpilastele raskusi, aga tehe $11+29$ valmistas. Samamoodi oli tehte $32-19$, mis ei valmistanud raskusi, kuid tehe $71-19$ valmistas. Sobivad ka tehted, mis nõuavad lisamist või laenamist, sest Geary (2004) toob välja, et õpilaste jaoks on sellised ülesanded rasked.
- e) **Viiendas ülesandes**, kus kontrolliti korrutustabeli tundmist ja järjestamisoskust, tuleks vähendada tehete arvu, siis ei oleks järjestamine õpilaste jaoks nii raske ning paljud

testis olevad tehted ei valmistanud õpiraskustega õpilaste jaoks raskusi (tulemused tabelis 5).

- f) Testi **kuues ülesanne**, kus õpilane pidi kirjalikult arvutama, tõi välja õpilaste raskused, mis on seotud kirjaliku liitmise ja lahutamisega. Kuna kõige vähem eksiti arvutamise liitmistehes $2104+1693$ (vt tabel 6), siis tuleks kaaluda ülesande asendamist mõne keerulisema liitmistehetega (näiteks liitmistehetega $2895+5693$, sest see liitmistehet nõuab mitme järgu ületamist).
- g) **Seitsmendas ülesandes** tuleks tõsta ülesande raskusastet, kuna vaid üks õpilane eksis õige avaldise äramärgimisel. Seega tuleks kombineerida rohkemate tehete nimetusi, mistõttu oleks ka avaldis, mille väärtus tuleks leida, keerulisem.
- h) **Kaheksas ülesanne** tekitasid raskusi vaid alaülesanded $a+6=19$ ja $a-16=33$, kuid ülesanded $16+a=23$, $47-a=29$ raskusi ei tekitanud (vt tabel 7). Seega tuleks ülesande raskusastet tõsta: tundmatu leidmise ülesannetes võiks kombineerida erinevaid tehteid (liitmine, lahutamine, korrutamine, jagamine), sest Mundia (2012) on välja toonud, et õpilastele valmistavad raskusi avaldised, milles on kombineeritud erinevad tehted.
- i) **Üheksandas ülesandes** tekitas raskusi avaldis $23-16:4+39$, teised avaldised suuremaid raskusi ei valmistanud (vt tabel 8). Kuna avaldises $23-16:4+39$ olid kombineeritud erinevad tehted (liitmine, lahutamine, jagamine), siis tekitas ülesanne õpilaste jaoks raskusi (Mundia, 2012). Samas tehtes $17+19-21$ olid kombineeritud vaid liitmis- ja lahutamistehet, mistõttu ülesanne ei valmistanud õpilastele raskusi. Seega võiks ülesandes tõsta avaldiste raskusastet ja kombineerida erinevaid tehteid.

Kokkuvõttes võib välja tuua, et lõputöö raames valminud matemaatilises testis tuleb muuta mõningaid instruksioone ja korrigeerida ülesannete raskusastet, sest osad ülesanded olid liiga rasked ja osad liiga lihtsad.

Varasemalt välja töötatud testide (Gölitz et al., 2006; Jacobs & Petermann, 2005), mille ajaline piirang oli kuni 45 minutit, järgi kohandati antud testi aeg, mille jooksul jõudsid kõik õpilased testi lahendatud. Seetõttu saab järeldada, et 45 minutit on sobilik antud matemaatilise testi läbiviimiseks.

Käesolevas töös koostati matemaatiline test I kooliastme arvutamiskaskuste väljaselgitamiseks ning hinnati ülesannete sobivust arvutamiskaskuste väljaselgitamiseks. Edaspidi on võimalik uurida õpilaste arvutamiskaskusi põhjalikumalt ning arvutamiskaskuste hindamisel lähtuda ka õpilaste individuaalsetest iseärasustest. Samuti saab soovi korral kohandada koostatud matemaatilist testi ning testi abil välja selgitada arvutamiskaskustega

laste osakaal 4. klassi õpilaste seas. Antud töö piiranguks võib pidada pilootuuringus osalejate arvu, sest kokku osales uuringus kaheksa õpilast, mistõttu on raske hinnata, kas ja kuivõrd testi ülesanded tegelikult õpiraskustega õpilaste jaoks keerulised on. Edaspidistes uurimustes saaks suurendada valimit ning viia läbi testi rohkemate õpilastega.

Tänu sõnad

Töö autor soovib tänada pilootuuringus osalenud koole ja õpilasi ning õpetajaid, kes aitasid lõputöö valmimisele kaasa. Autor soovib tänada ka sõpru ja pereliikmeid, kes lõputöö valmimise ajal toeks ja abiks olid. Eriline tänu kuulub juhendajale, kes mind kogu lõputöö valmimise vältel aitas ja toetas.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kasutatud kirjandus

Arsic, S., Eminovic, F., & Stankovic, I. (2011). The Ability of Conceptual Monitoring and the Quality of Working Memory at Children With Calculation Difficulties. *Online Submission*, 1(1), 12-17.

Ashkenazi, S., Rosenberg-Lee, M., Tenison, C., & Menon, V. (2012). Weak task-related modulation and stimulus representations during arithmetic problem solving in children with developmental dyscalculia. *Developmental cognitive neuroscience*, 2, S152-S166.

Attout, L., & Majerus, S. (2015). Working memory deficits in developmental dyscalculia: The importance of serial order. *Child Neuropsychology*, 21(4), 432-450.

Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and individual differences*, 20(5), 427-435.

Bondarenko, S. (1980). *Millest on tingitud õpiraskused?*. Tallinn: Eesti NSV Haridusministeerium.

Bryant, D. P. (2005). *Math disability in children: an overview. Working with Your Child's Teacher to Identify and Address Math Disabilities*. Külastatud aadressil http://lchc.ucsd.edu/mca/Mail/xmcamail.2008_06.dir/att-0047/Schwab_Learning_Math_disability.pdf

Dinkel, P. J., Willmes, K., Krinzinger, H., Konrad, K., & Koten Jr, J. W. (2013). Diagnosing developmental dyscalculia on the basis of reliable single case fMRI methods: promises and limitations. *PloS one*, 8(12), e83722.

Division (s.a.). Külastatud aadressil <https://www.skillsyouneed.com/num/division.html>

Doabler, C. T., & Fien, H. (2013). Explicit mathematics instruction: What teachers can do for teaching students with mathematics difficulties. *Intervention in School and Clinic*, 48(5), 276-285.

Dowker, A. (2004). *What Works for Children with Mathematical Difficulties?* Külastatud aadressil https://www.researchgate.net/publication/253032270_What_Works_for_Children_with_Mathematical_Difficulties

Dyscalculia: What You're Seeing (2014). Külastatud aadressil

<https://www.understood.org/en/learning-attention-issues/child-learning-disabilities/dyscalculia/dyscalculia-what-youre-seeing>

Flynn, M., & Flynn, P. (2000). *Mõtlesellele. Õpiraskustega lapsed*. Tallinn: Koolibri.

Fragiilse X sündroom (s.a.). Külastatud aadressil

<http://www.inimene.ee/haigused-ja-seisundid/list/haigused-ja-seisundid/fragiilse-x-sundroom-365>

Frye, D. (2017a). *What Is Dyscalculia?*. ADDitude Magazine. New Hope Media. Külastatud aadressil

<https://www.additudemag.com/what-is-dyscalculia-overview-and-symptom-breakdown/>

Frye, D. (2017b, March 28). *What Does Dyscalculia Look Like in Children?*. ADDitude Magazine. New Hope Media. Külastatud aadressil

<https://www.additudemag.com/dyscalculia-in-children-recognizing-signs-and-symptoms/>

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Stuebing, K., Fletcher, J. M., Hamlett, C. L., & Lambert, W. (2008a). Problem solving and computational skill: Are they shared or distinct aspects of mathematical cognition?. *Journal of educational psychology*, 100(1), 30-47.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., & Fletcher, J. M. (2008b). Intensive intervention for students with mathematics disabilities: Seven principles of effective practice. *Learning Disability Quarterly*, 31(2), 79-92.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 37(1), 4-15.

Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of educational psychology*, 104(1), 206-223.

German Curriculum (2018). Külastatud aadressil

<https://www.futureschool.com/germany-curriculum/>

- Gersten, R., Chard, D. J., Jayanthi, M., Baker, S. K., Morphy, P., & Flojo, J. (2009). Mathematics instruction for students with learning disabilities: A meta-analysis of instructional components. *Review of Educational Research*, 79(3), 1202-1242.
- Gölitz, D., Roick, T., & Hasselhorn, M. (2006). DEMAT 4. *Deutscher Mathematiktest für vierte Klassen*. Göttingen: Hogrefe.
- Haffner, J., Baro, K., Parzer, P., & Resch, F. (2005). *Heidelberger Rechentest (HRT 1-4)*. Göttingen: Hogrefe.
- Holzer, N., Schaupp, H., & Lenart, F. (2010). ERT 3+: *Eggenberger Rechentest: Diagnostikum für Dyskalkulie für das Ende der 3. Schulstufe bis zur Mitte der 4. Schulstufe*. Göttingen: Huber.
- Hunt, J., Westenskow, A., & Moyer-Packenham, P. S. (2017). Variations of Reasoning in Equal Sharing of Children Who Experience Low Achievement in Mathematics: Competence in Context. *Education Sciences*, 7(37), 1-14.
- Innove (s.a.a). *Tasemetööd*. Külastatud aadressil
<https://www.innove.ee/eksamid-ja-testid/tasemetood/>
- Innove (s.a.b). *Põhikooli lõpueksamid*. Külastatud aadressil
<https://www.innove.ee/eksamid-ja-testid/pohikooli-lopueksamid/>
- Innove (s.a.c). *Riigieksamid*. Külastatud aadressil
<https://www.innove.ee/eksamid-ja-testid/riigieksamid/>
- Innove (2017). *Üleriigilise 3. klassi matemaatika tasemetöö eristuskiri*. Külastatud aadressil
http://haridusinfo.innove.ee/UserFiles/Tasemet%C3%B6%C3%B6d/2017/3.%20klassi_matemaatika_tasemet%C3%B6%C3%B6_eristuskiri_2017.pdf
- Jacobs, C., & Petermann, F. (2005). *Rechenfertigkeiten-und Zahlenverarbeitungs-Diagnostikum für die 2. bis 6. Klasse: RZD 2-6*. Göttingen: Hogrefe.
- Jakobson, K. (2014). *Matemaatika 3. klassi tasemetööst 2014*. Külastatud aadressil
http://haridusinfo.innove.ee/UserFiles/Tasemet%C3%B6%C3%B6d/2014/3kl_tasemetood/matemaatika_3kl_2014_tasemetoo_lyhianalyys.pdf

Jakobson, K. (2015). *Üleriigiline 3. klassi matemaatika tasemetöö 2015 (lühikokkuvõte)*.

Külastatud aadressil

<http://haridusinfo.innove.ee/UserFiles/Tasemet%C3%B6%C3%B6d/2015/3.%20kl.%20%20matemaatika%20tasemet%C3%B6%C3%B6%20anal%C3%BC%C3%BCs%202015.pdf>

Kallaste, E. (2016). *Haridusliku erivajadusega õpilaste kaasava hariduskorralduse ja sellega seotud meetmete tõhusus. Teemaatiline raport: Statistiline ülevaade HEV levikust, kaasamisest ja tugimeetmete kasutamisest Eestis 2010-2014*. Külastatud aadressil

<http://www.centar.ee/uus/wp-content/uploads/2017/01/Teemaraaport-Statistiline-%C3%BClevaade-final.pdf>

Kaufmann, L., & von Aster, M. (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Deutsches Ärzteblatt International*, 109(45), 767-768.

Lebedeva, T. (2005). *Õpiteksti raskus ja selle uurimine*. Publitseerimata bakalaureusetöö. Tartu Ülikool.

Maila, M. (2005). *Matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse omandatus I klassi õpilastel*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.

Mazzocco, M. (2007). Defining and differentiating mathematical learning disabilities and difficulties. In D. Berch & M. Mazzocco (Eds.), *Why is math so hard for some children? The nature and origins of mathematics learning difficulties and disabilities* (pp. 29-47). Baltimore: Paul H. Brookes Publishing

Mundia, L. (2012). The assessment of math learning difficulties in a primary grade-4 child with high support needs: Mixed methods approach. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(2), 347- 366.

Munro, J. (2003). Dyscalculia: A unifying concept in understanding mathematics learning disabilities. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 8(4), 25-32.

Nebraska Department of Education (2010). *Grade 4. Mathematics practice test*. Külastatud aadressil

<https://www.education.ne.gov/wp-content/uploads/2017/07/NEG4MathPTPaper.12.06.10.pdf>

- Palu, A. (2010). *Algklassiõpilaste matemaatikaalased teadmised, nende areng ja mõjutavad tegurid*. Doktoritöö. Tartu Ülikool.
- Plado, K. (1998). Tekstülesanne kui tekst. *Eripedagoogika*, 7, 52-60
- Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 1-16.
- Põhikooli Riiklik õppekava (2011a). *Riigi Teataja I 2011*, 6, 22. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/13273133>
- Põhikooli Riiklik õppekava. Lisa 3 (2011b). *Riigi Teataja I 2011*, 6, 22. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1290/8201/4020/1m%20lisa3.pdf#>
- Schaupp, H., Holzer, N., & Lenart, F. (2008). *Eggenberger Rechentest. ERT 2+. Eggenberger Rechentest: Diagnostikum für Dyskalkulie für das Ende der 2. Schulstufe bis Mitte der 3. Schulstufe*. Göttingen: Huber.
- Schaupp, H., Lenart, F., & Holzer, N. (2007). *ERT 1+: Eggenberger Rechentest: Diagnostikum für Dyskalkulie für das Ende der 1. Schulstufe bis zur Mitte der 2. Schulstufe*. Göttingen: Huber.
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2013). Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment. *Cortex*, 49(10), 2674-2688.
- Taal, D. (2016). *Üleriigiline 3. klassi matemaatika tasemetöö 2016*. Külastatud aadressil <http://haridusinfo.innove.ee/UserFiles/Tasemet%C3%B6%C3%B6d/3.%20klassi%20matemaatika%20tasemet%C3%B6%C3%B6st%202016.pdf>
- Van Luit, J. E., & Schopman, E. A. (2000). Improving early numeracy of young children with special educational needs. *Remedial and special education*, 21(1), 27-40.
- Van Steenbrugge, H., Valcke, M., & Desoete, A. (2010). Mathematics learning difficulties in primary education: teachers' professional knowledge and the use of commercially available learning packages. *Educational studies*, 36(1), 59-71.

Lisad

Lisa 1

Matemaatiliste oskuste test arvutamiskustude väljaselgitamiseks

ANDMED

ÕPILASE NIMI:

KOOL:

KLASS:

KUUPÄEV:

Hea testi lahendaja!

Palun loe hoolikalt töökäsku ja lahenda ära kõik üheksa ülesannet. Ülesannete lahendamiseks on aega 45 minutit.

Edu lahendamisel!

1. Kirjuta numbritega järgmised arvud:

a) neli tuhat kakssada kaheksa

b) kuusteist tuhat kuussada kuus

c) neli tuhat ükssada seitse

2. Esita arv üheliste, kümneliste, sajaliste ja tuhandeliste summana.

a) $8791 = \dots + \dots + \dots + \dots$

b) $9003 = \dots + \dots + \dots + \dots$

c) $16\,382 = \dots + \dots + \dots + \dots + \dots$

3. Kirjuta punktiirile eelnev ja järgnev arv.

..... 1890

..... 9899

..... 3676

4. Arvuta peast. Kirjuta vastus kasti. Seejärel võrdle vastuseid ning kirjuta punktiirile sobiv märk (>, <, =).

a) $89 - 67 =$

a) $4 + 57 =$

b) $68 + 9 =$

b) $89 - 12 =$

c) $66 + 8 =$

c) $71 - 19 =$

d) $11 + 29 =$

d) $32 - 19 =$

e) $74 - 16 =$

e) $22 + 36 =$

5. Arvuta peast.

$8 \cdot 2 =$

$4 \cdot 9 =$

$24 : 8 =$

$7 : 0 =$

$6 \cdot 3 =$

$9 \cdot 9 =$

$72 : 9 =$

$9 : 1 =$

$4 \cdot 0 =$

$3 \cdot 7 =$

$28 : 7 =$

$18 : 2 =$

$6 \cdot 8 =$

$5 \cdot 6 =$

$64 : 8 =$

$2 \cdot 9 =$

$54 : 6 =$

$45 : 5 =$

Kirjuta korrutamise tulemused kasvavas järjekorras:

.....

Kirjuta jagamise tulemused kahanevas järjekorras:

.....

6. Arvuta kirjalikult.

a) $4876 - 3797 =$

b) $8879 - 3797 =$

c) $1874 + 969 =$

d) $2104 + 1693 =$

[illegible]

7. Milline avaldis sobib antud lausega kokku? Tõmba sobivale avaldisele ring ümber ning leia avaldise väärtus.

a) Arvule 65 liidetakse juurde tegurite 7 ja 9 korrutis.

$$65 - 7.9 =$$

$$65 + 7 - 9 =$$

$$65 + 7 \cdot 9 =$$

b) Vähendaja 15 lahutati vähendatavast 20 ning saadud vahele liideti arv 16.

$$15 - (20 + 16) =$$

$$(20-15)+16=$$

$$(20-15)-16=$$

8. Leia a väärtus.

a) $16 + a = 23$						b) $a + 6 = 19$						c) $47 - a = 29$						d) $a - 16 = 33$					

9. Arvuta. Kirjuta välja ka vahetehed.

a) $17 + 19 - 21 =$ _____

Vahetehed: _____

b) $23 - 16 : 4 + 39 =$ _____

Vahetehed: _____

c) $63 : 9 \cdot 2 + 6 =$ _____

Vahetehed: _____

d) $(72 + 6) : 2 \cdot 1 - 3 =$ _____

Vahetehed: _____

e) $15 + 12 : 6 - 6 =$ _____

Vahetehed: _____

Lisa 2

Nõusolekuleht lapsevanematele

Tere!

Olen Tartu Ülikooli bakalaureuseõppe 3. aasta tudeng ning õpin haridusteaduste instituudis reaalinete õppekaval. Kirjutan oma lõputööd, mille teemaks on matemaatiliste oskuste testi koostamine tavakooli 4. klassi õpilaste arvutamiskuste väljaselgitamiseks. Minu bakalaureusetöö eesmärgiks on koostada test, mille abil saab välja selgitada õpilaste arvutamiskusted ning hinnata testi ülesannete sobivust arvutamiskuste väljaselgitamiseks.

Olen väga tänulik, kui Te olete nõus oma lapse osalemisega testis. Testi andmeid kasutatakse ainult bakalaureusetöö jaoks ning andmete kasutamisel tagatakse lapse anonüümsus. Kui olete nõus, et Teie laps testis osaleb, siis palun täitke alljärgnevad lahtrid:

Olen nõus, et minu laps(lapse ees- ja perekonnanimi) osaleb matemaatilise testi läbiviimisel.

.....
(lapsevanema allkiri)

.....
(kuupäev)

Lugupidamisega

Kati Justus

justuskati@gmail.com

+372

Protokollivorm

Protokollivorm matemaatilise testi läbiviimiseks

Sissejuhatus õpilasele

Tere!

..... (võib rääkida muust, et luua kontakt) ning siis alustan enda tutvustamist ning räägin testist:

Olen Tartu Ülikooli tudeng ning õpin matemaatika- ja informaatikaõpetajaks. Kirjutan hetkel oma lõputööd, mille teemaks on matemaatilise testi koostamine 4. klassi õpilastele arvutamiskuste väljaselgitamiseks. Palun Sinu abi matemaatilise testi ülesannete sobivuse kindlakstegemisel ning seega palun Sul lahendada antud matemaatilise testi. Olen väga tänulik, et otsustasid osaleda testis ning aidata mind lõputöö valmimisel.

Test koosneb üheksast ülesandest ning ülesannete lahendamiseks on Sul aega 45 minutit. Lahenda ülesandeid nii nagu Sina oled harjunud ning kui Sul tekib küsimus või Sa ei saa mõnest ülesandest või töökäsust aru, siis anna mulle kindlasti kohe teada. Palun lahenda kõik ülesanded ning kui oled töö valmis saanud, siis anna töö minule tagasi.

Protokollimine

Testi lahendamise kuupäev:

Õpilase nimi:

Kool ja klass:

Õpilane alustas testi lahendamist kell _____ ja lõpetas testi lahendamist kell _____.

Kokku kulus testi lahendamiseks aega _____ minutit.

Andmed (kirjutada siia, kui õpilasel tekib raskusi või küsimusi testi ülevalosas olevate andmete täitmise juures ja muud tähelepanekud).

.....
.....

Ülesanne 1: Kirjuta numbritega järgmised arvud: (panna kirja kui õpilasel on küsimusi instruktsioonist arusaamisega ja/või tähelepanekud, mida ülesande lahendamisel märkasid).

.....
.....

Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi ja/või raskusi esimese ülesande alatehete juures ning kirja panna, millise tehete juures küsimus või raskus oli (a-c):

.....
.....

Ülesanne 2: Esita arv üheliste, kümneliste, sajaliste ja tuhandeliste summana (panna kirja kui õpilasel on küsimusi instruktsioonist arusaamisega ja/või tähelepanekud, mida ülesande lahendamisel märkasid).

.....
.....

Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi ja/või raskusi teise ülesande alatehete juures ning kirja panna, millise tehte juures küsimus või raskus oli (a-c):

.....
.....
Ülesanne 3: Kirjuta punktiirile eelnev ja järgnev arv (panna kirja kui õpilasel on küsimusi instruksioonist arusaamisega ja/või tähelepanekud, mis ülesande lahendamisel märkasid).

Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi kolmanda ülesande alatehete juures ning kirja panna, millise tehte juures küsimus või raskus oli (a-c):

.....
.....
Ülesanne 4: Arvuta peast. Kirjuta vastus kasti. Seejärel võrdle vastuseid ning kirjuta punktiirile sobiv märk (>, <, =) (panna kirja kui õpilasel on küsimusi instruksioonist arusaamisega ja/või tähelepanekud, mida ülesande lahendamisel märkasid).

.....
.....
Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi neljanda ülesande alatehete juures (a-e):

.....
.....
Ülesanne 5: Arvuta peast (panna kirja kui õpilasel on küsimusi instruksioonist arusaamisega ja/või tähelepanekud, mida ülesande lahendamisel märkasid).

.....
.....
Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi viienda ülesande alatehete juures, kirja panna, millise alatehte juures tekkis küsimus ning kirja panna, kas õpilasel tekkis küsimusi/muresid tulemuste reastamisega:

.....
.....
Ülesanne 6: Arvuta kirjalikult (panna kirja vajadusel küsimused, mis õpilasel tekkisid; küsimused ja mured antud ülesande juures ning kas õpilasel tekkis raskusi instruksioonist arusaamisega).

.....
.....
Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi kuuenda ülesande alatehete juures (a-d) ning kirja panna, millise alatehte juures tekkis küsimus:

.....
.....
Ülesanne 7: Milline avaldis sobib antud lausega kokku? Tõmba sobivale avaldisele ring ümber ning leia avaldise väärtus (panna kirja vajadusel küsimused, mis õpilasel tekkisid; küsimused ja mured antud ülesande juures ning kas õpilasel tekkis raskusi instruksioonist arusaamisega).

.....
.....
Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi seitsmenda ülesande alatehete juures (a-b) ning kirja panna, millise alatehte juures tekkis küsimus:

Ülesanne 8: Leia a väärtus (panna kirja vajadusel küsimused, mis õpilasel tekkisid; küsimused ja mured antud ülesande juures ning kas õpilasel tekkis raskusi instruktsioonist arusaamisega).

Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi kaheksanda ülesande alatehete juures (a-d) ning kirja panna, millise alatehte juures tekkis küsimus:

Ülesanne 9: Arvuta. Kirjuta välja ka vahetehted. (panna kirja vajadusel küsimused, mis õpilasel tekkisid; küsimused ja mured antud ülesande juures ning kas õpilasel tekkis raskusi instruktsioonist arusaamisega).

Panna kirja kui õpilasel tekib küsimusi või raskusi üheksanda ülesande alatehete juures (a-e) ning kirja panna, millise alatehte juures tekkis küsimus:

Peale testi õpilasega vesteldes saadud lisainformatsioon (mis ülesanne oli kõige keerulisem, milline ülesanne oli kõige lihtsam; milline ülesanne võttis kõige rohkem aega ning milline kõige vähem jms):

Lisa 4

Tabel 9. Testi ülesannete lahendatus ülesannete kaupa

Õpilase kood	ÜL1			ÜL2			ÜL3			ÜL4		ÜL5		ÜL6				ÜL7		ÜL8				ÜL 9				
	ÜL1.1	ÜL1.2	ÜL1.3	ÜL2.1	ÜL2.2	ÜL2.3	ÜL3.1	ÜL3.2	ÜL3.3	ARVUT.	VÕRDL.	ARVUT.	JÄRJEST.	ÜL6.1	ÜL6.2	ÜL6.3	ÜL6.4	ÜL7.1	ÜL7.2	ÜL8.1	ÜL8.2	ÜL8.3	ÜL8.4	ÜL9.1	ÜL9.2	ÜL9.3	ÜL9.4	ÜL9.5
MA1	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MA2	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+
MA3	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
MA4	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ÕR1	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+
ÕR2	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ÕR3	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ÕR4	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-

Märkused. MA - matemaatiliselt andekas õpilane, ÕR – õpiraskustega õpilane matemaatikas. Märk + näitab, kas õpilane lahendas ülesande või alaülesande õigesti ja märk – näitab, et õpilasel oli antud ülesandes või alaülesandes eksimusi, *-õpilane eksis vaid arvutustehtes 7:0. Arvut.-arvutamine, võrdl.-arvude võrdlemine, järjest.-järjestamine.

Lisa 5

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kati Justus,
(sünnikuupäev 14.12.1995)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
„Õpiraskused matemaatikas ja matemaatiliste oskuste testi koostamine tavakooli 4. klassi
õpilaste arvutamiskaskuste väljaselgitamiseks“, mille juhendaja on Triin Kivirähk.

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil,
sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja
lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas
digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 21.05.2018