

Tartu Ülikool
Sotsiaal- ja haridusteaduskond
Haridusteaduste instituut
Klassiõpetaja õppekava

Diana Annast

**KOLMANDA JA KUUENDA KLASSI ÕPILASTE MATEMAATIKATEADMISED
KORDUVÜLESANNETE PÕHJAL JA NENDE SEOS TÄHELEPANU NING
VÕIMEKUSEGA**

Magistriöö

Juhendaja: Anu Palu

Läbiv teema: Matemaatikateadmised 3. ja 6. klassis

KAITSMISELE LUUBATUD

Juhendaja: Anu Palu, PhD

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: Evi Saluveer, MA

.....

(allkiri ja kuupäev)

Tartu 2014

Resümee

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli longituudselt uurida õpilaste matemaatikateadmisi korduvülesannete põhjal 3. ja 6. klassis ning teada saada, kuidas olid need seotud õpilaste tähelepanu ja üldise võimekusega. Uurimuse aluseks on andmed pikemaajalisest uurimusest *Areng üleminekul lasteaiast kooli ja esimeses kolmes klassis – vastastikune integratsioon lapsevanemate, õpetajate ja laste vahel (2008-2011)* ja 2013. aastal kogutud andmeid samade laste kohta 6. klassis. Antud uurimuses osales 237 õpilast.

Antud töö tulemustest selgus, et matemaatikateadmised II kooliastmes ei ole seotud tähelepanuga, kuid on seotud üldise võimekusega. Tulemuste analüüs näitas, et II kooliastmes on õpilastel head protseduurilised teadmised. Probleemülesannete lahendamise oskusest oluliselt paremad on õpilastel mõistelised teadmised. Lisaks selgus, et õpilaste teadmised on pidevas muutumises ja kuuenda klassi lõpuks suureneb oluliselt teadmistelt keskmisel tasemel olevate õpilaste hulk.

Arutelu osas on toodud uurimuse olulisus õpetajatele ja soovitusel järgnevateks uurimusteks.

Märksõnad: *matemaatikateadmised, teadmiste areng, tähelepanu, võimekus.*

Sisukord

Resümee	2
Abstract	4
Sissejuhatus	5
<i>Matemaatikateadmiste kognitiivsed tasemed</i>	6
<i>Õpilaste matemaatikateadmiste areng</i>	7
<i>Enamlevinud vead matemaatikas lähtuvalt uurimustest</i>	8
<i>Matemaatikateadmisi mõjutavaid tegureid</i>	8
<i>Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused</i>	10
Meetod.....	11
<i>Valim ja protseduur</i>	11
<i>Mõõtevahendid</i>	11
<i>Andmetöötamise põhimõtted ja kasutatavad meetodid</i>	12
Tulemused	13
<i>Matemaatikateadmiste muutused 3.-6. klassis erinevatel kognitiivsetel tasemetel</i>	13
<i>Õpilaste matemaatikateadmiste areng erinevates staatusgruppides</i>	14
<i>Vead ülesannete lahendamisel korduvülesannete põhjal</i>	15
<i>Kolmanda ja kuuenda klassi õpilase tähelepanu ja võimekuse seos matemaatiliste teadmiste arenguga</i>	20
Arutelu.....	20
<i>Matemaatikateadmiste muutused 3.- 6. klassis erinevatel kognitiivsetel tasemetel</i>	20
<i>Õpilaste matemaatikateadmiste areng erinevates staatusgruppides</i>	22
<i>Vead ülesannete lahendamisel korduvülesannete põhjal</i>	23
<i>Kolmanda ja kuuenda klassi õpilase tähelepanu ja võimekuse seos matemaatiliste teadmiste arenguga</i>	25
<i>Kokkuvõte</i>	26
Tänuõnad	27
Autorsuse kinnitus.....	27
Kasutatud kirjandus	28

Abstract

Third and sixth grade pupils' mathematical knowledge based on repeated tasks in connection with students attention and overall ability

The aim of this Master's thesis was to study longitudinally students' knowledge of mathematics in forms III and VI, and is based on repeated tasks, to find out how students' knowledge was related to their attention and overall ability.

The study is based on information collected from the framework of a project called „Development in the Transition from Preschool to School and in Three Grades – Triadic Interaction between Parents, Teachers, and Children (2008–2011)“ and the 2013th year of data collected from the same children in the 6th grade. This study involved 237 students.

The results show that the knowledge of math in secondary school is not associated with attention, but is related to the overall ability. Analysis of the results show that the secondary school students have a good procedural knowledge. It was also found that students' knowledge is constantly changing, and at the end of the sixth the number of students on average knowledge level increased.

The discussion includes the importance of the research for teachers and recommendations for the follow-up research.

Keywords: *mathematical knowledge, development of knowledge, attention, ability.*

Sissejuhatus

Riiklik õpitulemuste kontroll ja tasemetööd näitavad, et matemaatikas saadakse teiste ainetega võrreldes halvemaid tulemusi (Lepmann, 2010; Tire, Puksand, Henno & Lepmann, 2010; Riigieksamite statistika, 2013; Üleriigiliste tasemetööde tulemused, 2013), millest võib järeldada, et matemaatika on raske õppeaine. Matemaatikat võib pidada raskeks erinevatel põhjustel seetõttu, et see nõuab õpilaselt keskendumist, järjekindlust ja püsivust, kuid lisaks nendele mõjutavad saadavaid tulemusi veel paljud erinevad tegurid (Cai, s.a.). Sooritust võib mõjutada õpikeskkond, õppevahendid, õpetamisviis, õpetamismeetodid, soolised iseärasused, mälu, planeerimisoskus, tähelepanu, võimekus (Männamaa, Kikas, Peets, & Palu, 2011).

Matemaatika tasemetööd näitavad, et sooritusel on suured erinevused just väga edukate ja väga nõrkade õpilaste vahel, ning võrreldes 3. ja 6. klassi tulemusi, väheneb ka ülesannete lahendamise protsent (Üleriigilise tasemetöö tulemused, 2013). Tasemetööde analüüsist selgub, milliseid ülesannete tüüpe lahendatakse halvasti, kuid eraldi pole tehtud vigade analüüsi. Eestis on küll uuritud õpilaste matemaatikateadmisi, tüüpilisemaid vigu aritmeetika ülesannetes, samuti matemaatikateadmisi mõjutavaid tegureid (Palu & Kikas, 2010; Palu, Suviste & Kikas, 2012), kuid seda siiski pigem I kooliastmes. Õpiraskused matemaatikas ilmnevad aga just II kooliastmes (Anobile, Stievano & Burr, 2013), kus ülesanded muutuvad järjest keerulisemaks, mistõttu on oluline uurida just II kooliastme õpilaste matemaatikateadmisi, hinnates ja analüüsides õpilaste poolt tehtud vigu. Uuringu tulemuste põhjal on võimalik anda soovitusi õppetöö parandamiseks ja õpetuse puudujääkide märkamiseks.

Lisaks välistele teguritele on oluline roll matemaatikateadmiste omandamisel õpilase individuaalsetel iseärasustel (Aunola, Leskinen, Lerkkanen & Nurmi, 2004; Lepmann, 2010, Tire et al., 2010). Matemaatikatumused on seotud üldise võimekusega, kuid ka teiste võimetega nagu näiteks mälu ja tähelepanu (Campos, Almedia, Ferreira, Martinez, & Ramalho, 2012; Stevens & Bavelier, 2011). Eesti õpilaste uurimisel on leitud, et matemaatika õpitulemused ja tähelepanu on omavahel seotud algklassides (Svjatskaja, 2011), kuid sama uuring II kooliastmes puudub. Antud töö eesmärgiks ongi uurida matemaatikateadmiste arengut II kooliastme jooksul ja teada saada, kuidas on matemaatikateadmised seotud tähelepanu ja üldise võimekusega. Töös keskendutakse matemaatikateadmiste muutumisele, lahendatud ülesannete vigadele ning matemaatikasoorituse seostele tähelepanu ja üldise võimekusega.

Matemaatikateadmiste kognitiivsed tasemed

Põhikooli riiklik õppekava (2010), PISA (Programme for International Student Assessment, 2006), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study, 2003) ja erinevad autorid (Ghazali & Zakaria, 2011; Hasselbring et al., 2006; National Assessment of Educational Progress, 2003; Samuelsson, 2010) jaotavad matemaatikateadmised tunnetuslike ehk kognitiivsete erinevuste alusel tasemeteks, jättes kõrvale aine sisu. Nimetatud uurimustes jaotati matemaatikateadmised kognitiivseteks tasemeteks erinevalt, kuid sisult sarnaselt. Nii näiteks jaotati TIMSS (2003) uuringus matemaatikateadmised nelja tunnetuslikku tasemesse: 1) faktide ja protseduuride teadmine, 2) mõistete kasutamine, 3) harjumuspäraste ülesannete lahendamine, 4) arutlemine. TIMSS (2007) uuringus aga kolmeks: 1) teadmine, 2) rakendamine ja 3) arutlemine (Martin, Mullis & Foy, 2008). Käesolevas töös vaadeldakse matemaatikateadmisi kolmel kognitiivsel tasemel, mis on sarnane eelmisega, kuid nimetatud järgmiselt: protseduurilised teadmised, mõistelised teadmised ja probleemide lahendamine.

Protseduuriline teadmine tähendab õpilase võimet sooritada lihtsamaid operatsioone ilma lisamaterjalideta, leida ülesande lahendamiseks sobivaim tegevuskava ja seda ka rakendada (Samuelsson, 2010). Sellistes ülesannetes ei ole vaja luua seoseid, vaid õpitud toiminguid meenutada (National Assessment of Educational Progress, 2003; Samuelsson, 2010). Antud uuringus oli vaja protseduurilisi teadmisi ülesannetes, kus tuli sooritada lihtsamaid aritmeetika tehteid, kasutades ka tehete järjekorra reeglit.

Mõisteline arusaamine ei tähenda üksnes faktide ja kasutatavate meetodite teadmist, vaid matemaatiliste operatsioonide ja suhete hõlmamist laiemalt, ning eeldab võimekust oma teadmisi rakendada (Ghazali & Zakaria, 2011; Samuelsson, 2010). Tuleb tunda mõisteid, osata võrrelda, rakendada, kategoriseerida, kasutada ja seostada mudeleid ja diagramme (National Assessment of Educational Progress, 2003; Samuelsson, 2010). Antud uuringus olid mõistelise arusaamise ülesanneteks lihtsamad tekstülesanded, kus tuli ise koostada avaldis või leida tekstile sobivaimad avaldised.

Probleemide lahendamise oskus hõlmab endas oskusi siduda oma teadmisi uute situatsioonidega, arutleda, seostada, sünteesida teadmisi, püstitada probleeme, leida lahendusstrateegiaid, analüüsida tulemusi ja neid ka kontrollida (National Assessment of Educational Progress, 2003; Freiman, 2006; Samuelsson, 2010). Probleemülesannete hulka kuuluvad ülesanded, kus ei ole ühtset lahendusstrateegiat, vaid õpilane peab loogiliselt mõtlema. Selleks, et probleemülesandeid lahendada peab õpilane olema motiveeritud ja huvituma situatsioonist, mille lahendamine on talle väljakutseks (Freiman, 2006). Õpilasele

on probleemülesande lahendamine aga väljakutseks siis, kui see on uudne, eluline ja õpetlik (Dole, Wright & Zevenbergen, 2004). Antud uuringus kasutati ülesannet, mis eeldas mõistete ja võtmesõnade teadmist, seoste loomist ning arvutustehete sooritamist.

Õpilaste matemaatikateadmiste areng

Matemaatikateadmiste areng sõltub suuresti sellest, mida õpetajad teevad või võiksid teha selleks, et arendada õpilaste matemaatilisi teadmisi. Tänapäeva ühiskond seab nii õpetajatele kui õpilastele kõrged nõudmised. Igapäevaelus esinevad probleemid on sageli seotud matemaatikaga, mistõttu on õpetajate ülesandeks matemaatilise mõtlemise arendamine, et õpilane oleks võimeline ja harjuks lahendada selliseid probleeme nii koolis kui väljaspool kooli. See, kuidas õpilased tajuvad matemaatikat sõltub sellest, kui tihti kogevad nad selle olulisust igapäevaelus. Matemaatiliste võimete arendamiseks ei piisa üksnes meelde jätmisest ja lihtsamate protsesside selgeks õppimisest (Aunola et al. 2004; Freiman, 2006). Selleks, et õpilase teadmisi arendada on vaja teada, milliseid strateegiaid õpilased ülesannete lahendamiseks kasutavad ja miks ning millised vigu teevad. Neid strateegiaid ja vigu analüüsid on võimalik näha õpetuse puudujääke ning parandada või muuta õpetamismeetodeid. Heaks võimaluseks siin on arutelud nii paaristööna kui suuremates gruppides. Arutelud annavad õpilasele võimaluse uurida ja analüüsida tulemusi ning läbi selle arendada oma matemaatilist mõtlemist.

Uuringud (National Center for Education Statistics, 2003) on näidanud, et suur osa teise ja kolmanda kooliastme õpilastest ei ole matemaatikas kompetentsed. Aastatega on küll tulemused paranenud, kuid endiselt on suur hulk õpilasi, kes oma sooritustelt on matemaatiliste teadmiste madalaimal tasemel ka II ja III kooliastmes. Puudulikud teadmised süvenevad üha enam ning vahe edukate ja edutute õpilaste vahel aina kasvab (Hasselbring et al., 2006). Sellest tulenevalt teame, et juba esimestel kooliaastatel arenevad klassides nõrgemad grupid, kellel on tekkinud õpiraskused erinevatel põhjustel (Aunola et al. 2004). Jagades õpilased teadmiste alusel gruppidesse on võimalik vaadelda nende teadmiste arengut. Varasemad uuringud (Afanasjev & Palu, 2005, 2006; Palu, Afanasjev & Vojevodova, 2007) Eesti õpilastega on näidanud, et muutused teadmistes on seda suuremad, mida madalama ja seda stabiilsemad, mida vanema klassiga on tegemist. Tekkinud probleemide põhjusi võib olla erinevaid, kuid siin on õpetaja ülesandeks arvestada õpilaste individuaalseid iseärasusi ja anda õpilastele jõukohaseid ülesandeid, et õpilane saaks tunda eduelamust (Afanasjev & Palu, 2005; Aunola et al. 2004; Freiman, 2006).

Enamlevinud vead matemaatikas lähtuvalt uurimustest

Matemaatikaülesannete lahendamisel tekkivate vigade põhjusi võib olla mitmeid. Vead võivad tekkida ülesande lahendamise erinevates etappides: 1) ülesande sisulises mõistmises, mis baseerub kognitiivsetele ja lingvistilistele võimetele; 2) lahendamiseks vajaliku strateegia leidmisel, mis eeldab ülesande matemaatilise representatsiooni loomist; 3) valitud strateegia rakendamisel, vajalike tehete sooritamisel (Polya, 2001). Näeme, et ülesande edukaks lahendamiseks on vaja nii protseduurilisi kui mõistelisi teadmisi. Kui õpilasel on puudulikud faktiteadmised või/ja õpitud mõisted, siis ei jõua ta sageli õige lahenduseni. Kuna matemaatiliste teadmiste tasemed on omavahel seotud, siis selleks, et osata lahendada probleemülesandeid, on vajalikud nii head protseduurilised kui mõistelised teadmised (Aunola et al., 2004; Ghazali & Zakaria, 2011; Rittle-Johnson, Siegler & Alibali, 2001; Samuelsson, 2010). Puudujääkide hindamiseks ja arengu jälgimiseks tuleks õpilasel lasta lahendada erineva taseme ülesandeid ja analüüsida õpilase poolt tehtud vigu.

Matemaatikaülesannetes tehtud vigu võib vaadelda ka sisust lähtuvalt. Arvutamisel tehtavad vead on sageli seletatavad puudulikest teadmistest. Raskused liitmisel ja lahutamisel kümnendsüsteemis ilmnevad sageli ühelt järgult teisele üle minnes, sest pole aru saadud arvukoostisest (Geary, 2006, Ryan & Williams, 2007).

Erinevad uuringud näitavad, et õpilastele osutub kõige raskemaks tekstülesannete lahendamine (TIMSS, 2003; Lepmann, 2010), sest need sisaldavad mitmekülgset informatsiooni, mis nõuavad tekstist arusaamist ja on sageli mitme etapilised. Tüüpilisemad vead tekivadki sellest, et teksti ei ole mõistetud, vaid kasutatud on olemasolevaid arve ülesande lahendamiseks või keskendutud ebaolulisele. Tehtud vigade analüüsimine aitab meil kindlaks määrata, millises ülesande lahendamise etapis on eksitud (Pedaste & Sarapuu, 2010). Vead rutiinsetes tekstülesannetes võivad tekkida lohakusest või puudulikust funktsionaalsest lugemisoskusest, mistõttu ei saada loetust aru, ega mõisteta tervikut või ei saada aru võtmesõnadest. Sageli tekitab vigu just võtmesõnade „korda“, „võrra“, „vähem“, „rohkem“ väärsti mõistmine või tähenduse puudumine (Palu & Kikas, 2010). Vead probleemülesannetes on aga oluliselt erinevad rutiinsetest tekstülesannetest, kus tuleb leida lahendusstrateegia, seda kasutada ja kontrollida saadud tulemust tundmatu ülesande korral.

Matemaatikateadmisi mõjutavaid tegureid

Rahvusvahelised uuringud (PISA 2006; TIMSS, 2003) näitavad, et keskmiste tulemuste pingereas on Eesti õpilastel suhteliselt hea positsioon, kuid seda üksnes madalamal

tunnetuslikul tasemel st mida kõrgemal tunnetuslikul tasemel ülesanded, seda madalam on Eesti positsioon. Sellised tulemused näitavad, et paremini on lahendatud ülesanded, mis nõuavad faktilisi teadmisi ja arvutamisoskust, mitte probleemülesanded, kus tuleb ülesande lahendamiseks kasutada kõiki kolme kognitiivset taset (Lepmann, 2010; Tire et al., 2010). Kognitiivsete tasemete arengul on oluline roll ka õpilase individuaalsetel iseärasustel. Oskus planeerida, tuletada meelde õpitud, suunata tähelepanu olulisele, kasutada oma võimeid, on vajalikud kognitiivsete tasemete arenguks. Mida paremal tasemel on meie oskused, seda kergem on lahendada kõrgemaid kognitiivseid teadmisi eeldavaid ülesandeid (Campos et al., 2012; Fuchs et al., 2006).

Kooliedukust seostatakse sageli üldise ja keelelise võimekusega (Aru, 2003). Olulised on ka sotsiaalsed oskused, motiveeritus, oskus infot töödelda, meenutada jne. Meie kogemuste aluseks on mälu, mis seisneb teadmiste, kogemuste ning oskuste meeldejätmises, säilitamises ja taastamises (Bachmann & Maruste, 2001; Kidron, 2001). Info püsimine mälus, täpsemalt lühimälu sõltub infole pööratud tähelepanust. Vastupidiselt töömälule, mis vastutab osaliselt info tõlgendamise ja edastamise eest püsivalt st kontrollib protseduuride õigsust ja pikaajalisest mälust, mis peab meeles matemaatiliste toimingute täitmist, on lühimälu maht üksnes seitse pluss-miinus kaks omavahel seostamata ja mõtestamata ühikut (Bachmann & Maruste, 2001; Campos et al., 2012; Dowker, 2004; Kidron, 2001), mistõttu on õppimisel äärmiselt oluline luua seoseid ja osata oma tegevust planeerida.

Oskus eristada olulist ebaolulisest aitab meil infot kauem meeles pidada. Selleks, et tunda ära oluline, tuleb osata lugeda juhiseid ja töökäsku. Puudujäägid nimetatud oskuses viitavad nõrgale planeerimisoskusele, mille abil me suuname oma käitumist ja tähelepanu. Planeerimisoskus on eriti oluline just probleemülesannete lahendamisel, kus tuleb teksti mõista ja meelde jätta (Kikas, 2010). Hea planeerimisoskus sõltub meie käitumisest (püsivusest, järjekindlusest, keskendumisoskusest), kuid ka tähelepanust.

Õppimisel on tähelepanul oluline roll, mis aitab meil kohaneda ja mõista välismaailma. Meie teadlik taju sõltub tähelepanust, mille abil selekteeritakse tajutav (Kikas, 2005; Stevens & Bavelier, 2011). Keskendumisraskused ja tähelepanu hajuvus takistavad õpitu meelde jätmist, mis tähendab, et erinevused tähelepanumahus mõjutavad ka meie üldist andekust (Cowan et al., 2005; Kidron, 2001). Tähelepanu on õppimise eelduseks ja peamiseks motivatsiooniks ning juhtimise elemendiks klassiruumis. Tõhus tähelepanuvõime tähendab, et me suudame kiiresti kindlaks teha ja keskenduda kõige tähtsamale elemendile keerulises keskkonnas, säilitada oma tähelepanu fookuses ja samal ajal sellega seotud informatsiooni

otsida, seejuures teisi stiimuleid ignoreerida ning suunata tähelepanu kiiresti, kui saabub uut olulist teavet (Cowan et al., 2005). Õpilase taju ja tähelepanu on võimalik arendada õppides ja korrates, kasutades seejuures mitut meelesüsteemi (Kikas, 2010). Mitme meelesüsteemi kaudu saadud info püsib ka kauem meeles.

Toetudes eelnevale võib öelda, et õppimisel on oluline roll nii üldisel võimekusel, lühimälul, tajul, seoste loomise oskusel kui ka tähelepanul, mis mõjutavad otseselt matemaatiliste terminite omandamist ja teksti mõistmist. On teada, et matemaatika õpitulemused on seotud kognitiivsete ehk tunnetuslike võimetega (Dowker, 2004; Ghazali & Zakaria, 2011; Kolk, Ennok & Jaani, 2005; Rittle-Johnson, Siegler & Alibali, 2001). Uuringud näitavad, et matemaatiliste teadmiste arendamisel on olulisel kohal tähelepanu ja võimekus (Raghubar, 2009). Eestis on leitud kinnitus sellele, et planeerimisoskus, tähelepanu ja mälu on seotud matemaatika õpitulemustega I kooliastmes (Männamaa et al., 2011; Svjatskaja, 2011), kuid pole uuritud nimetatud seoseid II kooliastmes.

Uurimuse eesmärk ja uurimisküsimused

Matemaatika tasemetööde (2013) tulemused näitavad, et hindele „4“ ja „5“ kirjutasid kolmandas klassis oma töö 81,5%, kuid kuuendas klassis üksnes 37,3% õpilastest. Tasemetöö ebaõnnestus 2,4% kolmanda klassi ja 25,6% kuuenda klassi õpilastest. Mis põhjustab matemaatika tasemetöö mittesooritajate nii suure muutuse, pole selgelt teada. Vastavad uuringut II kooliastmes puuduvad.

Käesoleva uurimistöö eesmärk on võrrelda 3. ja 6. klassi õpilaste matemaatikateadmisi kolmel kognitiivsel tasemel ja vaadelda nende muutumist ning tuua välja tüüpilisemad vead mõlemas klassis. Lisaks soovitakse välja selgitada, millised on matemaatikateadmiste seosed üldise võimekuse ja tähelepanuga.

Eelnevale toetudes püstitati eesmärgi saavutamiseks järgmised uurimisküsimused:

1. Millised on muutused õpilaste matemaatika teadmistes korduvülesannete põhjal ja mil määral nad erinevad 3. ja 6. klassis?
2. Millised on muutused erinevate staatusrühmade õpilaste matemaatikateadmistes?
3. Millised on enamlevinud vead 3. ja 6. klassi õpilaste matemaatika korduvülesannete vastustes?
4. Kuidas ja mil määral on seotud õpilase tähelepanu ja üldine võimekus tema matemaatiliste teadmiste arenguga?

Meetod

Valim ja protseduur

Magistritöös kasutatakse andmeid pikemaajalisest uurimusest *Areng üleminekul lasteaiast kooli ja esimeses kolmes klassis – vastastikune integratsioon lapsevanemate, õpetajate ja laste vahel (2008-2011)* ja 2013. aastal kogutud andmeid samade laste kohta kuuendas klassis.

Antud töös analüüsitakse õpilaste tulemusi, kes sooritasid matemaatikateadmiste ja võimekuse testi nii kolmandas kui kuuendas klassis ning tähelepanu testi kuuendas klassis. Õpilaste valimi moodustavad 237 õpilast, kellest poisse oli 124 (52,3 %) ja tüdrukuid 113 (47,7%). Kokku oli õpilasi 23 koolist üle Eesti. Õpilaste testimine toimus kirjalikult tundide ajal. Matemaatikateadmiste teste viisid läbi õpetajad, kes teste ise ei hinnanud. Võimekuse ja tähelepanu teste viisid läbi uurijad õppetundide ajal.

Mõõtevahendid

Mõõtvahenditeks olid erinevad testid: matemaatikateadmiste test, tähelepanu test ja võimekuse test.

Õpilaste matemaatikateadmisi mõõdeti testiga, mille koostas Anu Palu. Matemaatikateadmiste testi aluseks võeti põhikooli riiklik õppekava (2004). Ülesanded jagunesid kognitiivsete valdkondade järgi kolmeks: fakti- ja protseduurilised teadmised (arvutamisoskus), teadmiste rakendamine (teisendused ja tehete järjekorra rakendamine) ja arutlemisoskus (tekstülesannete lahendamine). Lahendusi hinnati dihhotoomselt, kus vale vastus või vastuseta jätmine andis 0 punkti ja õige vastus andis 1 punkti. Vigu analüüsiti valede vastuste põhjal.

Kolmanda klassi testis oli 13 ülesannet 36 alaülesandega. Protseduuriliste teadmiste ülesannetes tuli õpilastel 100-piires liita, lahutada, korrutada ja jagada või arvutada lihtsama avaldise väärtus. Faktiteadmiste ülesannetes pidid õpilased järjestama arve ja tundma geomeetrilisi kujundeid. Rakendamise ülesannetes tuli õpilasel koostada või leida sobivaim avaldis ja teisendada ajaühikuid. Arutlemise ülesannetes tuli õpilasel kirjutada antud arvudega võrdusi, lahendada võrdusseoste ja mõõtühikutega ülesandeid.

Kuuenda klassi test oli põhiliselt kordustest, kus kuut ülesannet (alaülesannetega kokku 16) olid õpilased lahendanud ka kolmandas klassis. Lisatud oli üks uus sõnaline ülesanne, mis kontrollis arutlemisoskust.

Antud uurimuses vaadeldakse ainult neid ülesandeid, mida lahendati nii kolmandas kui kuuendas klassis (vt Lisa). Selliseid korduvülesandeid oli 6, koos alaülesannetega 16. Korduvülesanded jagunesid kognitiivsete valdkondade järgi: protseduuride tundmine (2 ülesannet; korduvülesanded 1 ja 2), teadmiste rakendamine (3 ülesannet; korduvülesanded 3, 4 ja 5) ja arutlemine (1 ülesanne; korduvülesanne 6).

Tähelepanu test viidi läbi kuuendas klassis. Test koosnes kümnest ülesandest. Testis olid ülesanded, kus tuli ette antud reegleid järgides leida lühim tee kahe punkti vahel, järjestada pilte, tunda ära osaliselt kaetud piltidel olevaid esemeid, leida tähekujusid ja puuduvaid pilte ketist. Tähelepanu testi kuulusid lisaks veel kaks ülesannet, mida tuli lahendada piiratud ajaga. Tähekombinatsioonide ja nägude leidmise ülesannetes oli õpilastel lahenduste leidmiseks aega 30 sekundit. Antud töös kasutatakse ainult testi üldskoori.

Üldise võimekuse hindamiseks viidi läbi pildilise intelligentsuse testi ehk Raveni testi D-osa, mis koosnes 12 ülesandest, kus tuli leida seaduspärasusi või järgnevusi ette antud piltidel olevate kujundite põhjal, märkides ära pildil puuduv osa. Raveni test on üldtuntud intelligentsustest, kus kasutatakse intelligentsuse mõõtmiseks pilte ja valikvastuseid. Vastaja ülesandeks on märkida ära vastustevariantide seast õige, millega tekiks terviklik mustri pilt. Antud töös kasutatakse ainult testi üldskoori.

Andmetöötamise põhimõtted ja kasutatavad meetodid

Andmete töötlemisel kasutati statistikaprogrammi SPSS ja tabelarvutusprogrammi MS Excel. MS Excel tabelitöötlusprogrammis korrastas töö autor andmed ja selekteeris välja magistr töö uurimusküsimuste jaoks olulised andmed. Antud uurimistöös töödeldi kogutud õpilaste andmeid kvantitatiivsete andmeanalüüsimeetoditega, kus on kasutatud kirjeldava statistika näitajatest aritmeetilist keskmist (M), standardhälvet (SD), minimaalset ja maksimaalset tulemust. Kirjeldava statistika tegemiseks kasutati T-testi, seoste kontrollimiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonimaatriksit ja dispersioonanalüüsi ANOVA. Statistiliselt oluliseks loeti tulemused usaldusnivool $p < 0,05$.

Tulemused

Matemaatikateadmiste muutused 3.-6. klassis erinevatel kognitiivsetel tasemetel

Magistritöö esimeseks uurimisküsimuseks oli, millised on muutused matemaatika teadmistes korduvülesannete põhjal ja mil määral nad erinevad 3. ja 6. klassis. Selleks leiti keskmised tulemused erinevatel ülesannete gruppide lahendamisel. Selgus, et võrreldes mõistelise arusaamise ja probleemülesannete lahendamise oskusega on nii kolmandas kui kuuendas klassis õpilastel head protseduurilised teadmised (Tabel 1).

Tabel 1. Aine sisu järgi jaotatud ülesannete gruppide lahendatavus

	3. klassis		6. klassis		Keskmise tulemuse muutus
	M	SD	M	SD	
Protseduurilised teadmised	0,74	0,19	0,82	0,19	0,08
Mõisteline arusaamine	0,59	0,25	0,78	0,21	0,19
Probleemi lahendamine	0,38	0,49	0,44	0,50	0,12
Kõik ülesanded	0,65	0,18	0,76	0,18	0,11

Paariti võrdluse test näitas, et protseduurilisi teadmisi ja mõistelist arusaamist eeldavate ülesannete lahendatus on kolmandas ja kuuendas klassis oluliselt erinev ($p < 0,05$), kuid probleemülesannete lahendamine mitte ($p > 0,05$).

Korduvülesannetest lahendati kõige paremini lihtsamaid arvutusülesandeid ($14 \cdot 5$ ja $36 : 3$). Korrutamisyülesanne lahendati kõige paremini kolmandas ja jagamisyülesanne kuuendas klassis.

Kõikidest korduvülesannetest kõige halvemini nii kolmandas kui kuuendas klassis oli lahendatud probleemülesanne (vt Lisa, ül. 6). Probleemülesande lahendamise juures osutusid lihtsaks arvutustehted, kuid vead tekkisid pigem võtmesõnade väärsti mõistmisest.

Õpilaste matemaatikateadmiste areng erinevates staatusgruppides

Teiseks uurimisülesandeks oli võrrelda erinevate staatusrühmade õpilaste matemaatikateadmiste muutusi. Selleks jaotati õpilased staatusgruppidesse vastava testi keskmiste tulemuste kvartiilide järgi (Tabel 2).

Tabel 2. *Õpilaste jaotumine staatusgruppidesse*

Staatusgrupp	6. klass		3. klass	
	Sagedus	Protsent	Sagedus	Protsent
Nõrgad	62	26,2 %	76	32,1 %
Nõrgapoolsed	99	41,8 %	60	25,3 %
Tugevapoolsed	34	14,3 %	29	12,2 %
Tugevad	42	17,7 %	72	30,4 %
Kokku	237	100%	237	100%

Kui kolmandas klassis kuulus tugevate gruppi 72 õpilast (30,4%), siis kuuendas klassis kuulus sinna gruppi üksnes 42 õpilast (17,7%). Nõrkade gruppi kuulus kolmandas klassis 76 õpilast (32,1 %), kuid kuuendas klassis 62 õpilast (26,2 %). Ükski staatusgrupp ei püsinud kolme aasta jooksul muutumatuna. Oluline on märkida, et nii nõrkade kui tugevate grupi suurus muutus väiksemaks. Kuuendas klassis oli nõrkade grupis 14 õpilast vähem kui kolmandas klassis, tugevate õpilaste grupi suurus muutus 30 õpilase võrra (Tabel 2). Kuuendas klassis suurenes pigem keskmisel tasemel (nõrgapoolsed ja tugevapoolsed) olevate õpilaste hulk.

Uurimaks individuaalselt õpilaste liikumist staatusgruppides tähistati grupid numbritega: 1 – nõrk, 2 – nõrgapoolne, 3 – tugevapoolne, 4 – tugev, et vaadelda õpilaste liikumist (Tabel 3). Oma tulemust parandas 66 õpilast sh 43 õpilast, liikudes nõrgast grupist tugevate gruppi (5), tugevapoolsesse gruppi (3) või nõrgapoolsesse gruppi (35). Tulemus jäi samaks 89 õpilasel, kes olid nii kolmandas kui kuuendas klassis nõrkade (33), nõrgapoolsete (27), tugevapoolsete (6) või tugevate (23) grupis st nende staatusgrupp ei muutunud. Tulemus halvenes 82 õpilasel sh 49 õpilast, kes liikusid tugevast grupist tugevapoolsesse (16), nõrgapoolsesse (23) või nõrka gruppi (10).

Tabel 3. Õpilaste liikumine staatusgruppides

3. ja 6. kl grupi kood koos	Õpilaste	
	sagedus	%
13 (3.kl nõrk-6.kl tugevapoolne)	3	1,3
31 (3.kl tugevapoolne-6.kl nõrk)	4	1,7
14 (3.kl nõrk-6.kl tugev)	5	2,1
34 (3.kl tugevapoolne-6.kl tugev)	5	2,1
33 (3.kl tugevapoolne-6.kl tugevpoolne)	6	2,5
23 (3.kl nõrgapoolne-6.kl tugevpoolne)	9	3,8
24 (3.kl nõrgapoolne-6.kl tugev)	9	3,8
41 (3.kl tugev-6.kl nõrk)	10	4,2
32 (3.kl tugevapoolne-6.kl nõrgapoolne)	14	5,9
21 (3.kl nõrgapoolne-6.kl nõrk)	15	6,3
43 (3.kl tugev-6.kl tugevapoolne)	16	6,8
42 (3.kl tugev-6.kl nõrgapoolne)	23	9,7
44 (3.kl tugev-6.kl tugev)	23	9,7
22 (3.kl nõrgapoolne-6.kl nõrgapoolne)	27	11,4
11 (3.kl nõrk-6.kl nõrk)	33	13,9
12 (3.kl nõrk-6.kl nõrgapoolne)	35	14,8
Kokku	237	100,0

Siinkohal on oluline märkida, et 13,9 % õpilastest jäid kolme aasta möödudes endiselt nõrkade gruppi. Veel on huvitav, et 2,1 % õpilastest liikus nõrgast grupist tugevasse ja 4,2 % tugevast grupist nõrka gruppi.

Vead ülesannete lahendamisel korduvülesannete põhjal

Kolmas uurimisküsimus oli, millised on enamlevinud vead 3. ja 6. klassi õpilaste matemaatikaülesannete lahendustes. Selleks leiti valede vastuste sagedused ja analüüsiti, kuidas võis vale vastus tekkida. Tabelis 4 on esitatud ühetehteliste arvutusülesannete väärvastused. Nii kolmandas kui kuuendas klassis lahendati kõige halvemini esimest ja teist ülesannet, kus väärade lahenduste hulk vähenes, kuid antud tehted osutusid ka korduvlahendamisel teistest tehetest keerukamateks. Esimese ülesande enamlevinud väärvastuseks oli 36, mis tähendab, et suuremast ühelisest on lahutatud väiksem. Kümneliste

lahutamisel on aga 6-st lahutatud 3, kus ilmselt on kasutatud ümardamist. Teise alaulesande enamlevinud väärvastust vaadeldes on näha, et omavahel on korrutatud seitsmed ja unustatud juurde liita veel üks seitse.

Tabel 4. Ühetehteliste arvutusülesannete enamlevinud väärvastused.

Ülesanne	Vastus	Õpilaste arv %	Õpilaste arv %
		3. klassis	6. klassis
63 – 29	36	3,4	3,8
	32	< 2,0	2,5
	24	3,0	< 2,0
	Jäetud vastuseeta	0,4	3,0
	Valesid vastuseid kokku	17,3	12,2
8 · 7	49	2,5	0,0
	54	2,1	3,0
	57	< 2,0	< 2,0
	Jäetud vastuseeta	2,5	3,0
	Valesid vastuseid kokku	15,2	8,4
14 · 5	60	5,5	3,0
	90	< 2,0	< 2,0
	80	< 2,0	0,0
	Jäetud vastuseeta	0,8	2,5
	Valesid vastuseid kokku	14,8	7,2
36 : 3	13	< 2,0	3,4
	5	0,0	< 2,0
	9	5,9	< 2,0
	Jäetud vastuseeta	3,0	3,0
	Valesid vastuseid kokku	14,3	5,0

Märkused. < 2,0 - viga esines vähem kui 2%.

Tabelis 5 on esitatud mitmetehteliste arvutusülesannete väärvastused. Selgus, et esimese ülesande korduvlahendamisel on lahendatuse protsent vähenenud ja teisel suurenenud. Esimeses ülesandes on vähem erinevaid väärilahendusi, kuid ülekaalukalt on esile tõusnud väärilahendus, mille tulemusena on avaldise väärtuseks saadud 24, kus enne on

liidetud ja saadud vastus lahutatud 64-st. Teisele ülesandele sai kuuendas 8 % ja kolmandas 13,9 % õpilastest vastuseks 9, mis oli samuti mõlemas klassis antud enamlevinud väärvastus, kus enne on lahutatud ja saadud vastus jagatud 3-ga.

Tabel 5. *Mitmetehteliste arvutusülesannete väärvastused.*

Ülesanne	Vastus	Õpilaste arv %	Õpilaste arv %
		3. klassis	6. klassis
64 – 26 + 14	24	17,3	31,6
	42	3,4	< 2,0
	62	< 2,0	< 2,0
	Jäetud vastuseta	2,1	3,0
	Valesid vastuseid kokku	31,7	40,9
42 – 15 : 3	9	13,9	8,0
	38	< 2,0	2,1
	39	< 2,0	2,1
	Jäetud vastuseta	1,3	3,8
	Valesid vastuseid kokku	19,4	16,0

Märkused. < 2,0 - viga esines vähem kui 2%.

Tabelis 6 on esitatud teisendust nõudvate arvutusülesannete lahendamisel saadud väärvastused. Esimeses ülesandes tuli õpilasel leida vastus minutites ja teises ülesandes võis õpilane ise otsustada, kuidas vastuse annab. Ülesannete lahendamiseks oli vaja teada ajaühikuid ja osata sooritada tehteid nimega arvudega. Keerukamaks osutus siin teine ülesanne, kus liideti ajaühikuid kümnend-, mitte kuuekümnendsüsteemis, ja saadi vastuseks 2 tundi. Kolmandas klassis suutis nimetatud alaülesande ära lahendada alla 50 % õpilastest ja kuuendas klassis oli endiselt veel 25,3 % õpilasi, kes lahendasid ülesande valesti või ei andnud vastust. Esimese ülesande enamlevinud väärvastuseks oli 60 minutit, 60 sekundit on teisendatud kümneks minutiks ja lahutatud 70-st minutist.

Tabel 6. Teisendust nõudvate arvutusülesannete enamlevinud väärvastused.

Ülesanne	Vastus	Õpilaste arv %	Õpilaste arv %
		3. klassis	6. klassis
70 min – 60 s	60 min	10,1	2,1
	10 min	9,7	< 2,0
	1 min	< 2,0	0,0
	Jäetud vastuseeta	2,5	3,8
	Valesid vastuseid kokku	28,7	8,0
1 h 50 min + 50 min	2 h	32,5	8,0
	1 h	3,8	6,3
	1 h 100 min	3,5	< 2,0
	Jäetud vastuseeta	3,0	3,4
	Valesid vastuseid kokku	47,6	21,9

Märkused. < 2,0 - viga esines vähem kui 2%.

Mõistelist arusaamist kontrolliti kahe tekstülesandega. Üks neist oli valikvastustega õigete avaldiste leidmiseks, teine aga ühetehteline rutiinne tekstülesanne. Valikvastustega ülesande (vt Lisa, ül. 5) lahendas kolmandas klassis veatult 18 % ja kuuendas klassis 38 % õpilastest. Ülesande tegi keerulisemaks asjaolu, et esitatud kuuest vastusevariandist tuli valida mitu õiget vastusevarianti. Antud ülesandes oli eksimise võimalus väga suur, mida näitavad ka lahenduste protsendid. Vastusevariantide valimine eeldas seoste loomist ja tehete järjekorra ning mõistete tundmist.

Ühetehtelise tekstülesande (vt Lisa, ül. 4) lahendas kuuendas klassis õigesti 92 % ja kolmandas klassis 78,1 % õpilastest. Tabelis 7 on esitatud selle ülesande lahendamisel saadud väärvastused. Antud ülesande enamlevinud väärvastuseks kolmandas klassis oli 3, mis tähendab, et 18 õhupalli oli jagatud punaste õhupallide arvuga. Teiseks väärvastuseks oli 8, mis tähendab, et 18 õhupallist oli lahutatud kümme last. Märkimisväärne antud ülesannete lahendustes lisaks kuuendas klassis olnud kõrgele lahendatuse protsendile on ka ülesande vastuseeta jätnud õpilaste protsent (3,4 %).

Tabel 7. Ühetehtelise tekstülesande enamlevinud väärvastused.

Ülesanne	Vastus	Õpilaste arv %	Õpilaste arv %
		3. klassis	6. klassis
<i>Kümme last ostsid 18</i>	3	4,6	< 2,0
<i>õhupalli. Kuus õhupalli</i> <i>olid punased ja</i>	8	2,5	< 2,0
<i>ülejääänud sinised. Mitu</i> <i>sinist õhupalli lapsed</i> <i>ostsid?</i>	28	< 2,0	0,0
	Jäetud vastusega	0,8	3,4
	Valesid vastuseid kokku	21,1	4,6

Märkused. < 2,0 - viga esines vähem kui 2%.

Probleemi lahendamist kontrolliti mitterutiinse tekstülesandega, milles oli uudsem situatsioon mõistete rakendamiseks (vt Lisa, ül. 6). Selles ülesandes tuli kirjutada arv vastavalt ette antud arvu järkudele. Ülesande lahendamiseks oli vajalik arvu järgu, vähem, rohkem, võrra ja korda mõiste tundmine ning arvutamisoskus. Lahendustes anti palju erinevaid vastuseid (Tabel 8). Ülesande lahendas veatult 38,4 % kolmanda ja 44,3 % kuuenda klassi õpilastest.

Tabel 8. Probleemülesande enamlevinud väärvastused.

Ülesanne	Vastus	Õpilaste arv %	Õpilaste arv %
		3. klassis	6. klassis
<i>Kirjuta arv, milles</i>	486	25,3	13,5
<i>ühelisi on 6, kümnelisi</i> <i>2 võrra rohkem ja</i>	684	3,8	2,1
<i>sajalisi 2 korda</i> <i>vähem kui ühelisi.</i>	426	2,5	4,6
	Jäetud vastusega	0,0	14,8
	Valesid vastuseid kokku	61,6	40,9

Kolmanda ja kuuenda klassi õpilase tähelepanu ja võimekuse seos matemaatiliste teadmiste arenguga

Neljas uurimisküsimus oli, kuidas ja mil määral on seotud õpilase tähelepanu ja tema võimekus matemaatiliste teadmiste arenguga. Selleks arvutati Pearsoni korrelatsiooni kordajad, millest selgus, et kuuendas klassis on keskmise tugevusega positiivne seos matemaatikateadmiste ja võimekuse vahel ($r = 0,39$; $p < 0,01$), kuid seost matemaatikateadmiste ja tähelepanu vahel ei ole. Kolmandas klassis on võimekuse ja matemaatikateadmiste vahel samuti keskmise tugevusega positiivne seos ($r = 0,31$; $p < 0,01$). Lisaks selgus, et üldine võimekus on rohkem seotud protseduuriliste teadmiste ($r = 0,34$; $p < 0,01$) ja mõistelise arusaamisega ($r = 0,27$; $p < 0,01$), mitte niivõrd probleemi lahendamise

ga. Täpsema ülevaate saamiseks vaadeldi lähemalt stabiilselt nõrkade ja tugevast grupist nõrka gruppi liikunud õpilaste võimekuse ja tähelepanu testi tulemusi. Selgus, et stabiilselt nõrkade rühmas olnud õpilaste nii kolmanda kui kuuenda klassi võimekuse testi tulemused on valdavalt madalamad keskmistest tulemustest. Tähelepanu testi tulemustes on varieeruvus suurem. Antud grupis oli 66 % õpilastest lisaks madalatele matemaatikatumustele ka keskmisest madalam tähelepanu testi tulemus. Lisaks selgus, et tugevast grupist nõrka gruppi liikunud õpilaste nii võimekuse kui tähelepanu testi tulemused on kõrgemad testide keskmistest tulemustest.

Arutelu

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli võrrelda 3. ja 6. klassi õpilaste matemaatilisi teadmisi erinevatel kognitiivsetel tasemetel ja vaadelda nende muutumist ning tuua välja tüüpilisemad vead mõlemas klassis. Samuti oli eesmärk teada saada, kuidas on õpilaste matemaatikateadmised seotud tähelepanu ja üldise võimekusega.

Matemaatikateadmiste muutused 3.- 6. klassis erinevatel kognitiivsetel tasemetel

Uurimistöö esimene küsimus oli, millised on muutused õpilaste matemaatikateadmistes korduvülesannete põhjal ja mil määral nad erinevad 3. ja 6. klassis. Analüüs näitas, et võrreldes probleemülesannete lahendamise oskusega on õpilastel head protseduurilised ja mõistelised teadmised.

Antud töös vaadeldi matemaatikateadmisi kolmel kognitiivsel tasemel: protseduurilised teadmised, mõistelised teadmised ja probleemide lahendamine. Uuringust selgus, et nii kolmandas kui kuuendas klassis on õpilastel, võrreldes mõisteliste teadmiste ja probleemülesannete lahendamisoskusega, oluliselt paremad protseduurilised teadmised. Selliseid teadmisi kontrollivad ülesanded eeldavad võimet lahendada lihtsamaid arvutusülesandeid, kus on vaja õpitud teadmisi meenutada (National Assessment of Educational Progress, 2003; Freiman, 2006; Samuelsson, 2010). Antud uuringus olid sellisteks ülesanneteks lihtsamad aritmeetika tehted. Nende lahendustulemuste põhjal saab järeldada, et õpilastel on kinnistunud II kooliastme lõpuks lihtsamad teadmised aritmeetika tehete sooritamiseks. Eelnevad uuringud on näidanud, et ka I kooliastmes saavutavad õpilased kõige paremaid tulemusi protseduuriliste teadmiste rakendamisel (Metsa, 2013; Palu, 2010; Svjatskaja, 2011). Esimeses kooliastmes omandatud arvutamisalgoritmide kinnistumisele on aidanud kaasa ilmselt jätkuv kordamine ja harjutamine (Aunola et al. 2004). Erinevad autorid (Kercood, Zentall & Lee, 2004) ja PISA (2006) ning TIMSS (2003) tulemused kinnitavad heade protseduuriliste teadmiste olemasolu ka III kooliastmes. Vaatamata headele tulemustele esines siiski ka puudujääke protseduurilistes teadmistes.

Antud töös olid paremini lahendatud korrutamise- ja jagamistehted ning halvemini liitmis- ja lahutamistehted. Kõige paremini lahendatud ülesannete vastuste põhjal võib järeldada, et kolmandas klassis on keskendunud korrutustehtetele, mida on võimalik lahendada korrutustabelit tundes. Kuuendas klassis seevastu on õpilased omandanud ka korrutamise pöördtehete sooritamise, sest kõige paremini oli lahendatud just lihtne jagamistehe. Kui võtta arvesse, et arvutamise õpetamist alustatakse liitmis- ja lahutamistehtetega, mis antud töös olid aga lahendatud halvemini kui korrutamise- ja jagamistehted, siis võime oletada, et viimaseid teemasid oli antud ajahetkel rohkem harjutatud ja kinnistatud ning ununenud olid liitmine ja lahutamine. Õpetamisel tuleks arvestada sellega, et ka lihtsamad arvutusalgoritmide võivad ununeda ja neid on vaja pidevalt korrata ning kinnistada.

Mõistelist arusaamist nõudvaid ülesandeid lahendati eelmistest halvemini, mistõttu võib oletada, et õpetamisel keskendutakse rohkem algoritmide õppimisele kui mõistete kujundamisele (Aunola et al. 2004). Mõistelisi teadmisi kontrollivad ülesanded eeldavad õpilastelt võimet teada nii fakte kui erinevaid meetodeid ning oskust oma teadmisi ka rakendada (Ghazali & Zakaria, 2011; Samuelsson, 2010).

Probleemilahendamise ülesanne eeldas oskust siduda oma teadmisi uudsete situatsioonidega (National Assessment of Educational Progress, 2003; Samuelsson, 2010).

Antud uuringus oli selliseks ülesandeks keerukam tekstülesanne, mis oli kõige halvemini lahendatud ülesanne nii kolmandas kui kuuendas klassis, millest võime järeldada, et õpetuses ei keskenduta niivõrd arusaamisele, kui faktide ja mõistete teadmisele. Selgus veel, et selle ülesande lahendatuse protsent ei erine oluliselt kolmandas ja kuuendas klassis, millest võib järeldada, et probleemülesannete lahendamine on õpilastele keeruline. Samuti näeme, et matemaatikateadmised ei arene, kui neid ei arendata (Aunola et al. 2004; Freiman, 2006). Kuigi kõikide ülesannete lahendatuse protsent suurenes kuuendas klassis võrreldes kolmandaga, siis muutus oli oluliselt väiksem probleemülesannete lahendustes. Selliste ülesannete lahendamiseks peab õpilane olema motiveeritud. Selleks, et õpilast motiveerida, on aga vajalik ülesande uudsus, elulisus ja õpetlikkus (Dole, Wright & Zevenbergen, 2004), mis võivad aga probleemülesannete lahendamise õpilase jaoks muuta veelgi keerulisemaks. Ka antud töö tulemustest võib oletada, et lisaks probleemülesandes olnud mõistete rohkusele valmistab raskusi ülesande uudsus, mistõttu oli õpilasel keerulisem luua seoseid.

Selleks, et areneksid õpilastel mõisteline arusaamine ja probleemide lahendamise oskus, tuleks tähelepanu pöörata erinevate strateegiate kasutamisele, analüüsimisele, arutlemisele, sünteesimisele ja kontrollimisele. Lisaks tuleks lahendada erinevatel kognitiivsetel tasemetel olevaid ülesandeid, sest lahendades probleemülesandeid kinnistuvad ka protseduurilised ja mõistelised teadmised, kuid üksnes protseduurilisi ja mõistelisi teadmisi eeldavate ülesannete lahendamisega ei arene probleemülesannete lahendamisoskus (Aunola et al. 2004; Freiman, 2006).

Õpilaste matemaatikateadmiste areng erinevates staatusgruppides

Uurimistöö teiseks ülesandeks oli võrrelda erinevate staatusrühmade õpilaste matemaatikateadmiste muutusi. Selgus, et matemaatikateadmised on pidevas muutumises, sest ühegi staatusgrupi suurus ei püsinud kolme aasta jooksul muutumatuna. Nii tugevate kui nõrkade grupi suurus vähenes kuuendas klassis võrreldes kolmanda klassiga, mis tähendab, et kolme aasta möödudes suureneb teadmiste poolest keskmisel tasemel olevate õpilaste hulk. Ilmselt orienteeruvad õpetajad keskmisel tasemel olevate õpilaste õpetamisele, unustades ära nii nõrgad kui ka tugevad õpilased.

Erinevalt Palu et al., (2007) uuringu tulemustest, kus teistest stabiilsem oli tugevate grupp, selgus antud uuringust, et kuuendas klassis vähenes oluliselt just tugeva ja tugevapoolsete grupi osakaal (vt Tabel 2), millest saab järeldada, et matemaatika muutub II

kooliastmes keerulisemaks. Eriti oluline on, et 13,9 % õpilastest jäid kolme aasta möödudes endiselt nõrka gruppi.

Õpilaste individuaalne vaatlemine näitas, et tulemused olid jäänud samaks 89-l ja halvenenud 82-l õpilasel. Ülesannete korduvlahendamisel halvemaks muutunud tulemused näitavad, et matemaatika muutub keerulisemaks, kuid kuna antud uuringus olid vaatluse all samad ülesanded, ei saa madalate tulemuste põhjuseks pidada üksnes aine keerukust. Saadud tulemusi võib põhjendada individuaalsete või ealiste iseärasustega nt lohakuks, motiveeritus, suhtumine vm. Siin kohal on oluline õppetöö individualiseerimine (Aunola et al. 2004; Dowker, 2004), õpetaja professionaalsus ja oskus märgata õpilast ning nõrkade õpilaste õpetamise kõrval ei tohiks tähelepanuta jätta ka tugevaid. Tugevate õpilaste potentsiaali kasutamiseks ja probleemülesannete lahendamisoskuse arendamiseks on parimad avatud probleemidega ülesanded, mis on õpilasele väljakutseks ning, kus on õpilasel võimalik luua seoseid varem õpitu ja andmete vahel (Aunola et al. 2004; Freiman, 2006).

Vead ülesannete lahendamisel korduvülesannete põhjal

Antud töö kolmandaks uurimisküsimuseks oli, millised on enamlevinud vead kolmandas ja kuuendas klassis matemaatikaülesannete lahendustes. Vigade analüüs näitas selgemalt, milliseid vigu tehti erinevates ülesannete liikides.

Ühetehtelistes arvutusülesannetes tulemused paranesid, kuid enamlevinud väärvastused jäid siiski püsima. Võib oletada, et korrutamisel tehtud vigade põhjuseks oli mehaaniliselt, mitte arusaamisega selgeks õpitud korrutustabel. Lahutamisel oli aga teadmiste puudujääkide tõttu leitud õigele lahenduskäigule alternatiiv (Dowker, 2004) ja tehtud lahenduskäik enesele jõukohasemaks lahutades arvud endale sobival viisil. Mitmetehteliste arvutusülesanne vigade analüüsist selgus, et esimese ülesande lahendatuse protsent hoopis vähenes. Võib oletada, et ununenud või valesti (enne korrutan ja jagan, siis liidan ja lahutan) oli kinnistunud tehete järjekorra reegel. Siinkohal on eriti oluline õpetus, kus reegli õpetamiseks on vajalik lisaselgitus ja reegli õige sõnastus. Teisendust nõudvate arvutusülesannete lahendamisel osutus keeruliseks kuukümnendsüsteemi kasutamine. Ilmselt ei olnud piisavalt kinnistunud ajaühikute teisendamine ja ajaühiku mõiste.

Lihtsamate tekstülesannete väärvastuste analüüsist selgus, et keerukamaks osutus vastusevariantidega ülesanne. Võib oletada, et õpilaste jaoks tekitas vastuolusid mitme õige vastusevariandi võimalikkus. Lihtsam ühetehteline tekstülesanne oli aga enamusele kuuenda klassi õpilastest jõukohane. Antud ülesande enamlevinud väärvastusest võib oletada, et

puudujäägid matemaatikateadmistes viisid alternatiivsete lahendusteni, kus tehted sooritati endale sobivaimate arvudega. Geary (1991) sõnul on juhuslike tehte sooritamise põhjuseks mõistetest mitte arusaamine. Mõlema tekstülesande lahendamisel võisid raskusi tekitada ka puudulikud oskused seoste loomisel, teksti mõistmisel ja info selekteerimisel. Kuna mõlema ülesande lahendatuse protsent kuuendas klassis suurenes, siis võib oletada, et kuuendas klassis oli tekstülesannete lahenduse tulemuste paranemise põhjuseks lugemisoskuse areng või hoopis õpetuse muutus. Uuringud on näidanud (Aunola et al., 2004; Palu & Kikas, 2010), et lugemisoskus võib mõjutada ülesannete lahendamisoskust. Teisalt peetakse matemaatilist teksti tavapärasest tekstist oluliselt keerukamaks, mistõttu ei pruugi hea lugemisoskus anda eeliseid matemaatilise teksti lugemisel ja selle mõistmisel (Hooper, Roberts, Sideris, Burchinal & Seizel, 2010; Toomela, 2009). Kui aga põhjendada antud ülesannete paranenud tulemusi õpetuse muutusega, siis võib oletada, et kuuendas klassis on enam keskendunud tekstist arusaamisele või harjutatud erinevaid lahendusstrateegiaid, mistõttu on nüüd tegemist rutiinsete tekstülesannetega, mida lahendatakse automaatselt (Kikas, 2010).

Probleemülesande väärvastuste analüüsist selgus, et ühtset enamlevinud väärvastust siin ei esinenud. Vastuseid anti erinevaid, millest võib oletada, et õpilaste teadmised on samuti erinevad. Ilmselt valmistasid siinkohal eriti suuri raskusi mõistetest arusaamine sh arvu koostis ja võtmesõnad. Lisaks võib oletada, et väärvastuseid nimetatud ülesandele anti tähelepanematuses või puudujääkidest teadmistes. Võiks oletada, et kuuenda klassi õpilaste teadmiste hulk on suurem, mistõttu võiksid nad ülesannete lahendamisel olla ka enesekindlamad. Kui vaadelda probleemülesande lahendamise protsente, siis olid just kolmanda klassi õpilased innukamad ja vastuseta ei jätnud antud ülesannet keegi. Seevastu kuuendas klassis oli küll lahendatuse protsent suurem, kuid oluliselt suurem oli ka ülesande vastuseta jätnud õpilaste protsent (vt Tabel 8). Kui oletame, et kuuenda klassi lõpuks on kinnistunud nii järgühiku kui vähem, rohkem, võrra ja korda mõisted, siis võis ülesannete väärvastuste põhjuseks olla kiirustamine või mehaaniline lahendamine, sest kümneliste leidmiseks tuli vaadelda ühelisi st ühe koha võrra paremal olevat arvu ja seda järjestust kasutati ka sajaliste leidmisel. Kui aga ei olnud kinnistunud nimetatud mõisted või neid mäletati valesti, võime oletada, et puudujääkide tõttu teadmistes sooritati suvalisi tehteid.

Antud uurimuse tulemuste põhjal võib järeldada, et enam tuleks tähelepanu pöörata probleemülesannete lahendamisele. Õpetuses tuleks rohkem keskenduda lahenduskäikude ja vigade analüüsimisele, mis annab võimaluse märgata õpetuse puudujääke ning toetada õpilaste matemaatikateadmiste arengut (Aunola et al., 2004). Kuna vead võivad tekkida

erinevatel põhjustel nt kiirustamine, valesti mäletamine, vähene lugemisoskus vm, siis parimaks võimaluseks õpetuses on tulemusi kontrollida ja nende üle arutleda.

Kolmanda ja kuuenda klassi õpilase tähelepanu ja võimekuse seos matemaatiliste teadmiste arenguga

Uurimistöö neljandaks küsimuseks oli, kuidas ja mil määral on seotud õpilase tähelepanu ja tema võimekus tema matemaatiliste teadmiste arenguga.

Varasemast on teada, et matemaatika õpitulemused on seotud kognitiivsete võimetega (Dowker, 2004; Ghazali & Zakaria, 2011; Rittle-Johnson, Siegler & Alibali, 2001). Ka kooliedukust seostatakse sageli üldise ja keelelise võimekusega (Aru, 2003). Antud uuringus leidis kinnistust seos võimekuse ja matemaatikateadmiste arengu vahel. Üldine võimekus on pigem aga seotud protseduuriliste teadmiste ja mõistelise arusaamisega kui probleemilahendamisega.

Lisaks võimekusele on matemaatikateadmiste arengul oluline roll ka tähelepanul (Baker, Olson, & Behrmann, 2004; Cown et al., 2005; Hooper et al., 2010; Kidron, 2001; LeFewre et al., 2013; Raghubar et al. 2009). Eestis on varasemalt uuritud planeerimisoskuse, tähelepanu ja mälu seoseid matemaatika õpitulemustega I kooliastmes (Svjatskaja, 2011). Erinevalt nimetatud uuringu tulemustele, ei leidnud antud uuringus kinnitust matemaatikateadmiste seos tähelepanuga. See võib olla tingitud sellest, et matemaatikas on väga palju erinevat tüüpi ülesandeid. Uuringud (Ainley & Luntley, 2007; Aunola et al., 2004; Campos et al., 2012; Fuchs et al., 2006; LeFewre et al., 2013) on näidanud, et tähelepanu olulisus tõuseb esile just probleemülesannete lahendamisel. Mõned neist nõuavad suuremat tähelepanuvõimet kui teised. Tähelepanu on siiski õppimise eelduseks, et kohaneda, mõista ja selekteerida (Kikas, 2005).

Vaadeldes individuaalselt stabiilselt nõrkade rühmas olnud õpilaste võimekuse testide tulemusi selgus, et need olid madalamad keskmistest tulemustest. Suurem varieeruvus oli aga tähelepanu testide tulemustes, kus olid esindatud nii keskmisest kõrgemad kui madalad tulemused. Tugevast grupist nõrka gruppi liikunud õpilaste vaatlemisel selgus aga, et nendel õpilastel olid nii võimekuse kui tähelepanu testi tulemused kõrgemad testide keskmistest tulemustest. Näeme, et madalate matemaatika testi tulemuste põhjused ei peitu madalas võimekuses ja tähelepanus. Pigem on antud grupp näide sellest, kuidas erinevad tegurid võivad mõjutada õpitulemusi. Võime oletada, et halvad tulemused kuuendas klassis võisid olla põhjustatud näiteks lohakusest, sest kord juba edukalt lahendatud ülesannete lahendamine

ei saa ununeda sellisel määral. Teisalt võime oletada, et kolmandas klassis olnud edukatele õpilastele pole piisavalt tähelepanu pööratud, mistõttu ei ole ka toimunud positiivset arengut. Kuna teadmised ei arene iseenesest, siis vajavad ka edukad õpilased suunamist ja arendamist. Antud uuringu põhjal võib oletada, et üldine võimekus on seotud matemaatika õpitulemustega. Seost tähelepanuga antud ülesannete puhul ei esinenud, mis aga ei tähenda, et erinevate ülesannete lahendamisel seda vaja ei oleks.

Kokkuvõte

Antud uurimistöö eesmärk oli võrrelda 3. ja 6. klassi õpilaste matemaatikateadmisi kolmel kognitiivsel tasemel ja vaadelda nende muutumist ning tuua välja tüüpilisemad vead mõlemas klassis. Lisaks sooviti välja selgitada, millised on matemaatikateadmiste seosed üldise võimekuse ja tähelepanuga. Töös keskenduti matemaatikateadmiste muutumisele, lahendatud ülesannete vigadele ning matemaatikasoorituse seostele tähelepanu ja võimekusega.

Antud uuringust selgust selgus, et II kooliastmes on õpilastel head protseduurilised ja mõistelised teadmised. Matemaatikateadmiste muutumist kinnitas staatusgruppide liikumise vaatlemine, millest selgus, et II kooliastmes väheneb teadmiste poolest nii kõrgemal kui madalamal tasemel olevate õpilaste hulk ja suureneb keskmisel tasemel olevate õpilaste hulk. Lisaks selgus, et matemaatikateadmiste areng on seotud üldise võimekusega, kuid ei ole seotud tähelepanuga.

Uuringu piiranguks võib pidada kirjaliku testi sooritamist, kus vead lahendustes võivad lisaks oskamatusetele tekkida ärevusest ja ajalisest piirangust. Samuti olid antud uuringus saadud väärvastuse põhjused oletatud, mistõttu võiks edaspidi õpilaste matemaatikateadmisi uurida suulise küsitlusega, mille käigus õpilane ka arutleb saadud tulemuste üle. Sellisel juhul on selgem ülevaade ülesannete lahendamise etappidest ja õpilase matemaatikateadmistest.

Tänuõnad

Suur tänu prof. Eve Kikasele, kes võimaldas kasutada longituudse uuringu andmeid. Lisaks soovin tänada kolleeg Kerli Kõlli ka Karin Mitti, kes aitasid tööd keeleliselt korrektsemaks muuta.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrekselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuete järgi ning on kooskõlas hea akadeemilise tavaga.

Kasutatud kirjandus

- Afanasjev, J., & Palu, A. (2006). *Esimese ja teise klassi õpilaste edenemine matemaatikas*. E. Abel & L. Lepmann (Toim), Koolimatemaatika XXXIII (lk 35-42): XXXIII Eesti matemaatikaõpetajate päevade ettekannete kogumik. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Afanasjev, J., & Palu, A. (2005). *Esimese klassi õpilaste teadmised ja edenemine matemaatikas*. L. Lepmann & T. Lepmann (Toim), Koolimatemaatika XXXII (lk 79-86): XXXII Eesti matemaatikaõpetajate päevade ettekannete kogumik. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Ainley, J., & Luntley, M. (2007). *The role of attention in expert classroom practice*. Journal of Mathematics Teacher Education, 10, 3-22.
- Anobile, G., Stievano, P., & Burr, D. C. (2013). *Visual sustained attention and numerosity sensitivity correlate with math achievement in children*. Journal of Experimental Child Psychology, 116, 380-391.
- Aru, M. (2003). *Algklassiõpilaste kognitiivsete võimete testimine, võimete ja kooliedukuse vahelised seosed (longituuduuringu tulemuste põhjal)*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M-K., & Nurmi, J-E. (2004). *Developmental Dynamics of Math Performance From Preschool to Grade 2*. Journal of Educational Psychology, Vol. 96, No. 4, 699-713.
- Bachmann, T., & Maruste, R. (2001). *Psühholoogia alused* (lk 128-161). Tallinn: Kirjastus Ilo.
- Baker, I. C., Olson, C. R., & Behrmann, M. (2004). *Role of Attention and Perceptual Grouping in Visual Statistical Learning*. Psychological science, Vol 15, N 7, 460-466.
- Cai, J. (s.a). What research tells us about teaching mathematics through problem solving. In: F. Lester (Eds.), *Research and issues in teaching mathematics through problem solving*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Campos, I. S., Almedia, L. S, Ferreira, A. I., Martinez, L. F., & Ramalho, G. (2012). *Cognitive processes and math performance: a study with children at third grade of basic education*. European Journal of Psychology of education, 28, 421-436.
- Cowan, N., Elliott, E. M., Scott Saults, J., Morey, C. C., Mattox, S., Hismjatullina, A., & Conway, A. R. A. (2005). *On the capacity of attention: Its estimation and its role in*

- working memory and cognitive aptitudes*. *Cognitive Psychology*, Vol. 51, No. 1, 42-100.
- Dole, S., Wright, R. J., & Zevenbergen, R. (2004). *Teaching Mathematics in Primary School*. Allen & Unwin. Australia.
- Dowker, A. (2004). *What Works for children with mathematical difficulties?* University of Oxford. Külastatud aadressil <http://www.catchup.org/Portals/3/CU%20research/What%20works%20for%20children%20with%20mathematical%20difficulties%202004.pdf>
- Freiman, V. (2006). *Problems to discover and to boost mathematical talent in early grades: A Challenging Situations Approach*. *The Montana Mathematics Enthusiast*, Vol. 3, No.1, 51-75.
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Schatschneider, C., & Fletcher, J. M. (2006). *The Cognitive Correlates of Third-Grade Skill in Arithmetic, Algorithmic Computation, and Arithmetic Word Problems*. *Journal of Educational Psychology*, Vol. 98, No. 1, 29-43.
- Geary, D. C. (2006). *Development of mathematical understanding*. In D. Kuhl & R. S. Siegler (Vol. Eds.), *Cognition, perception, and language*, 2, 777-810. W. Damon (Gen. Ed.).
- Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). *Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children*. *Developmental Psychology*, 27, 787-797.
- Ghazali, N. H. C., & Zakaria, E. (2011). *Students' Procedural and Conceptual Understanding of Mathematics*. *Australian Journal of Basic & Applied Sciences*, 5 (7), 684-691.
- Hasselbring, T. S., Lott, A. C., & Zydney, J. M. (2006). *Technology-Supported Math Instruction for Students with Disabilities: Two Decades of Research and Development*. Washington, DC: CITED, Center for Implementing Technology in Education.
- Hooper, S. R., Roberts, J., Sideris, J., Burchinal, M., & Seizel, S. (2010). *Longitudinal Predictors of Reading and Math Trajectories Through Middle School for African American Versus Caucasian Students Across Two Samples*. *Developmental Psychology*, Vol. 46, No. 5, 1018-1029.
- Kercood, S., Zentall, S. S., & Lee, D. L. (2004). *Focusing attention to deep structure in math problems: Effects on elementary education students with and without attentional deficits*. *Learning and Individual Differences* 14, 91-105.
- Kidron, A. (2001). *Psühholoogia põhisuunad*. (lk 31-51). Tallinn: Mondo.

- Kikas, E. (2005). Õpilaste mõtlemise areng ja selle soodustamine koolis. A. Ots (Toim), *Üldoskused õpilase areng ja selle soodustamine koolis*. Tartu Ülikooli õppekava arenduskeskus. Tartu Ülikooli kirjastus.
- Kikas, E. (2010). Tunnetusprotsessid ja nende arengulised iseärasused. E. Kikas (Toim). *Õppimine ja õpetamine esimeses ja teises kooliastmes*. Tartu.
- Kolk, A., Ennok, M., & Jaani, J. (2005). *Eesti koolilaste kognitiivne võimekus algklassides*. Eesti Arst, 5, 315-321.
- LeFevre, J-A., Berrigan, L., Vendetti, C., Kamawar, D., Bisanz, J., Skwarcuk, S-L., & Smith-Chant, B. L. (2013). *The role of executive attention in the acquisition of mathematical skills for children in Grades 2 through 4*. Journal of Experimental Child Psychology, 114, 243–261.
- Lepmann, T. (2010). *Rahvusvaheliste võrdlusuuringute TIMSS 2003 ja PISA 2006 õppetund Eesti matemaatikaõpetajale*, 77-82. Haridus- ja Teadusministeerium, Tallinn. Külastatud aadressil http://matdid.edu.ee/joomla/images/materjalid/artiklid/vordlus/timss_pisa_oppetunnid_matemaatikas.pdf.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. TIMSS & PIRLS International Study Center. Külastatud aadressil http://timss.bc.edu/timss2007/PDF/TIMSS2007_InternationalMathematicsReport.pdf.
- Metsa, K. (2013). *Matemaatikaalased teadmised ja nende areng I kooliastmes*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Männamaa, M., Kikas, E., Peets, K., & Palu, A. (2011). *Cognitive correlates of math skills in third-grade students*. Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology, 32 (1), 21-44.
- National Assessment of Educational Progress (NAEP). (2003). *Mathematical Abilities*. Külastatud aadressil <http://nces.ed.gov/nationsreportcard/mathematics/abilities.asp>.
- Palu, A., Afanasjev, J., & Vojevodova, K. (2007). *Kolmanda klassi õpilaste matemaatikateadmistest rahvusvahelise uuringu IPMA testide põhjal*. E. Abel (Toim), Koolimatemaatika XXXIV (lk 35-42). XXXIV Eesti matemaatikaõpetajate päevade ettekannete kogumik. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Palu, A. (2010). *Algklassiõpilaste matemaatikaalased teadmised, nende areng ja sellega seonduvad tegurid*. Tartu: TÜ Kirjastus.

- Palu, A., & Kikas, E. (2010). The types of the most widespread errors in solving arithmetic word problems and their persistence in time. In: A. Toomela (Eds.), *Systemic Person-Oriented Study of Child Development in Early Primary School*, 155-172. Frankfurt am Main: Peter Lang Verlag.
- Palu, A., Suviste, R., & Kikas, E. (2012). Errors in Solving Arithmetic Word Problems. Differences between Studentd of Estonian- and Russian-language schools. In: A. Toomela, E. Kikas (Eds.), *Children Studying in a Wrong Language: Russian Speaking Children in Estonian School. Twenty Years After the Collapse of the Soviet Union*, 99 – 121. Frankfrut am Main: Peter Lang Verlag.
- Pedaste, M., & Sarapuu, T. (2010). Probleemülesannete tüübid ja lahendusstrateegiad. *Põhikooli valdkonnaraamat LOODUSAINED*. Külastatud aadressil http://www.oppekava.ee/index.php/Probleem%C3%BClesannete_t%C3%BC%C3%BCbid_ja_lahendusstrateegiad.
- Polya, G. (2001). *Kuidas seda lahendada*. Tallinn: Valgus.
- Põhikooli riiklik õppekava (2010). *Lisa 3. Matemaatika*. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/aktulisa/0000/1327/3133/13275424.pdf#>.
- Raghubar, K. P., Cirino, P., Barnes, M. A., Ewing-Cobbs, L., Fletcher, J., & Fuchs, L. (2009). *Errors in multidigit arithmetic and behavioral inattention in children with math difficulties*. *Journal of Learning Disabilities*, 42, 356–371.
- Riigieksamite statistika (2013). *Matemaatika – riigieksam aastal 2013*. Külastatud aadressil http://www.innove.ee/UserFiles/Riigieksamid/2013/Statistika/Koolid_matemaatika_RE_2013.html.
- Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). *Developing Conceptual Understanding and Procedural Skill in Mathematics: An Iterative Process*. *Journal of Educational Psychology*, 93 (2), 346-362.
- Ryan, J., & Williams, J. (2007). *Children's mathematics 4-15: learning from errors and misconceptions*. Open University Press McGraw-Hill. England.
- Samuelsson, J. (2010). *The Impact of Teaching Approaches on Students' Mathematical Proficiency in Sweden*. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 5 (2), 61-78.
- Stevens, C., & Bavelier, D. (2011). *The role of selective attention on academic foundations: A cognitive neuroscience perspective*. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 25, 30-48.

- Svjatskaja, R. (2011). *Esimese ja teise klassi õpilaste matemaatikateadmised ja sellega seonduvad tegurid*. Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikool.
- Tire, G., Puksand, H., Henno, I., & Lepmann, T. (2010). *PISA 2009 – Eesti tulemused. Eesti 15-aastaste õpilaste teadmised ja oskused funktsionaalses lugemises, matemaatikas ja loodusteadustes*. Haridus- ja Teadusministeerium, eksamikeskus. Tallinn. Külastatud aadressil http://uuritud.ekk.edu.ee/fileadmin/user_upload/documents/PISA_2009_Eesti.pdf.
- Toomela, A. (2009). *Eesti põhikooli efektiivsus. LÕPPARUANNE*. Tartu/Tallinn. Külastatud aadressil www.hm.ee/index.php?popup=download&id=11756.
- Üleriigiliste tasemetööde tulemused (2013). *2013 aasta tasemetööde statistika*. Külastatud aadressil <http://www.innove.ee/et/yldharidus/tasemetood/tasemetoode-statistika/2013-tasemetoode-statistika>.

Lisa. Matemaatika korduvülesanded 3. ja 6. klassi testides

1. Kirjuta puuduv arv.

1) $63 - 29 = \dots\dots$

3) $8 \cdot 7 = \dots\dots$

2) $14 \cdot 5 = \dots\dots$

4) $36 : 3 = \dots\dots$

2. Arvuta avaldise väärtus.

1) $64 - 26 + 14 = \dots\dots$

2) $42 - 15 : 3 = \dots\dots$

3. Arvuta

1) $70 \text{ min} - 60 \text{ s} = \dots\dots\dots \text{ min}$

2) $1 \text{ h } 50 \text{ min} + 50 \text{ min} = \dots\dots\dots$

4. 10 last ostsid kokku 18 õhupalli. Kuus õhupalli neist olid punased ja ülejäänud sinised.

Mitu sinist õhupalli lapsed ostsid?

Vormista lahenduskäik

Vastus:

5. Mardil oli poodi minnes 100 krooni. Ta kulutas sellest 35 kr maiustustele ja 12 kr joogile.

Milliste avaldistega saad arvutada järelejäänud rahasummat? Ringita vastav täht või tähed.

a) $100 - 35 - 12$

c) $100 - (35 + 12)$

e) $(100 - 35) - 12$

b) $100 - 35 + 12$

d) $100 - (35 - 12)$

f) $100 - 12 - 35$

6. Kirjuta arv, milles ühelisi on 6, kümnelisi 2 võrra rohkem ja sajalisi 2 korda vähem kui

ühelisi. Vastus:

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Diana Annast

(sünnikuupäev: 04.01.1987)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Kolmanda ja kuuenda klassi õpilaste matemaatikateadmised korduvülesannete põhjal ja nende seos tähelepanu ning võimekusega,

mille juhendaja on Anu Palu,

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, 19.05.14