Tartu Ülikool

Sotsiaal- ja haridusteaduskond

Haridusteaduste instituut

Eripedagoogika osakond

Kadri Rüütel

MATEMAATILISTE OSKUSTE TEGEVUSLIKU ALUSE OMANDATUS PÕHIKOOLI LIHTSUSTATUD RIIKLIKU ÕPPEKAVA JÄRGI ÕPPIVATEL 2.-4. KLASSI ÕPILASTEL

Magistritöö

Juhendaja: Meelika Maila, MA

Läbiv pealkiri: Matemaatiliste oskuste tegevuslik alus intellektipuudega õpilastel

Tartu 2010

Abstract

The aim of the present magister paper is to find out the level of acquiring the components of processual basics of mathematics skills in group of students of forms 2 – 4 who are taught according to the simplified basic school curriculum. During the first stage of the study the students of forms 2 – 4 of Tartu Kroonuaia School did a group test (written paper). The results showed that generally the ability to solve mathematical problems increases from form to form. However, it is verified that students with mild intellectual disability are slow and have difficulties in acquiring mathematical knowledge. At the second stage of the study individual tests were carried out in form 2 and in forms 3 and 4 in separate groups for stronger and weaker students. The groups were formed taking into account the results of written tests. The aim was to find out the level of acquired processual basics of mathematical skills by the students and to find correlation between processual basics of mathematics and the level of acquired skills specified in the curriculum. The analysis of individual tests brought out that the students belonging to the stronger group had acquired the above mentioned skills at a very good level. The standard of the weaker group in forms 3 and 4 was good and the standard of pupils form 2 was satisfactory. It was found that individuals (students) as well as groups (forms) differ greatly in ability to acquire the components of mathematical skills. The results of the study show that students with mild intellectual disability in forms 2 – 4 have acquired the components of processual basics of mathematical skills on different level. Their success in learning mathematics depends on the level of acquired skills.

Key words: simplified national basic school curriculum in mathematics, students with mild intellectual disability, the components of processual basics of mathematical skills (sequencing, grouping, creating equivalent quantity, conservation of quantity, comparison of a whole and part thereof, counting, measuring and modelling)

Kokkuvõte

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide omandatuse tase põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava (LÕK) järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel. Uurimise esimeses etapis sooritasid 2.-4. klassi õpilased rühmakatse (kontrolltöö), mille tulemused näitasid, et üldjuhul matemaatika ülesannete lahendusedukus klassiti suureneb. Samas leidis kinnitust, et kerge intellektipuudega õpilaste matemaatikaalaste teadmiste omandamine on aeglane ja raskendatud. Uurimise teises etapis viidi 2. klassi õpilaste ning kontrolltöö tulemuste põhjal 3. ja 4. klassi tugevamate ja nõrgemate õpilastega läbi individuaalkatsed, et selgitada välja matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide omandatuse tase ning leida seoseid matemaatika protsessuaalsete aluste ning ainekavast tulenevate oskuste omandatuse taseme vahel. Individuaalkatsete ülesannete tulemuste analüüsil selgus, et tugevama grupi õpilastel on nimetatud oskused omandatud väga heal tasemel. Nõrgema grupi õpilaste vastavat oskuste taset võib nimetada heaks ning 2. klassi laste taset rahuldavaks. Samas ilmnes, et matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide omandatuse tase on erinev nii indiviidi (õpilase) kui grupi (klassi) tasandil. Seega näitavad käesoleva töö tulemused, et intellektipuudega õpilastel sõltub edukus matemaatika õppimisel tegevusliku aluse komponentide omandatuse tasemest.

Märksõnad: põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava matemaatika ainekava; kerge intellektipuudega õpilased; matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid (järjestamine, rühmitamine, samaväärse hulga moodustamine, hulga samaväärsuse säilitamine, terviku ja tema osa võrdlemine, loendamine, mõõtmine ja modelleerimine)

Sisukord

Matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse omandatus lihtsustatud õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel

Matemaatika on koolis üks tähtsamaid, kuid seejuures ka raskemaid õppeaineid. Matemaatilisi saavutusi mõjutavad laste üldine ja spetsiifiline võimekus, matemaatikaalased algteadmised, motivatsioonilised eesmärgid ja õpikäitumine (Kikas, Peets, Palu, & Afanasjev, 2009). Eripedagoogilisest aspektist lähtuvalt muudavad aine omandamise raskemaks intellektipuudega õpilaste spetsiifilised probleemid, mis tulenevad nende tähelepanu, taju, mälu ja mõtlemise iseärasustest. Põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava (abiõppe õppekava) (LÕK) alusel õppivate laste puhul on olulised eelkõige need õpitulemused, mida on vaja toimetulekuks igapäevaeluga.

Eesti kiiresti muutuvas ühiskonnas on hariduskultuuril täita oluline roll – väärtustada iga last ja tema lapsepõlve. Erivajadustega laste elu rikastav kasvukeskkond eeldab matemaatilisi algvalmidusi, mille üheks väljundiks on argipäevapedagoogika (Pukk, 2009). Just elunäidetega on võimalik tõsta õpilase õpimotivatsiooni, sest matemaatilised oskused on aluseks tulevasele karjäärile (Bouck & Kulkarni, 2009). Matemaatika ja teised reaalained lihvivad edasi kõiki põhioskusi, arendavad loogilis-matemaatilist kompetentsust, mis on aluseks kriitilisele mõtlemisele. Matemaatikast arusaamine suurendab võimalusi ja valikuid oma tuleviku kujundamisel. Kõikidel õpilastel peab olema võimalus ja vajalik toetus matemaatika õppimiseks ning sellest arusaamiseks (Kame'enui, Carnine, Dixon, Simmons, & Coyne, 2002).

Arvestades matemaatika kui õppeaine hierarhilist ülesehitust, on olulised järjekindlus ja püsivus matemaatika õppimisel-õpetamisel. Erinevalt mõnest teisest ainest on matemaatikat väga raske õppida, kui eelnev osa on halvasti omandatud. Matemaatikat tuleb õppida arusaamisega, rajades uusi teadmisi olemasolevatele kogemustele ja eelnevatele teadmistele (Walter & Hart, 2009). Alus matemaatika omandamisele pannakse juba algklassides, seetõttu on oluline võimalikult vara märgata raskusi, millega õpilased aine omandamisel kokku puutuvad ning võimalusel püüda neid õpetamise kaudu ennetada.

Igal matemaatika mõistel on talle omane tegevuslik alus ning selle omandamine pole võimalik enne, kui täielikult on omandatud vastav tegevus (Maila, 2005b). Arvestades intellektipuudega õpilaste kognitiivse arengu iseärasustega, võib eeldada, et mitmete õppekavakohaste matemaatiliste teadmiste ja oskuste omandamine on raskendatud ning seetõttu on probleemne ka aine edasine omandamine. Et tagada matemaatika edukas omandamine intellektipuudega õpilastel, on õpetajal väga oluline arvestada nende raskustega, millega õpilased selle aine omandamisel kokku puutuvad ning püüda neid õige õpetamise kaudu ennetada.

Käesoleva töö teoreetilises osas antakse ülevaade matemaatika õpetamise ja õppimise põhimõtetest, intellektipuudega õpilaste probleemidest matemaatika omandamisel ning matemaatiliste oskuste protsessuaalse aluse komponentidest. Töö uurimuslikus osas püütakse saada selgust, millisel tasemel on omandatud matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel.

Matemaatika õpetamise-õppimise üldised põhimõtted

Matemaatika õppimisel peavad kujunema lastel sellised teadmised ja oskused, mis aitavad lastel mõista tegelikkuses esinevate seoste olemust ning kindlustavad matemaatika eduka omandamise järgmises kooliastmes (Neare, 1998). Matemaatika õpetamise põhiline üldhariduslik eesmärk on saavutada, et õpilased omandaksid kindlalt, kogu eluks selliste matemaatikaalaste teadmiste, oskuste ja vilumuste süsteemi, mis on hädavajalik toimetulekuks igapäevaelus ning tulevase elukutse omandamisel (Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava, 2002; Põhikooli lihtsustatud riiklik õppekava, 1999).

Matemaatikat õpetades arendatakse kõiki üldpädevusi, esmajoones orienteerumist ajas ja ruumis; suutlikkust küsida ja otsida vajalikku teavet; osaleda ühistegevuses, hinnata oma tegevuse tulemusi; suutlikkust mõista ja hinnata oma võimeid ja oskuseid. Matemaatikaõpetus toetab ka väga paljude valdkonnapädevuste kujunemist: (a) sotsiaalne pädevus, (b) reflektsiooni- ja interaktsioonipädevus, (c) kommunikatiivne pädevus, (d) loodus- ja tehnoloogiapädevus, (e) matemaatikapädevus, (f) igapäevaelus vajalike rahaliste toimingute teostamine, eelarve kavandamine ja argitoiminguteks vajaliku materjalikulu arvestamine. Matemaatika kujundab pädevusi, mis on teiste ainete omandamise eelduseks ja kinnistab teistes ainetes õpitavaid teadmisi ja oskusi (Maila, 2009a).

M. Maila (2009a; 2005c) toob välja kaks olulist probleemi matemaatika õpetamisel-õppimisel: (a) rangelt ainekavast lähtuv süsteem ei arvesta õpilaste vaimse arengu individuaalsete erinevustega ja muutub sageli liiga ainekeskseks; (b) matemaatika on väga hierarhiline aine, üksikud lüngad algõppes annavad end hiljem pidevalt tunda. Järjekindlust ja –pidevust ning püsivust matemaatika õppimisel ja õpetamisel rõhutab ka M. Leino (2004).

Järelikult on vaja luua matemaatikas juba 1.–2. klassis tugev baas. Iga uue mõiste kujunemine peab kulgema lapse mõtlemise tegelike võimaluste piires (Noor, 1998). Vastavalt Piaget' koolkonna teooriale sõltub vaimse tegevuse omandatus selle protsessuaalsest ehk tegevuslikust alusest (Ojose, 2008). Mõtestatud õppimisest saab rääkida vaid siis, kui laps neid tegevusi mõistab ja õppimisel kasutab (Maila, 2005b).

Õppimise kui protsessi tulemusel peab õppijal arenema mõni väline või sisemine tegevus ehk erinevad materiaalsed või vaimsed toimingud (Karlep, 1999). Õppimiseks ei loeta muutusi, mis on väga lühiajalised ja/või viivad teadmiste kadumise ning samaaegse mõistetevaheliste seoste lihtsustumiseni (Kikas, 2006). J. Piaget' järeldas eksperimentaalsetele uurimustele tuginedes, et laste arutlusvõimes toimuvad nende arengu käigus astmelised muutused ning õppimise aluseks on teatud tegevused ehk operatsioonid. Piaget' jaotas lapse arengu neljaks järjestikuseks astmeks: (a) sensomotoorne periood (kuni 2. eluaastani – laps suhtleb maailmaga oma reflekside põhjal); (b) operatsioonide-eelne periood (2.-7. eluaasta – laps omandab võime mõelda sümbolites); (c) konkreetsete operatsioonide periood (7.-12. eluaasta – mõtlemine muutub reversiivseks, kujunevad säilitamis-, klassifitseerimis-, järjestamis-, eitamis-, identifitseerimis- ja kompenseerimisvõime); (d) formaalsete operatsioonide aste (algab 12. eluaastal – kujunevad välja formaalloogilise mõtlemise alused ja võime opereerida abstraktsete sümbolitega) (Krull, 2000; Lindgren & Suter, 1994).

B. Ojose (2008) toob Piaget' töödele tuginedes välja mõningad matemaatika seisukohalt olulised faktid. Sensomotoorsel perioodil on lapsel tekkinud mõningane arusaam arvu mõistest ja loendamisest. Sel ajal on vaja arendada loendamisoskust, kasutades abivahendeid (nt sõrmed, mänguasjad). Kasulikuks võib pidada ka illustreeritud matemaatiliste (laste)raamatutega tutvumist, mis aitab kaasa võrdlemisoskuse arenemisele. Operatsioonide-eelsel perioodil on olulisel kohal rühmitamisoskuse arendamine, mille puhul on olulise tähtsusega erinevate objektide iseloomustamine. Konkreetsete operatsioonide perioodil arenevad oluliselt järjestamis- ja klassifitseerimisoskus. Ojose rõhutab siinkohal näitvahendite kasutamise osatähtsust, mis aitab luua seoseid matemaatiliste mõistete ja tegevuste vahel. Formaalsete operatsioonide astmele jõudnud laps on suuteline selgitama, järeldama, hindama ning rakendama matemaatilisi teadmisi ja oskuseid.

L. Võgotski pööras enam tähelepanu keele osale laste mõtlemise arengus. Võgotski järgi tekib laste mõtlemise ja keele vahel seos nende jõudmisel operatsioonide-eelsele mõtlemise tasandile. Tulemuseks on kvalitatiivsed muutused laste mõtlemises ja keele kasutuses (Krull, 2000; Karlep, 1998). Üheks arvestatavamaks kinnituseks eelpool nimetatule on laste egotsentriline kõne, mis operatsioonide-eelsel perioodil on valdavalt sotsiaalse iseloomuga. Kui laps jõuab oma arengus konkreetsete operatsioonide eelsele tasemele, hakkab sotsiaalne aspekt kõnes taanduma ning võtab järk-järgult sisekõne vormi, mille puhul on tegemist sõnades väljendatud mõtlemisega, mida kasutatakse omaette arutledes. Edaspidise kognitiivse arengu käigus sisekõne internaliseerub ja muutub märkamatuks (Krull, 2000).

Intellektipuudega õpilaste puhul ei saa arvestada eelpool toodud arenguastmete ja vanuse vastavusega. Arvestades nende laste kognitiivse arengu iseärasusi, võivad erinevused laste vanuses teatud arenguetappidele jõudmisel ulatuda mitme aastani (Ojose, 2008). Lisaks tuleb arvestada, et intellektipuudega laste teksti mõistmine ja teksti loome jäävad alati primitiivseks ning kõne tervikuna säilitab stereotüüpsuse (Karlep, 1999).

Seega peab intellektipuudega lastele matemaatikat õpetades lähtuma nende individuaalsetest eripäradest ning arvestama nende madalama ja aeglasema kognitiivse arengu tasemega.

Matemaatika õpetamise-õppimise põhimõtted põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava (LÕK) alusel. Matemaatika abiõppe ainekava sisu on määratletud matemaatika tähenduse ja funktsioonidega ümbritseva tegelikkuse tunnetamisel ja elus iseseisva toimetulekuoskuse kujunemisel. Intellektipuudega laste õpetamisel on oluline saavutada see osa matemaatika tulemustest ja keelest, mis on sedavõrd juurdunud meie igapäevaellu, et ilma seda valdamata on mõeldamatu inimese normaalne funktsioneerimine ühiskonnas. Seetõttu peab matemaatika abiõpe täitma eelkõige praktilis-rakenduslikku funktsiooni. Ta peab varustama õpilase etnomatemaatiliste teadmiste ja oskustega, et tagada normaalne toimetulek igapäevasuhtlemises ja seal esinevate probleemide lahendamisel. Matemaatika abiõppe sisu omandamine eeldab oskusi, mida kujundatakse teiste ainete tundides (nt eesti keeles), samas aga kujundab abiõppe matemaatika oskusi, mis on teiste ainete omandamise eelduseks. Vajadus omandatud teadmisi ja oskusi võimalikult erinevates eluvaldkondades rakendada (ainetevahelise seose kasutamine) võimaldab kõnelda matemaatika integreerivast funktsioonist (Põhikooli lihtsustatud riiklik õppekava, 1999).

Abiõppe matemaatikaõpetusega taotletakse, et õpilane saab aru matemaatika kohast inimtegevuses ning oskab kõiki omandatud teadmisi ja oskusi kasutada praktiliste eluliste probleemide lahendamisel. Matemaatika õpetamise esimese etapi (1.-2. klass) ülesanne on aidata lastel omandada kujutlus matemaatikast kui õppeainest, näidata, millega see aine tegeleb ja kuidas ta on seotud õpilaste endi elu ja tegevusega. Õpilased täpsustavad ja liigestavad oma kogemuslikke kujutlusi esemete ja suuruste maailmast, omandavad kujutlused hulkadest, arvudest 20 piires, nende liitehitusest ja esitamisest kümnendsüsteemis, õpivad opereerima hulkadega ning sooritama liitmis- ja lahutamistehteid. Õpitakse ära tundma ja nimetama lihtsamaid geomeetrilisi kujundeid ning kehi (ring, kolmnurk jne), omandatakse esmased kujutlused mõõtmisest ja mõõtühikutest, õpitakse rakendama liitmise ja lahutamise elementaaroskusi lihtsamate eluliste probleemide lahendamisel – esmane tutvumine tekstülesannetega (Põhikooli lihtsustatud riiklik õppekava, 1999).

Seega peaksid LÕKi järgi õppivatel õpilastel matemaatika tegevusliku aluse komponendid (järjestamine, rühmitamine, samaväärse hulga moodustamine, hulga samaväärsuse säilitamine, osa võrdlemine tervikuga, loendamine, mõõtmine ja modelleerimine) olema omandatud 2. klassi lõpuks.

Raskused matemaatika õppimisel ja õpetamisel

Kuigi matemaatiliste oskuste tekkimine jääb varasesse lapsepõlve (ja on tõenäoliselt vähemalt osaliselt kaasasündinud), nõuab elementaarsete matemaatiliste mõistete omandamine lapselt küllaltki kõrget arengutaset, tal peavad olema omandatud niisugused loogilise mõtlemise protsessid nagu analüüs, süntees, üldistamine, võrdlemine jt. Matemaatilised oskused arenevad üksteisest sõltumatult ega ole ranges hierarhilises järjekorras (Maila, 2005b). Perova (2001) rõhutab, et matemaatika kui õppeaine omandamiseks on vajalikud: (a) matemaatilise materjali formaalse struktuuri tunnetamise võime; (b) võime kiiresti ja laialdaselt üldistada; (c) leida seoseid ja lahendada tehteid; (d) võime matemaatiliselt arutleda; (e) mõtlemisprotsesside paindlikkus; (f) matemaatiline mälu (matemaatiliste seoste, ülesannete lahendamise meetodite üldistuste säilitamine mälus). Teisalt ei saa matemaatikaoskuste arengut seostada ainult matemaatilise mõtlemisega. Lisaks kujutlustele arvudest, loendamisest, arvutamisest, mõõtmisest jne, vajab matemaatika omandamine ka arenenud verbaalset mõtlemist.

Põhjuseid, miks matemaatika on raske õppeaine, on mitmeid: laste eripärad, mis seostuvad taju, mälu, mõtlemise ja kõnega ning avalduvad raskustena suulises ja kirjalikus kõnes, arvutamisoskuses, arutlus- ja meenutusoskuses, teabe otsimisel ja struktureerimisel ning vaimse tegevuse organiseerimisel (Mellik & Asik, 2009; Murphy, Mazzocco, Hanich, & Early, 2007). Nimetatud põhjustest enim rõhutavad mitmed autorid mälu (De Smedt et al, 2009; Hart, Petrill, Thompson, & Plomin, 2009; Bull, Espy, & Wiebe, 2008; Mabbott, & Bisanz, 2008; Passolunghi, Mammarella, & Altoè, 2008; Taub, Keith, & Floyd, 2008; Andersson, 2007) ning kõne osatähtsust matemaatiliste raskuste ilmnemisel (Morin & Franks, 2010; Hart et al, 2009; Bull et al, 2008; Walker, Bo Zhang, & Surber, 2008; Andersson, 2007; Karlep, 1999).

Neuroloogilised uuringud näitavad matemaatika omandamise seotust mitmete aju piirkondade arenguga, kuid mingit konkreetset nö aritmeetika keskust ajus ei leidu. Mõiste *arenguline düskalkuulia* on seotud orgaaniliste düsfunktsioonidega ajus, sageli paremas poolkeras, kuid selgeid neuroloogilisi põhjuseid välja tuua ei saa (Geary, 2004; Lerner, 1993). Munro (2003) põhjal võib arengulise düskalkuulia jaotada avaldumise järgi kuueks vormiks: a) raskused kasutada matemaatilist terminoloogiat (verbaalne düskalkuulia); b) raskused läbi viia operatsioone konkreetsete esemetega, loendamisraskused (apraktilis-gnostiline düskalkuulia); c) raskused lugeda matemaatilisi märke (leksikaalne düskalkuulia); d) raskused kirjutada matemaatilisi märke ja joonestada kujundeid (graafiline düskalkuulia); e) raskused matemaatiliste ideede ja suhete mõistmisel (ideognostiline düskalkuulia); f) raskused matemaatiliste operatsioonide sooritamisel (operatsionaalne düskalkuulia). Arvestades intellektipuudega õpilaste spetsiifilisi erisusi, võib öelda, et kõik eelpool nimetatud raskused võivad neil põhjustada probleeme matemaatika omandamisel.

Pedagoogilise suunitlusega uurimused jagunevad kaheks – ainekeskne ja lapsekeskne lähenemine. Ainekesksed uurimused lähtuvad ideest, et õppeplaanide koostamisel on lähtutud lapse arengu ealistest iseärasustest ning seetõttu on raskuste analüüs ainekeskne. Lapsekeskse suuna esindajad lähtuvad matemaatika algkursuse omandamisraskuste uurimisel lapse arengu iseärasustest. Uurimisobjektiks on lapse psüühilise arengu ealised ja individuaalsed iseärasused, aga ka matemaatika algkursuse omandamist mõjutavad sotsiaalpsühholoogilised mõjurid (Viitar, 1996). Magne (1991) on välja toonud neli kõige sagedamini esinevat ja matemaatika omandamisraskusi põhjustavat sümptomite gruppi: (a) õppimisvõimetuse erinevad vormid, nagu madal intelligentsus, madal õppimisvõime jne; (b) madal püsivus ja tahtejõud; (c) afektiivsed häired, mis on sageli spetsiifilistes seostes matemaatikaga, nagu spetsiifiline matemaatika sallimatus ja ahistatus; (d) ebastabiilsus, hüperaktiivsus, püsimatus või alanenud kontsentratsioonivõime. Kõik eelpool nimetatud sümptomid võivad esineda intellektipuudega õpilastel ning raskendada neil matemaatika kui aine omandamist.

Intellektipuudega õpilaste probleemid matemaatika omandamisel. Intellektipuudega lastel on raske igasuguse vaimse tegevuse, sh ka matemaatika omandamine, sest kognitiivsed võimed ja matemaatikaalased saavutused on omavahel seotud (Bouck & Kulkani, 2009; Kikas et al, 2009; Mabbott & Bisanz, 2008; Taub et al, 2008; Chung & Tam, 2005). Paremini on neil omandatud ainelõigud, mis on seotud esemeliste tegevustega ning võimaldavad näitlikustamist (nt suuruskujutlused, hulgakujutlused, geomeetria, numeratsioon) (Viitar, 1998a).

Seosed sõna ja suurustunnuse vahel on intellektipuudega õpilastel täpselt välja kujunemata. Raskeim on kasutada teadmisi objektide võrdlemisel, sest ei tunta võrdlemisvõtteid ega suudeta kindlaks määrata erinevusi objektide vahel ning neid sõnastada. Ruumis orienteerumine on omandatud kujutluste tasandil, seosed ruumisuhete ja vastavate sõnade vahel on ebatäpsed. Paremini orienteerutakse endast lähtuvalt kui suudetakse määratleda objektide asukohti teineteise suhtes. Ajas orienteeruvad intellektipuudega lapsed oma ööpäevase tegevuse alusel ning looduses valguse ja pimeduse vaheldumise järgi. Ööpäeva osade täpne tähistamine sõnaga pole neil veel selge. Probleemne on ajakujutluste õigesse ajalisse järjekorda seadmine ning ajahetke kestvuse määramine (Viitar, 1998a).

Hulkade võrdlemisel eelistavad intellektipuudega lapsed loendamist. Ka teised tegevused hulkadega on seostunud loendamise, arvude ja nende võrdlemisega (Viitar, 1998a).

Paremini tunnevad õpilased väliselt eristatavaid kujundeid nagu kolmnurk, nelinurk ja ring. Sarnaseid kujundeid nagu ruut ja ristkülik ei eristata ega seostata nimetusega. Raske on geomeetriliste vormide nägemine esemetes ning nende nimetamine (Viitar, 1998a). Samas tuleb rõhutada geomeetriaalaste oskuste ja teadmiste tähtsust igapäevaelus (Cawley, Foley, & Hayes, 2009).

Intellektipuudega õpilaste teadmised ja oskused numeratsioonist on formaalse iseloomuga. Arvude nimetused kasvavas järjekorras on õpitud pähe mehhaaniliselt, kuid arvurea endaga opereerida ei osata. Paljudel õpilastel on omandamata arvude ja numbrite vahelised seosed. Raskusi valmistab abstraktsema iseloomuga iseseisvat loogilist mõtlemist ja järelduste tegemist nõudvate ainelõikude omandamine (nt ajakujutlused, tehted arvudega) (Viitar, 1998a).

Matemaatikakursuse üheks oluliseks osaks on aritmeetiliste tehete õppimine. Samas on nimetatud oskus üks raskemaid (Viitar, 1998a) ning matemaatika omandamisraskustega lastel on arvutamisega suuri probleeme (Fuchs et al, 2010). Arvu mõiste areneb samm-sammult tihedas seoses inklusioonisüsteemide (loogiliste klasside hierarhia) ja asümmeetriliste seoste (kvalitatiivsed seriatsioonid) astmelise väljakujunemisega, kusjuures arvude rida konstitueerub seega klassifikatsiooni ja seriatsiooni operatsionaalse sünteesina (Piaget & Szeminska, 2002). Arvu koostise tundmine on väga oluline baasoskus peast arvutamise oskuse kujundamisel. Raskused üleminekuga liitmisel ja lahutamisel tekivad, sest lastel puudub arvu koostise formuleerimise ettekujutus esimese kümne piires. Ettekujutus arvu koostisest on vundamendiks, ilma milleta on võimatu edukalt omandada üleminekuga liitmist ja lahutamist (Värv, 2009).

Aritmeetiliste tehete lahendamise raskuste põhjuseid on mitmeid. Viitar (1998a) toob välja, et LÕKi alusel õppivatel 1.-2. klassi õpilastel on omandamata arvude ja numbrite vahelised seosed ning tehtemärkide tähendus. Lapsed on alles arvutamise algetapil, st arvutavad näiteks sõrmedel juurde- ja äraloendamise teel, mistõttu võivad tekkida vead loendamisel. Üks olulisi probleeme intellektipuudega õpilastel arvutamisoskuse omandamisel on mälust vastuste leidmine (Fuchs et al, 2010; Chong & Siegel, 2008; Geary, 2004). Aritmeetiliste tehete omandamisel on oluline roll täpsusel ja kiirusel matemaatiliste probleemide lahendamisel (Mabbott & Bisanz, 2008). Üldiselt on õpilastel paremini omandatud liitmise kui lahutamise olemus. Paljudel õpilastel on omandamata liitmise ja lahutamise ning tehtekomponentide vahelised seosed, mis omakorda põhjustab vigu puuduva tehtekomponendi leidmisel (Viitar, 1998a). Aritmeetiliste tehete sisu mõistmine on aga oluline vastavate oskuste omandamisel (Tournaki, Young, & Kerekes, 2008).

Aritmeetiliste tehete õppimisega kaasneb tekstülesannete koostamine ja lahendamine. Tekstülesanded võimaldavad siduda arvud last ümbritseva tegelikkusega, avades sel viisil matemaatika mitmeid funktsioone (Neare, 1998). Kognitiivpsühholoogia oluline seisukoht on, et tekstülesande lahendamise edukus sõltub lapse kognitiivse arengu tasemest, tähenduse eristamisest, tekstide keerukusest ja nende mõistmisest. Tekstülesande sõnastus ja teksti struktuur suunavad aritmeetiliste operatsioonideni – enne matemaatilise lahenduseni jõudmist on oluline mõista teksti sisu keelelisest aspektist lähtudes (Mutso & Tröner, 2009). Tekstülesannete lahendamine on kõikide matemaatikaalaste teadmiste ja oskuste süntees. Sellest lähtuvalt saab otsustada õpilase jõudluse üle matemaatikas just tema tekstülesannete lahendamisoskuse põhjal (Kuusk, 2009). Intellektipuudega õpilased vajavad aga enamasti tekstülesannete lahendamisel abi (Viitar, 1998a). Matemaatiliste tekstülesannete puhul võivad probleeme põhjustada mitmed mittematemaatilised nüansid – laste lugemisoskus, taustteadmised, ülesande sõnavara, arvsõnade esitamine, suhete väljendamine, lauseehitus, teksti struktuur, küsimuse sõnastamine (Karlep, 1998).

Enne arvudega matemaatika juurde jõudmist peab laps olema omandanud matemaatikat toetavad tegevused. Põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava matemaatika ainekavasse on planeeritud suurendada 1. klassis protsessuaalse aluse kujundamisele kuluvat aega. Soovitatud ka 2. klassis tegeleda ühetehteliste tekstülesannetega, sest intellektipuudega 2. klassi õpilased pole seda oskust veel piisavalt kindlalt omandanud. Ka on oluline liitmise ja lahutamise tehete olemuse kinnistamine ning tehtekomponentide ja tulemuste seoste avamine (Maila, 2009a).

Matemaatika tegevusliku aluse komponendid

Igal matemaatika mõistel on ainult temale omane tegevuslik alus. Kui laps tegevusi mõistab ja õppimisel kasutab neid õiges järjekorras, saame rääkida mõtestatud õppimisest. Kui aga laps vajalikke tegevusi õigel ajal sooritama ei õpi, siis ei suuda ta neid ka kasutada ja matemaatika muutubki raskeks õppeaineks (Noor, 1998). Piaget' eristab mõtlemisoperatsiooni kujunemisel kolme etappi: (a) käelise (materialiseeritud) tegevuse etapp, kus laps sooritab tegevust algusest lõpuni konkreetsete esemetega; (b) sõnalise ehk verbaalse tegevuse etapp, kus laps kirjeldab tegevust; (c) mõttelise ehk seesmise tegevuse etapp, kus laps suudab kogu tegevusest luua kujutluspildi (Karlep, 1999; Noor, 1998).

Mõtlemisoperatsioonide ühinemisel kujuneb mõtlemisoperatsioonide süsteem (protsess). Algklasside matemaatika õppesisu protsessuaalne komponent sisaldab endas matemaatika põhimõistete loogilist struktuuri silmas pidades vähemalt kaheksat tegevust: järjestamine, rühmitamine, samaväärse hulga moodustamine, hulga säilitamine ehk püsimine, terviku ja tema osa võrdlemine, loendamine, mõõtmine ja modelleerimine. Lisaks neile tegevustele kasutab algklasside matemaatika paljusid üldkasutatavaid tegevusi, nagu vaatlemine, lugemine, kirjutamine jne (Noor, 1998; Viitar, 1998b). Kõik need aitavad kaasa matemaatika aine ehk kõigi nende kujutluste-mõistete, otsustuste, eeskirjade, reeglite, järelduste jne õpetamisele, mille abil saab realiseerida matemaatika õpetamise kognitiivseid eesmärke (Noor, 1998).

Järgnev ülevaade matemaatika tegevusliku aluse komponentidest on koostatud E. Noore (1998) põhjal, juurde on lisatud teiste autorite seisukohti.

Järjestamisel võrreldakse objekte neid eristava tunnuse (matemaatikas eeskätt kvantitatiivse (suurus-, asendi-, aja-, hulgatunnused) erinevuse) alusel. Järjestamise abil korrastab laps oma ümbrust, määrab enda asukohta ruumis ja ajas ning võrdleb ümbritsevaid tegevusi ja nähtusi ning kasutab järjestusseoseid arvude rea tundmaõppimisel, võrratuste selgitamisel ja lahendamisel jne. Maila (2009b) lisab, et järjestamisoskused kujunevad lõplikult välja alles paljude praktiliste järjestamiste käigus.

Rühmitamisel võrreldakse kaht või enamat objekti nende ühise tunnuse (suurus-, asendi-, ajatunnused) alusel. Rühmitamise aluseks on ekvivalentsiseos hulgal ning tulemuseks ekvivalentsete objektide paar. Rühmitamise abil korrastab laps teda ümbritsevat esemete ja nähtuste maailma ning orienteerub ajas ja ruumis. Rühmitamine on aluseks hulga mõiste tekkele. Rühmitamise kaudu jõuab laps kiiresti ka klassifitseerimiseni, mis on ühe ja sama esemete või nähtuste hulga jaotamine kahe või enama ühise tunnuse järgi osahulkadeks. Rühmitamine ja järjestamine on üksteist täiendavad tegevused.

Samaväärse hulga moodustamine on tegevus, mille abil laps üksühese vastavuse seose alusel etteantud hulga järgi moodustab teise, kuid samaväärse hulga. Samaväärse hulga moodustamise aluseks on seega kõige lihtsam hulkadevaheline seos – üksühese vastavuse seos, mille algelemendiks on esemete paar. Samaväärse hulga moodustamise algetapil tuleb vältida loendamist. Seda võiks hakata kasutama alles siis, kui vastavusseostel põhinevad tegevused on lapse poolt mõtestatud. Järjestamise, rühmitamise ja samaväärse hulga moodustamisega toimetulev laps on suuteline mõtestama kõiki seoseid, mis kuuluvad asjade maailma. Selle kaudu avaneb ka uks arvude maailma, sest loendamine, numeratsioon ning liitmine ja lahutamine on lõpmatu järjestus- ja ekvivalentsiseoste rakendamine.

Hulga samaväärsuse säilitamine on tegevus, mis kindlustab hulga püsimise ka siis, kui tema esemete paigutuses on tehtud muudatusi. Samaväärsuse säilitamisel on kaks erinevat tahku: hulk püsib samaväärsena iseenda ning teise hulga suhtes. Hulga püsimist näitav tegevus on valdavalt mõtteliselt ehk kujutluste tasemel sooritatav. Hulga säilitamisel põhinevat mõtlemisoperatsiooni peetakse lapse vaimse arengu üheks oluliseks näitajaks, millele hiljem tugineb pööratavusel põhinev mõtlemisoskus, mis on oluliseks eelduseks edasistele matemaatikaõpingutele.

Osa ja terviku võrdlemine on mõtteline tegevus, mis järjestab hulga ja tema osahulga neid eristava tunnuse alusel. Et osa kuulub tervikusse, siis on mõlemal objektil vähemalt üks ühine tunnus. Et neid saaks võrrelda, peab neil olema vähemalt üks eristav tunnus. Sarnasuse ja erinevuse samaaegne arvestamine teebki osa ja terviku võrdlemisest ühe raskemini mõistetava ja aeglaselt kujuneva mõtlemisoperatsiooni. Osa ja terviku vahekorra mõistmisel põhinevad mitmed teemad koolimatemaatikas: üht ja sama liiki suuruste võrdlemine, arvude rea mõtestamine, arvude liitehituse tundmaõppimine jne. Osa ja terviku võrdlemise oskuse järgi saab otsustada, kas lapse mõtlemise areng on jõudnud formaalsete operatsioonide künnisele.

Loendamine seab loendatavad esemed ja järjestikused arvsõnad üksühesesse vastavusse. Loendamine on ainus vahend, mille abil saab kindlaks teha esemete arvu. Loendamise toel mõtestatakse arvurida, selgitatakse kõiki numeratsiooniküsimusi, õpitakse tundma arvude koostist ja selgitatakse liitmist ning lahutamist. Loendamise eeldusteks on loendatavate esemete olemasolu ja arvude nimetuste tundmine. Loendamistegevuse esialgseks kriteeriumiks on füsioloogilise mehhanismi töölerakendumine. Loendamise matemaatiline tähendus tuleb ilmsiks, kui näiteks viie eseme loendamise järel lapselt küsida *Näita, kus on viis* ning laps osutab loendatud esemete hulgale, mitte viimasena loendatud esemele. Eelpool nimetatud olulisi aspekte loendamisoskuse puhul tähtsustavad ka Clements ja Sarama (2004).

Mõõtmine seisneb mõõtühiku järjestikuses paigutamises mõõdetavale suurusele. Mõõtmise all mõeldakse esemete võrdlemist nende kõrvuti, peale või sisse paigutamise teel. Mõõtühiku ümberpaigutamisega kaasneb loendamine, sealt jõutakse mõõtarvuni. Hiljem loetakse mõõtarv mõõteskaalalt. Mõõtmisel põhineb suuruse mõiste. Mõõtmistegevuse tunnetuslikuks aluseks on diskreetsete objektide erinevuse tajumine ning sellest tulenev vajadus neid võrrelda. Maila (2009b) lisab, et vajadus mõõtmiste järele tekib praktilistes järjestustes.

Modelleerimine asendab reaalsed objektid neid lihtsustavate analoogidega. Koolimatemaatika on peaaegu igal sammul seotud modelleerimisega. Lapsele saab modelleerimist teha kõige enam tajutavaks geomeetria mõistete kaudu. Modelleerimine ja mudelite mõtestamine toetuvad vaatlemisele ja võrdlemisele. Modelleerimine kulgeb läbi mudelite valmistamise ja nende mõtestamise.

Eelpool nimetatud matemaatika tegevusliku aluse protsessuaalsed komponendid aitavad kaasa matemaatika aine õpetamisele ning võimaldavad suunata matemaatikamõistete kujunemist (Noor & Rohtla, 2004). Vaadates LÕKi järgi õppivate laste olemasolevat ning kasutatavat matemaatika õppematerjali (E. Värvi (2001; 2002; 2005; 2006a; 2006b) koostatud 1. ja 2. klassile ning I. Mutso (2002a; 2002b; 2003) koostatud 3. ja 4. klassile) võib öelda, et 1. klassis tegeletakse matemaatika tegevusliku aluse komponentide õpetamisega suures mahus ning töö jätkub olulisel määral ka 2. klassis. Mõningal määral on vastavaid tegevusi ka 3. ja 4. klassi õppematerjalides. Õpetaja ülesanne on märgata, millal ja mis ulatuses on vajalik sobilikku õppematerjali juurde otsida/koostada ning rakendada.

Nagu eelpool öeldud, peab laps olema enne arvudega matemaatika juurde jõudmist omandanud matemaatikat toetavad tegevused. Inimtegevuse aluseks on mõtlemine kui loogiliste operatsioonide kaudu kulgev psüühiline protsess. Mõtlemise areng toimub kindlate etappide kaudu, kui madalam järk on omandamata, ei teki ka kõrgemat järku. Intellektipuudega õpilastele on nende kognitiivse arengu tasemest ning psüühiliste protsesside iseärasustest lähtuvalt raske igasuguse vaimse tegevuse omandamine. Lisaks on samaealiste laste arengu kiirus erinev. Eelnevast tulenevalt on käesoleva magistritöö **eesmärgiks** selgitada välja matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse omandatuse tase põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel.

Matemaatika omandamisraskused võivad olla tingitud väga erinevatest põhjustest. Arvestades propedeutilisele perioodile panustatud aega ning LÕKi matemaatika aine mahtu 1. klassis, peaksid 2. klassi õpilased olema omandanud matemaatikat toetavad tegevused. Nimetatud seisukoht tugineb LÕKi matemaatika ainekava I kooliastme esimese etapi (1.-2. klass) sisule (Põhikooli lihtsustatud riiklik õppekava, 1999). Arvestades aga intellektipuudega õpilaste spetsiifiliste iseärasustega, on tõenäoline, et nimetatud tegevused on paljudel jäänud omandamata. Lähtuvalt eelnevast on töö **hüpoteesiks** väide, et matemaatika tegevusliku aluse komponendid on põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel omandatud osaliselt.

Lähtudes matemaatika tegevusliku aluse protsessuaalsete komponentide omandatuse olulisusest matemaatika aine õpetamisel ning matemaatikamõistete kujunemisel, tulenevad nimetatud hüpoteesist järgmised **allhüpoteesid**:

- Järjestamisoskuse omandatus mõjutab numeratsiooniülesannete lahendamisoskust.
- Rühmitamisoskuse omandatus mõjutab hulkadega tegevuste oskuste kvaliteeti.
- Järjestamis- ja klassifitseerimisoskuse omandatus mõjutab loendamisoskuse kvaliteeti.
- Loendamisoskuse omandatus mõjutab arvude koostise tundmist ning liitmis- ja lahutamisoskust.
- Hulkadega tegevuste oskuste omandatus mõjutab arvutamisoskust ja arvutustulemusi.

Meetod

Katseisikud

Käesoleva töö koostamiseks vajaliku katsegrupi moodustamiseks viidi Tartu Kroonuaia Kooli 2.-4. klassi õpilaste hulgas läbi rühmakatse (kontrolltöö). Õpilaste uurimine toimus 2009. aasta aprillikuus, sellest võttis osa 32 õpilast (vt tabel 1)

Tabel 1. Rühmakatses osalenud õpilased

	Õpilased	Poisid	Tüdrukud
2. klass	8	6	2
3. klass	11	6	5
4. klass	13	6	7

Kontrolltöö tulemuste põhjal viidi 3. ja 4. klassi kolme tugevama ning kolme nõrgema õpilasega läbi individuaalkatsed. Kuna lähtuvalt LÕKi matemaatika ainekavast peaksid matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid olema omandatud I kooliastme esimese etapi lõpuks, siis osalesid kõik 2. klassi õpilased individuaalkatsetes. Kokku osales individuaalkatsetes 20 õpilast (vt tabel 2).

Tabel 2. Individuaalkatsetes osalenud õpilased

	Õpilased	Poisid	Tüdrukud
2. klass	8	6	2
3. klass	*T* 3	1	2
	N 3	3	0
4. klass	*T* 3	0	3
	N 3	2	1

Märkus. T – kontrolltöö tulemuste põhjal tugevamad õpilased,
N – kontrolltöö tulemuste põhjal nõrgemad õpilased

Mõõtvahendid ja protseduur

Katsegruppi kuuluvate laste uurimine toimus rühma- ja individuaalkatsete abil, millega selgitati välja põhitegevuste ja osaoskuste omandatuse kvaliteet. Iga matemaatika omandamiseks vajalikku põhitegevust uuriti eraldi.

M. Maila (2005a; 2005b) poolt koostatud rühmakatse materjal lähtub tavakooli esimese klassi matemaatika õpetamise eesmärkidest. Käesoleva töö tarbeks koostas autor eelpoolnimetatust lihtsustatud variandi, mis erines M. Maila katsematerjalist arvuvalla poolest, kuna LÕKi järgi on 2. klassis arvuvald 20 piires (vt lisa 1).

Individuaalkatsete materjali (vt lisa 2) koostamisel (Maila, 2005a; 2005b) on lähtutud algklasside matemaatika õppesisu protsessuaalsest komponendist. Individuaalse uurimise käigus jälgiti lapse töötamist ning võimalusel tehti märkmeid tema mõttekäikude ja lahendamise strateegiate, abivahendite ja algoritmide kasutamise kohta.

Rühmakatse läbiviimine. Standardiseerimata ainetest (kontrolltöö) viidi kolmes testitavas klassis läbi erinevatel aegadel: 2. klassis 07.04.2009, 3. klassis 03.04.2009 ja 4. klassis 06.04.2009. Kontrolltöö viis läbi käesoleva töö koostaja, kes lähtus töö läbiviimisel matemaatika standardiseerimata ainetesti manuaalist (Maila, 2005a). Kontrolltöö ülesannete lahendamiseks anti õpilastele aega üks koolitund ehk 45 minutit, mis oli kõigi katses osalenud õpilaste jaoks piisav. Enne töö alustamist loeti koos õpilastega läbi töökorraldused ning vajadusel selgitati, mida ülesande lahendamiseks teha tuleb. Töö ajal oli õpilastel võimalik soovi korral esitada katse läbiviijale täpsustavaid küsimusi. Kontrolltöö tulemusi kontrollis ning skooris samuti töö autor.

Katsegruppide moodustamine. Kontrolltöö eest saadud punktid teisendati IQ-punktideks, mille all mõistetakse standardpunkte. P. Keesi (1984) põhjal on IQ-ühikud oma olemuselt standardpunktid ning IQ on niisugune mõõteskaala, mille aritmeetiliseks keskmiseks on 100 ja sigmaks 15. Nii võib teda käsitleda ka standardpunktide ühe liigina.

Testi toorpunktide teisendamine IQ-punktideks toimus valemi $X' = \frac{\sigma'}{\sigma}\left(X - \bar{x}\right) + \bar{x'}$ järgi, kus X on teisendatava algpunkti väärtus; X' on teisendatud punktisüsteemi väärtus; $\bar{x}$ on algpunktides antud vaatlusseeria aritmeetiline keskmine; $\bar{x}'$ on teisendatud punktisüsteemi aritmeetiline keskmine (väärtus IQ-punktide skaalal 100); σ on algpunktides antud vaatlusseeria standardhälve; σ' on teisendatud punktisüsteemi standardhälve (väärtus IQ-punktide skaalal 15) (Kees, 1984).

Kuna õpilaste poolt sooritatud kontrolltöö keskmised punktid erinesid märgatavalt (vt tabel 6), siis teisendati tulemused IQ-punktideks eraldi klasside kaupa (vt tabel 4), vastasel juhul poleks olnud võimalik selekteerida välja 3. ja 4. klassi tugevamaid ja nõrgemaid õpilasi (vt lisa 3).

Tabel 4. Õpilaste jaotus tasemetesse IQ-punktide järgi (klasside kaupa)

		2. klass		3. klass		4. klass	
Tase	IQ-punktid	arv	%	arv	%	arv	%
1. väga kõrge	120 ja rohkem	0	0	1	9	0	0
2. kõrge	110 – 119	3	38	2	18	3	23
3. keskpärane	90 – 109	3	38	5	46	7	54
4. madal	80 – 89	1	12	2	18	1	8
5. väga madal	79 ja vähem	1	12	1	9	2	15

Võrreldes saadud tulemusi (vt tabelid 4 ja 5) õpilaste eeldatava jaotusega tasemetesse, võib öelda, et tulemused on ligilähedaselt sarnased keskpäraste õpilaste puhul. Kaks kõrgemat ja kaks madalamat astet on võrreldavad, kui vaadelda neid kahekaupa summeerituna. Jaotuse erinevused võivad olla tingitud ka katseisikute väikesest arvust.

Tabel 5. Õpilaste eeldatav ja tegelik jaotumine jõudluskategooriatesse

Tase	IQ-punktid	Õpilaste eeldatav %	Õpilaste arv	Õpilaste tegelik %
1. väga kõrge	120 ja rohkem	8,9	1	3
2. kõrge	110 – 119	16,1	8	25
3. keskpärane	90 – 109	50	15	46
4. madal	80 – 89	16,1	4	13
5. väga madal	79 ja vähem	8,9	4	13

Märkus. Õpilaste eeldatava jaotuse on andnud P. Kees (1984)

Individuaalkatsete läbiviimine. Matemaatika tegevusliku aluse omandatuse selgitamiseks viidi läbi individuaalkatsed kõikide 2. klassi õpilastega ning kolme tugevama ja kolme nõrgema 3. ja 4. klassi õpilasega. Uurimismeetodina kasutati M. Maila (2005a; 2005b) koostatud matemaatika omandatuse uurimismaterjali I klassile.

Individuaalkatsete läbiviimisel abistas vajadusel katse läbiviija katseisikuid ülesannete sooritamisel. Selleks rakendati kolme põhimõttelist abistamise astet: (a) ülesande korralduse kordamine/ümbersõnastamine; (b) katseisiku tähelepanu juhtimine ülesande ebaolulistele tunnustele; (c) katseisiku tähelepanu juhtimine ülesande olulistele tunnustele. Konkreetsed esitatud küsimused/antud juhised varieerusid vastavalt situatsioonile ning õpilase reageeringule. Tulemuste skoorimisel jaotati vastav ainevaldkond ülesanneteks ning seejärel kasutati järgnevat jaotust: (a) ülesanne sooritati iseseisvalt – 4 punkti; (b) ülesanne sooritati I astme abiga – 3 punkti; (c) ülesanne sooritati II astme abiga – 2 punkti; (d) ülesanne sooritati III astme abiga – 1 punkt; (e) ülesannet ei sooritatud – 0 punkti.

Individuaalkatsete analüüsil selgitati välja teemavaldkonna puhul abi vajanud õpilaste arv ning mitmenda abistamise astme toel õpilane ülesande sooritas. Juhul, kui abistamine ei andnud tulemusi, loeti ülesanne mittesooritatuks.

Tulemused

Rühmakatse tulemused

Standardiseerimata ainetesti (kontrolltöö) tulemuste põhjal selgitati välja 3. ja 4. klassi õpilaste hulgast tugevamad ja nõrgemad õpilased. 2. klassi õpilaste puhul jaotus jõudlusgruppidesse käesoleva töö seisukohast eraldi tähtsust ei oma, kuna kõik nendest osalesid individuaalkatsetes.

Rühmakatse tulemuste kvantitatiivne analüüs. Kontrolltöö tulemustest (vt tabel 6) selgus, et keskmiselt saadi 42,4 punkti (maksimaalne punktisumma 58), mis annab keskmiseks lahendusprotsendiks 73,1. Ülesannete lahendamise edukuse leidmiseks kasutati valemit $\% = \frac{\bar{x} \cdot 100}{T}$, kus x on kontrolltöö toorpunktide aritmeetiline keskmine ja T on ülesande eest saadud toorpunktide maksimum.

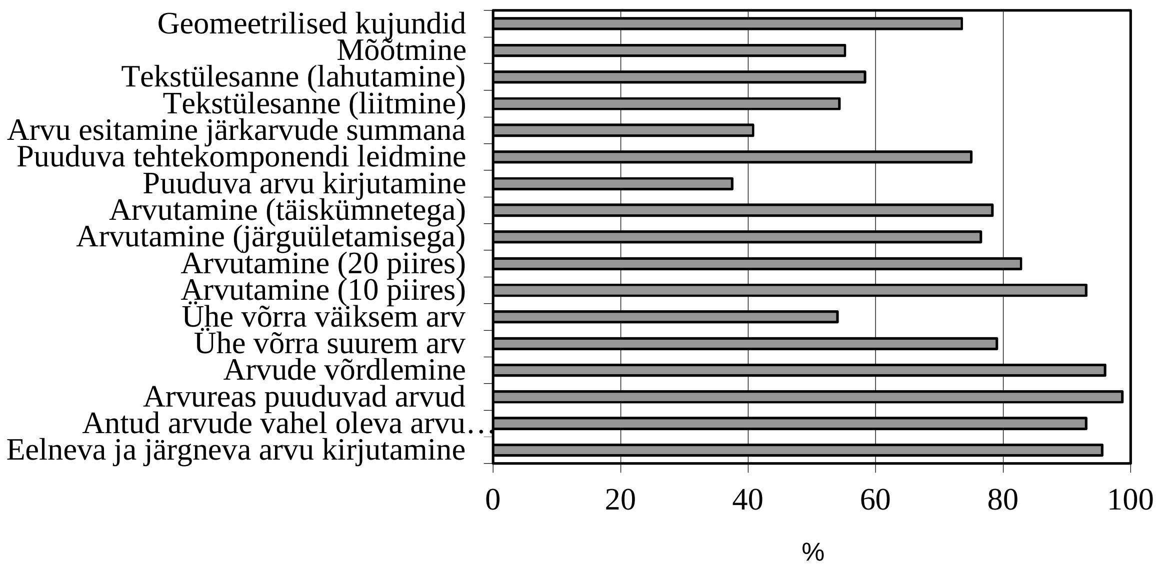
Tabel 6. Kontrolltöö tulemused toorpunktide alusel

Klass	Õpilased				Tüdrukud				Poisid			
	N	*M*	*SD*	%	*N*	*M*	*SD*	%	*N*	*M*	*SD*	%
2. klass	8	35,3	10,62	60,8	2	30,5	17,68	52,6	6	36,9	9,12	63,6
3. klass	11	42,0	6,12	72,4	5	44,7	4,41	77,1	6	39,8	6,78	68,5
4. klass	13	47,1	7,31	81,1	7	44,0	8,36	75,8	6	50,7	3,93	87,4
Keskmine		42,4	8,97	73,1		39,7	9,35	68,5		42,4	8,94	73,2
Kokku	32				14				18			

Märkus. N – laste arv, *M* – kontrolltöö toorpunktide aritmeetiline keskmine, *SD* – standardhälve, % - lahendusedukuse protsent

Eelnevas tabelis toodud tulemustest on näha, et nii kontrolltöö keskmine tulemus kui ka lahendusedukuse protsent tõusevad klassiti. Kõige paremini lahendasid kontrolltöö 4. klassi poisid ning kõige madalamad tulemused olid 2. klassi tüdrukutel. Lisaks võib märgata, et tulemuste hajuvus klasside kaupa väheneb 3. ja 4. klassi õpilaste puhul ning enamasti olid poisid edukamad ning mõnevõrra ühtlasema tasemega lahendajad kui tüdrukud.

Kogu katsegrupi ulatuses (vt joonis 1) olid kontrolltöö tulemused kõrgemad numeratsiooni- ja võrdlusülesannete lahendamisel (lahendusedukus kõigil juhtudel üle 90%). Ühe võrra suurema/väiksema arvu leidmisel võib märgata suhteliselt suurt erinevust (lahendusedukuse protsendid vastavalt 79 ja 54) ning madalamat taset võrreldes ülejäänud numeratsiooniülesannete lahendamisega. Nõrgemateks valdkondadeks osutusid ülesanded arvude liitehituse ja kümnendkoostise (lahendusedukus 40,8%) tundmisest. Samas tuleb siinkohal märkida, et puuduva tehtekomponendi leidmise ülesanne (lahendusedukus 75%) oli oluliselt paremini lahendatud kui puuduva arvu leidmise ülesanne (lahendusedukus 37,5%). Arvutamisülesannete puhul on raskemateks osutunud järguületamisega ning täiskümnetega arvutamine (lahendusedukuse protsendid vastavalt 76,5 ja 78,3). Tekstülesannete puhul oli lahendusedukus sarnane (vastavalt 54,3% ja 58,3%), mõnevõrra paremad tulemused saadi hulkade eraldamise ülesandes. Suhteliselt madal edukusprotsent (55,2%) ilmnes mõõtmisülesannete puhul, kus on märgata ka keskmise tulemuse mõnevõrra suuremat hajuvust võrreldes ülejäänud ülesannetega. Geomeetriliste kujundite tundmine osutus keskmise raskusega ülesandeks (lahendusedukus 73,5%).



Joonis 1. Kontrolltöö ülesannete lahendamise edukus

Vaadates ülesannete lahendamise edukust klasside kaupa (vt tabel 7), võib öelda, et kõigis klassides olid kõrgemad tulemused numeratsiooniülesannete lahendamisel (4. klassis 100%). Samas ilmnes, et seos ühe võrra suurem/väiksem on märgatavalt raskem ülesanne 2. klassi õpilaste jaoks ning ühe võrra väiksema arvu leidmisel oli palju eksimusi ka 3. klassi õpilastel. Arvude võrdlemisel oli lahendusedukus 100% 3. ja 4. klassi õpilastel. Märgatav vahe ilmnes puuduva arvu ning puuduva tehtekomponendi leidmise ülesannete lahendamise edukuses, kuigi tegemist on ühe valdkonna ülesannetega. Puuduva arvu kirjutamisel osutusid kõige nõrgemaks 4. klassi õpilased (lahendusedukus 27%). 2. ja 3. klassi õpilaste jaoks kõige raskemaks ülesandeks osutus arvude esitamine järkarvude summana (lahendusedukused vastavalt 12,5% ja 31,8%). Arvutamisülesannetest olid parimad tulemused kõigis valdkondades 4. klassi õpilastel. 2. klassi õpilased olid edukamalt lahendanud 10 piires arvutamise ülesande ning raskeimaks neile osutus täiskümnetega arvutamine. Võrreldes tekstülesannete lahendamist, on märgata, et mõnevõrra edukamalt olid kõikide klasside õpilased lahendanud hulkade eraldamise ülesande. Mõõtmisülesande lahendamisel oli õpilaste edukus võrreldav 2. ja 4. klassi õpilaste puhul, kelle tulemused jäid veidi madalamaks 3. klassi õpilaste tulemustest. Geomeetriliste kujundite tundmise ülesande sooritasid sarnasel tasemel 2. ja 3. klassi õpilased ning neist märgatavalt edukamalt tulid nimetatud valdkonna ülesannetega toime 4. klassi õpilased.

Tabel 7. Ülesannete lahendamise edukus

	2. klass		3. klass		4. klass		Tugevam grupp		Nõrgem grupp	
	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*
Eelneva ja järgneva arvu kirjutamine	87,5	0,53	95,5	0,17	100	0	97,5	0,1	94,0	0,21
Antud arvude vahel oleva arvu kirjutamine	81,0	0,37	93,0	0,16	100	0	100	0	100	0
Arvureas puuduvad arvud	99,0	0,09	97,0	0,3	100	0	94,3	0,41	100	0
Arvude võrdlemine	84,5	1,41	100	0	100	0	100	0	100	0
Ühe võrra suurem arv	50,0	0,53	95,0	0,1	83,0	0,37	83,0	0,41	91,0	0,13
Ühe võrra väiksem arv	25,0	0,46	39,0	0,49	85,0	0,38	67,0	0,52	50,0	0,55
Arvutamine (10 piires)	87,5	0,76	95,5	0,4	94,3	0,44	95,6	0,41	95,8	0,41
Arvutamine (20 piires)	70,8	2,19	85,0	1,14	88,5	1,65	88,8	1,21	66,7	2,1
Arvutamine (järguületamisega)	66,7	2,56	78,8	1,49	80,8	1,72	94,5	0,52	52,8	1,72
Arvutamine (täiskümnetega)	59,5	2,0	75,0	1,1	90,5	0,63	91,8	0,82	75,0	0,89
Puuduva arvu kirjutamine	50,0	1,07	41,0	0,98	27,0	0,78	41,5	0,98	16,5	0,82
Puuduva tehtekomponendi leidmine	56,3	1,91	77,5	1,14	84,5	1,04	100	0	50,0	1,1
Arvu esitamine järkarvude summana	12,5	1,41	31,8	1,61	65,5	1,89	75,0	1,55	0	0
Tekstülesanne (liitmine)	28,7	0,83	48,3	1,21	74,3	0,83	83,3	0,84	33,3	0,89
Tekstülesanne (lahutamine)	37,7	1,13	51,7	1,29	77,0	0,85	83,3	0,84	33,3	0,89
Mõõtmine	52,2	2,3	59,2	1,81	53,8	2,39	91,7	1,22	55,5	2,34
Geomeetrilised kujundid	65,8	1,06	63,8	0,93	86,5	0,78	87,5	0,55	57,5	1,03

Märkus. % - lahendamise edukus, *SD* – keskmise tulemuse standardhälve

Võttes kokku kontrolltöö tulemused ainevaldkondade kaupa klasside võrdluses (vt tabel 8) võib öelda, et ülesannete lahendamisedukus suureneb klassiti (v.a. mõõtmisülesanded, kus edukaimaks osutusid 3. klassi õpilased ning geomeetriliste kujundite tundmine, mille puhul 2. klassi õpilased said veidi edukamalt hakkama 3. klassi õpilastest). Tekstülesannete lahendamisel eksisid enam 2. ja 3. klassi õpilased, 4. klassi õpilaste jaoks osutus raskeimaks mõõtmisülesannete lahendamine.

Tabel 8. Kontrolltöö tulemused ainevaldkondade kaupa

	2. klass		3. klass		4. klass		Tugevam grupp		Nõrgem grupp	
	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*	%	*SD*
Numeratsioon ja arvude võrdlemine	89,1	1,92	97,5	0,39	100	0	97,9	0,51	98,8	0,21
Seos ühe võrra väiksem/suurem	37,5	0,89	67,0	0,53	83,5	0,62	75,0	0,55	71,0	0,56
Liitmine/lahutamine	70,7	7,04	83,2	1,91	88,1	3,48	92,5	1,22	70,0	3,69
Puuduva tehtekomponendi leidmine	54,2	2,76	65,2	1,64	65,3	1,44	80,5	0,98	38,8	1,37
Arvude kirjutamine järkarvude summana	56,3	1,41	77,5	1,62	84,5	1,89	75,0	1,55	0	0
Tekstülesannete lahendamine	33,3	1,85	50,0	2,24	75,7	1,56	83,3	1,55	33,3	1,79
Mõõtmine	52,2	2,3	59,2	1,81	53,8	2,39	91,7	1,22	55,5	2,34
Geomeetriliste kujundite tundmine	65,8	1,06	63,8	0,93	86,5	0,78	87,5	0,55	57,5	1,03

Märkus. % - lahendamise edukus, *SD* – keskmise tulemuse standardhälve

Tugevama ja nõrgema grupi õpilaste kontrolltöö tulemusi (vt tabelid 7 ja 8) võrreldes võib öelda, et numeratsiooni- ja võrdlusülesannete ning 10 piires arvutamise puhul on nimetatud gruppide tulemused suhteliselt sarnased. Ülejäänud ülesannetes on tugevama grupi õpilaste tulemused ootuspäraselt paremad nõrgema grupi õpilaste tulemustest.

Rühmakatse tulemuste kvalitatiivne analüüs. Analüüsi käigus leiti tehte raskus ja ülesande õigesti lahendanud õpilaste protsent grupist. Ülesande raskuse arvutamiseks kasutati valemit $D = \left(1 - \frac{R}{N}\right) \times 100$ ning lahendajate protsent grupis arvutati valemiga $P = \left(\frac{R}{N}\right) \times 100$, kus D on tehte raskus; R on tehte õigesti lahendanud õpilaste arv grupis; N on õpilaste arv grupis; P on tehte õigesti lahendanud õpilaste protsent grupis. Kontrolltöö ülesannetes esinenud vead on toodud lisas 4.

Numeratsioonivaldkonna ülesannetega kontrolliti, millisel tasemel on õpilased omandanud numeratsiooni 20 piires. Kõige edukamalt tulid nende ülesannetega toime 4. klassi õpilased ning raskemaks osutusid nimetatud ülesanded 2. klassi õpilastele (vt tabel 9). 2. klassi õpilaste tulemused olid omakorda madalamad nõrgema grupi õpilaste tulemustest.

Tabel 9. Numeratsiooniülesannete lahendamine tehete kaupa

Üles-ande	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
osa	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
…6 …	8	100	0	11	90,9	9,1	13	100	0	6	100	0	6	83,3	16,7
… 5…	7	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
…11…	7	87,5	12,5	11	90,9	9,1	13	100	0	6	83,3	16,7	6	100	0
…3…	6	62,5	37,5	11	90,9	9,1	13	100	0	6	100	0	6	83,3	16,7
7…9	8	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
17…19	8	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
13…15	7	75,0	25,0	10	90,9	9,1	13	100	0	6	100	0	6	100	0
4…6	7	75,0	25,0	10	81,8	18,2	13	100	0	6	100	0	6	100	0
Arvu-rida 1-20	8	87,5	12,5	11	90,9	9,1	13	100	0	6	83,3	16,7	6	100	0
4 -…	7	37,5	62,5	11	100	0	13	84,6	15,4	6	83,3	16,7	6	100	0
1 -…	7	37,5	62,5	11	90,9	9,1	13	84,6	15,4	6	83,3	16,7	6	100	0
7 -…	7	37,5	62,5	11	90,9	9,1	13	84,6	15,4	6	83,3	16,7	6	83,3	16,7
6 -…	7	37,5	62,5	11	100	0	13	76,9	23,1	6	83,3	16,7	6	83,3	16,7
8 - …	8	37,5	62,5	11	36,4	63,6	13	84,6	15,4	6	50,0	50,0	6	66,7	33,3
7 - …	8	37,5	62,5	11	36,4	63,6	13	84,6	15,4	6	50,0	50,0	6	66,7	33,3
3 - …	8	37,5	62,5	11	45,5	54,5	13	84,6	15,4	6	50,0	50,0	6	66,7	33,3
5 - …	8	37,5	62,5	11	36,4	63,6	13	84,6	15,4	6	50,0	50,0	6	66,7	33,3

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Nimetatud valdkonna analüüs ülesannete kaupa näitas, et eelneva ja järgneva arvu kirjutamisega tulid 100%-liselt toime 4. klassi õpilased. Mõnel määral madalamad tulemused olid 2. ja 3. klassi õpilastel. 2. klassi lapsed polnud igasse lünka arve kirjutanud. 3. klassi õpilastest tugevamasse gruppi kuulunud laps eksis arvu *11* naabrite kirjutamisel ning sama klassi nõrgema grupi õpilastest üks eksis arvu *6* ja teine arvu *3* naabrite kirjutamisel.

Antud arvude vahel oleva arvu kirjutamisel eksis üks 3. klassi õpilane kirjutades *5* asemel *15*. Üks 2. klassi õpilane võrdles ülesandes esitatud arve. 4. klassi õpilased ning samuti tugevam ja nõrgem grupp lahendasid ülesande 100%-liselt.

Puuduvate arvude kirjutamisel arvuritta eksis üks 3. klassi tugevama grupi õpilane, kes oli lünkadesse kirjutanud omakorda järgnevad arvud. 2. klassi õpilastest ei olnud üks laps kirjutanud viimast arvu. Tugevama grupi õpilased ning 4. klassi õpilased selles ülesandes ei eksinud.

Ühe võrra suurema arvu kirjutamisel eksisid kõige rohkem 2. klassi õpilased. Nendest 37,5% kirjutasid igale poole kahe võrra suurema arvu. Ühe õpilase kirjutatud arvud olid suvalised. 4. klassi õpilastest kaks (nendest üks tugevama grupi õpilane) kirjutasid samuti nimetatud ülesandes igale poole kahe võrra suuremad arvud. Ühel sama klassi nõrgema grupi õpilasel oli viimase arvu juurde kirjutatud ühe võrra väiksem arv. 3. klassi õpilased olid nimetatud ülesande lahendamisel kõige edukamad. Üks õpilane eksis arvu *1* puhul (kirjutas kahe võrra suurema arvu) ning sama klassi üks nõrgema grupi õpilane kirjutas *7* juurde ühe võrra väiksema arvu.

Ülesanne, kus tuli kirjutada ühe võrra väiksem arv, osutus numeratsiooniülesannetest kõige raskemaks. Klasside võrdluses lahendasid selle kõige paremini 4. klassi õpilased, kellest eksis kaks last (üks kirjutas ühe ning teine kahe võrra suuremad arvud). 3. klassi õpilastest 54,5% (nendest 50% tugevamast ja 33,3% nõrgemast grupist) kirjutasid igale poole ühe võrra suuremad arvud. Üks õpilane oli kirjutanud suvalised arvud. Kaks 2. klassi õpilast kirjutasid nimetatud ülesandes igale poole kahe võrra suuremad, üks ühe võrra suuremad ning üks kahe võrra väiksemad arvud. Ühel õpilasel olid kirjutatud suvalised arvud. Antud ülesande puhul olid nõrgema grupi õpilaste tulemused paremad tugevama grupi õpilaste tulemustest.

Arvude võrdlemise ülesande analüüsil selgus, et täiesti veatult olid selle lahendanud 3. ja 4. klassi õpilased (vt tabel 10). Üks 2. klassi õpilane eksis arvude *10* ja *15* võrdlemisel ning ühel lapsel oli terve ülesanne lahendamata. Kuna arvude võrdlemise eelduseks on teadmised ja oskused numeratsioonist, siis leiti kahe nimetatud valdkonna vaheline korrelatsiooniseos, mis oli $r = 0,29$ (usaldusväärsus $p = 0,11$).

Tabel 10. Võrdlusülesannete lahendamine

Ülesande osa	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
	N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
6…2	7	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
10…15	7	75,0	25,0	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
17…17	7	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0
14…9	7	87,5	12,5	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Arvu liitehituse tundmist kontrolliti ülesannetega, kus õpilastel tuli leida etteantud arvu või tehte puuduv komponent. Nimetatud ülesannetest osutus raskemaks puuduva arvu leidmine (vt tabel 11). Kõige edukamalt lahendasid selle ülesande 2. klassi õpilased ja nõrgema grupi õpilased. Arvu *9* koostise puhul esines valedest kirjutatud arvudest enim kordi arv 7 (27% vigadest) ning arvu *6* puhul arvud *4* (21% vigadest) ja *6* (43% vigadest). Enamik nimetatud eksimustest oli tehtud 3. ja 4. klassi õpilaste poolt. Puuduva tehtekomponendi leidmise ülesande lahendamisega said kõige paremini hakkama 4. klassi õpilased, kõige madalamad tulemused olid 2. klassi lastel. Nimetatud ülesande vigade puhul võib eraldi välja tuua, et 3. ja 4. klassi vale vastuse andnud õpilastest 40% oli puuduvaks arvuks kirjutanud olemasolevate arvude summa ning rohkem esines nimetatud viga puuduva liidetava leidmisel.

Tabel 11. Arvu liitehituse ja kümnendkoostise tundmine

Ülesande osa	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
	N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
9on 6 ja…	6	50,0	50,0	11	45,5	54,5	8	46,2	53,8	6	50,0	50,0	6	50,0	50,0
6on 3 ja…	5	50,0	50,0	11	36,4	63,6	8	23,1	76,9	6	33,3	66,7	6	50,0	50,0
5+…=8	5	62,5	37,5	11	54,5	45,5	13	92,3	7,7	6	83,3	16,7	6	50,0	50,0
4+…=9	5	50,0	50,0	11	81,8	18,2	12	92,3	7,7	6	83,3	16,7	5	83,3	16,7
8-…=5	5	62,5	37,5	11	90,9	9,1	12	76,9	23,1	6	100	0	5	50,0	50,0
9-…=4	5	50,0	50,0	11	81,8	18,2	12	76,9	23,1	6	100	0	5	33,3	66,7
15=…+…	4	25,0	75,0												
25=…+…				7	27,3	72,7	10	61,5	38,5	5	50,0	50,0	2	16,7	83,3
17=…+…	4	25,0	75,0												
37=…+…				7	36,4	63,6	10	69,2	30,8	5	66,7	33,3	2	16,7	83,3
12=…+…	4	25,0	75,0												
52=…+…				7	27,3	72,7	10	61,5	38,5	5	50,0	50,0	2	16,7	83,3
19=…+…	4	25,0	75,0												
19=…+…				7	36,4	63,6	10	69,2	30,8	5	66,7	33,3	2	16,7	83,3

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Arvude kümnendkoostise tundmist kontrolliti ülesandega, kus õpilastel tuli antud arvud kirjutada täiskümnete ja üheliste abil. 2. klassi õpilastel oli arvuvald 20 piires, 3. ja 4. klassi õpilastel 100 piires. Kõige edukamalt tulid nimetatud ülesandega toime 4. klassi õpilased (vt tabel 11), märgatavalt raskemaks osutus ülesanne 2. ja 3. klassi õpilastele ning kõige madalamad tulemused olid nimetatud ülesandes nõrgema grupi õpilastel. See osutus ka kõige enam tegemata jäetud ülesandeks (34% õpilastest jättis ülesande lahendamata). Üks 2.

klassi õpilane oli vastuseks kirjutanud kaks summa poolest sobivat arvu, ühe õpilase samalaadse eksimuse puhul olid pooltel juhtudel märkimata jäetud kümnelised. Üks 4. klassi õpilastest oli kõigis ülesannetes eksinud täiskümnete puhul nulli ärajätmisega, kahel korral olid sama klassi teise õpilase poolt vastusteks kirjutatud arvud, mis summa poolest sobisid. Ka 3. klassi õpilaste puhul esines vigu, kus täiskümneid märkiv arv oli esitatud ühekohalisena (null lõpust ära jäetud), kirjutatud olid suvalised summa poolest sobivad arvud või mitmel korral lihtsalt suvalised täiskümned ning suvalised ühe- ja kahekohalised arvud.

Arvutamisoskuse omandatust kontrolliti liitmis- ja lahutamisülesannete lahendamisega. Tulpülesannete lahendamisel eksisid kõikide klasside õpilased (vt tabel 12).

Tabel 12. Aritmeetilisi tehteid käsitlevate ülesannete lahendamine

Ülesande osa	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
	N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
3+4=…	8	100	0	11	81,8	18,2	13	100	0	6	100	0	6	83,3	16,7
2+6=…	8	100	0	11	100	0	13	92,3	7,7	6	100	0	6	100	0
7-5=…	8	87,5	12,5	11	100	0	13	92,3	7,7	6	83,3	16,7	6	100	0
8-2=…	7	62,5	37,5	11	100	0	13	92,3	7,7	6	100	0	6	100	0
10+7=…	7	87,5	12,5	11	81,8	18,2	13	92,3	7,7	6	83,3	16,7	6	66,7	33,3
15+3=…	6	62,5	37,5	11	90,9	9,1	13	76,9	23,1	6	83,8	16,7	6	66,7	33,3
18+2=…	7	87,5	12,5	11	90,9	9,1	13	92,3	7,7	6	83,3	16,7	6	83,3	16,7
12-1=…	6	50,0	50,0	11	81,8	18,2	13	92,3	7,7	6	100	0	6	50,0	50,0
13-3=…	6	62,5	37,5	11	90,9	9,1	13	92,3	7,7	6	100	0	6	83,3	16,7
20-5=…	6	75,0	25,0	11	72,7	27,3	13	84,6	15,4	6	83,3	16,7	6	50,0	50,0
6+6=…	7	62,5	37,5	11	72,7	27,3	12	92,3	7,7	6	100	0	6	66,7	33,3
5+9=…	6	75,0	25,0	11	72,7	27,3	13	76,9	23,1	6	100	0	6	66,7	33,3
7+5=…	6	75,0	25,0	11	81,8	18,2	13	76,9	23,1	6	83,3	16,7	6	66,7	33,3
12-8=…	6	62,5	37,5	11	72,7	27,3	13	76,9	23,1	6	66,7	33,3	6	50,0	50,0
11-5=…	6	62,5	37,5	11	90,9	9,1	13	84,6	15,4	6	100	0	6	50,0	50,0
17-8=…	6	62,5	37,5	11	81,8	18,2	13	76,9	23,1	6	66,7	33,3	6	66,7	33,3
10+10=…	5	62,5	37,5												
20+40=…				11	72,7	27,3	13	100	0	6	66,7	33,3	6	100	0
20+0=…	5	62,6	37,5												
50+30=…				11	72,7	27,3	13	100	0	6	83,3	16,7	6	100	0
20-0=…	5	50,0	50,0												
70-20=…				11	81,8	18,2	13	92,3	7,7	6	100	0	6	66,7	33,3
20-10=…	5	62,5	37,5												
90-40=…				11	72,7	18,2	13	76,9	23,1	6	100	0	6	83,3	16,7

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Tulpülesannetest kõige edukamalt oli lahendatud ühekohaliste arvude liitmis- ja lahutamisülesanded (arvutamine 10 piires). 2. klassi õpilased eksisid ülesannete *8-2* ja *7-5* puhul. 3. klassi õpilased eksisid ülesande *3+4* sooritamisel. 4. klassi õpilaste eksimused esinesid ülesannetes *2+6, 7-5* ja *8-2*.

Arvutamisel 20 piires järguületamiseta osutus 2. klassi õpilaste jaoks raskemaks ülesanne *12-1*. 3. klassi õpilased eksisid kõige rohkem ülesande *20-5* puhul ning 4. klassi õpilased ülesande *15+3* puhul. Nõrgema grupi õpilastele osutusid raskemateks ülesanded *12-1* ja *13-3*.

Järguületamisega 20 piires arvutamisel esines kõikide klasside õpilastel eksimusi ülesannetes *6+6, 12-8, 11-5* ja *17-8*. Ülesannete *5+9* ja *7+5* valed vastused anti 3. ja 4. klassi õpilaste poolt, kellest pooled olid nõrgema grupi õpilased.

Täiskümnetega arvutamisel erinesid 2. klassi ülesanded 3. ja 4. klassi ülesannetest arvuvalla poolest (20 piires ja 100 piires). Ülesande sooritanud 2. klassi õpilastest üks eksis avaldise *20-0* puhul, ülejäänud esitatud vastused olid õiged. 4. klassi tulemused olid mõnevõrra paremad 3. klassi tulemustest. Tugevama grupi õpilased sooritasid edukamalt lahutamisülesanded ning nõrgema grupi õpilased liitmisülesanded.

Arvutamisülesannete ja numeratsiooniülesannete vaheline korrelatsiooniseos oli r = 0,24; p = 0,18. Arvu liitehituse ja kümnendkoostise tundmise vaheline korrelatsiooniseos aritmeetiliste ülesannetega oli r = 0,6; p < 0,01. Tulemustest järeldub, et aritmeetiliste ülesannete lahendamisoskus on olulisel määral seotud arvu liitehituse ja kümnendkoostise tundmisega.

Tekstülesannete lahendamisoskuse kontrollimiseks oli kontrolltöös kaks ühetehtelist ülesannet, millest üks sisaldas hulkade ühendamist ning teine hulkade eraldamist. Õpilased pidid aru saama ülesande tekstist, leidma lahendamiseks sobiliku tehte, sooritama arvutuse ja sõnastama vastuse. Mõnevõrra edukamalt lahendati hulkade eraldamise ülesanne (vt tabel 13), mille puhul suurendas lahendusedukust korrektse vastuse sõnastamine. Tehte valiku ja arvutuse kriteeriumitest lähtuvalt olid mõlemad tekstülesanded lahendatud samal tasemel. Hulkade ühendamise ülesandel said maksimumpunktid 25% õpilastest, kelle hulgas polnud ühtegi 2. klassi last. Mitte keegi 2. klassi õpilastest polnud andnud ülesandele täislauselist vastust, samas ei esinenud ka vastuseid, mida oleks tinglikult saanud õigeks lugeda. Hulkade eraldamise ülesande lahendas täiesti õigesti 34,4% õpilastest. Tekstülesannete lahendamisel olid edukamad 4. klassi õpilased. Kõik tugevama grupi õpilased sooritasid õige tehtevalikuga arvutuse, kuid ei saanud hakkama vastuse sõnastamisega. Mõlema tekstülesande tehtevaliku ja arvutamisega tulid toime pooled nõrgema grupi õpilased, kuid vastuse sõnastamisega oli raskuseid enamikel (83,3%).

Tabel 13. Tekstülesannete lahendamine tehete kaupa

Ülesande osa		2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
		N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
I	Tehte valik	6	62,5	37,5	9	72,7	27,3	12	92,3	7,7	6	100	0	4	66,7	33,3
	Arvutus	6	62,5	37,5	9	72,7	27,3	12	84,6	15,4	6	100	0	4	50,0	50,0
	Vastus	3	0	100	8	18,2	81,8	12	46,2	53,8	5	66,7	33,3	2	16,7	83,3
II	Tehte valik	6	62,5	37,5	9	72,7	27,3	12	92,3	7,7	6	100	0	4	66,7	33,3
	Arvutus	6	62,5	37,5	9	72,7	27,3	12	84,6	15,4	6	100	0	4	50,0	50,0
	Vastus	3	12,5	87,5	8	36,4	63,6	12	61,5	38,5	5	83,3	16,7	2	16,7	83,3

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Mõõtmisoskuse kontrollimiseks pidid õpilased mõõtma etteantud lõikude pikkused ning leidma selle väljendamiseks sobiva mõõtühiku. Klasside kaupa tulemusi võrreldes selgus, et kõige edukamalt sooritasid mõõtmisülesande 3. klassi õpilased (vt tabel 14), samas oli õige mõõtühiku määramine nende jaoks kõige raskem. Nii tugevama kui nõrgema grupi õpilased olid 100%-liselt edukad lõikude pikkuste mõõtmisel, kuid eksisid mõõtühikuga. Siinkohal tuleb märkida, et 50% õpilastest jätsid mõõtühiku üldse kirjutamata. Mõõtühiku kirjutanud õpilastest eksis 18,8%. Valede ühikutena oli märgitud *milliliiter*, *millimeeter* ja *meeter*.

Tabel 14. Lõikude mõõtmine tehete kaupa

Ülesande osa	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
	N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
Mõõt 2	7	87,5	12,5	11	90,9	9,1	10	61,5	38,5	6	100	0	6	100	0
Mõõt 5	7	87,5	12,5	11	90,9	9,1	11	61,5	38,5	6	100	0	6	100	0
Mõõt 7	7	50,0	50,0	11	90,9	9,1	11	61,5	38,5	6	100	0	6	100	0
Ühik 2cm	4	50,0	50,0	4	27,3	72,7	8	46,2	53,8	4	66,7	33,3	4	50,0	50,0
Ühik 5cm	4	50,0	50,0	4	27,3	72,7	8	46,2	53,8	4	66,7	33,3	4	50,0	50,0
Ühik 7cm	4	50,0	50,0	4	27,3	72,7	8	46,2	53,8	4	66,7	33,3	4	50,0	50,0

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

Geomeetriliste kujundite tundmise tase selgitati välja ülesandega, kus õpilastel tuli etteantud nimetuste hulgas valida õiged ning kirjutada need kujundite jooniste alla. Kõik õpilased tundsid eksimatult ära kolmnurga (vt tabel 15). Enamlevinud vigadena esines kuubi nimetamist *ruuduks* (33,3% vale vastuse andnud õpilastest) või *ristkülikuks* (41,7% vale vastuse andnud õpilastest), ristküliku nimetamist *tetraeedriks* (62,5% vale vastuse andnud õpilastest) ning ringi nimetamist *keraks* (100% vale vastuse andnud õpilastest).

Tabel 15. Geomeetriliste kujundite tundmine

Ülesande osa	2. klass			3. klass			4. klass			Tugevam grupp			Nõrgem grupp		
	N	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*	*N*	%	*TR*
Kuup	7	37,5	62,5	9	36,4	63,6	12	84,6	15,4	6	83,3	16,7	5	50,0	50,0
Ristkülik	6	50,0	50,0	9	54,5	45,5	12	76,9	23,1	6	83,3	16,7	4	33,3	66,7
Ring	8	62,5	37,5	11	90,9	9,1	12	84,6	15,4	6	83,3	16,7	6	100	0
Kolmnurk	8	100	0	11	100	0	13	100	0	6	100	0	6	100	0

Märkus. N – lahendajate arv; % - lahendajate protsent grupist; *TR* – tehte raskus

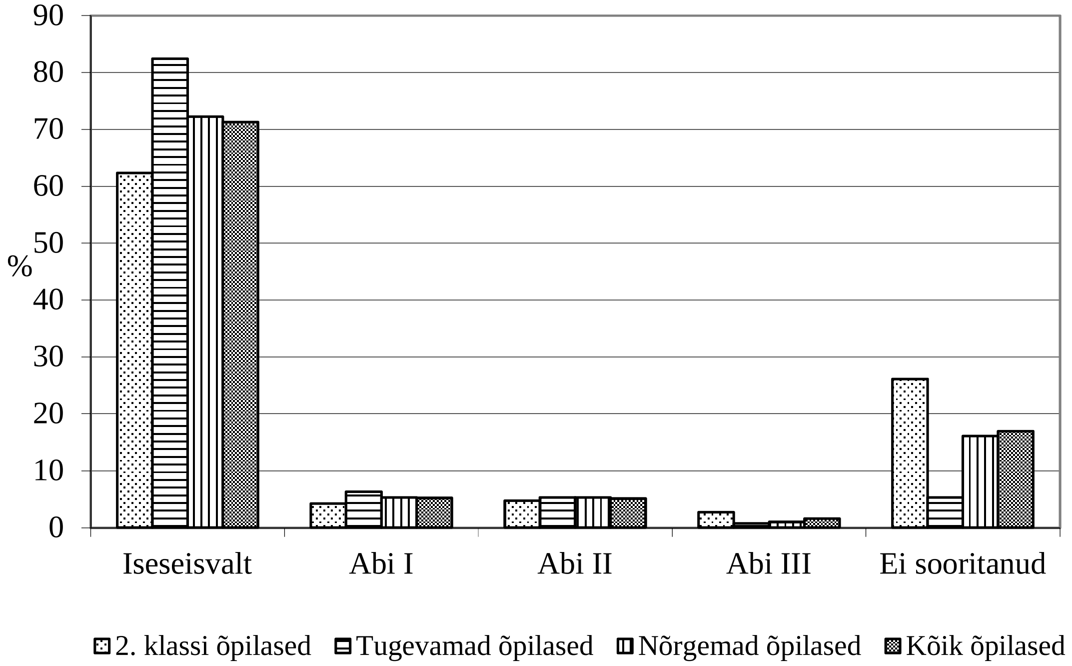
Rühmakatse tulemuste kokkuvõtteks saab öelda, et kõige edukamalt lahendati võrdlusülesanne ning numeratsioonivaldkonna ülesanded. Ühe võrra suurema/väiksema arvu leidmine osutus raskeks kõikide klasside õpilastele. Arvude liitehituse ja kümnendkoostise tundmine oli mõnevõrra paremini omandatud 4. klassi õpilastel. Arvutamisoskus ja tekstülesande lahendamisoskus paranesid klass-klassilt. Joonlaua kasutamisoskus oli õpilastel olemas, kuid puudulikuks osutus mõõtühikute tundmine. Geomeetriliste kujundite tundmise oskuse tase oli 3. ja 4. klassi õpilastel parem kui 2. klassi õpilastel.

Individuaalkatsete tulemused

Individuaalkatsed viidi läbi kõigi 2. klassi õpilastega ning kontrolltöö tulemuste põhjal 3. ja 4. klassi kolme tugevama ja kolme nõrgema õpilasega. Järgnevalt antakse ülevaade individuaalkatsete tulemustest.

Individuaalkatsete tulemuste kvantitatiivne analüüs. Individuaalkatsete tulemuste tõlgendamist alustati katsete toorpunktide teisendamisest IQ-punktideks. Saadud tulemused on esitatud lisades 5 ja 6. Kogu katsegrupi ulatuses IQ-punkte võrreldes võib öelda, et 2. klassi õpilaste tase võrreldes 3. ja 4. klassi nii tugevamate kui ka nõrgemate õpilastega on enamasti madalam. Tugevamate õpilaste keskmised tulemused võrreldes nõrgemate õpilastega on üldjuhul kõrgemad. Kõikide õpilaste tulemused IQ-punktide alusel näitavad individuaalselt õpilase tugevamaid ja nõrgemaid matemaatilisi valdkondi. IQ-punktid gruppide kaupa näitavad gruppide vaheliste keskmiste tulemuste võrdsust, samas on võimalik eristada tugevamaid ja nõrgemaid sooritusi grupi ulatuses. Mõlema jaotuse alusel ilmneb õpilaste katsetulemuste suhteliselt suur hajuvus keskmiste tulemuste lõikes. Samuti on märgata grupisisest tulemuste erinevust nii üksikute katseülesannete kui ka kõigi katsete keskmiste tulemuste ulatuses. Lähtuvalt käesoleva töö eesmärgist on olulised IQ-punktid kogu katsegrupi ulatuses. Tulemustest selgus, et 2. klassi õpilastel on kokkuvõttes paremini omandatud rühmitamis- ja klassifitseerimisoskus. Raskemateks osutusid 2. klassi lastele järjestamine suurus- ja asenditunnuste alusel, loendamine ning mõõtmine. Tugevama grupi õpilased olid edukamad loendamisülesannete lahendamisel ning kõige probleemsemaks osutus klassifitseerimine. Nõrgema grupi õpilased olid edukamad järjestamisel suurus- ja ajatunnuste alusel ning kõige raskemaks neile osutusid arvutamisülesanded. Märkida tuleb, et grupisisene tulemuste hajuvus konkreetsete ülesannete kaupa oli kõigis kolmes rühmas enamasti suhteliselt suur.

Õpilaste edukus individuaalkatsete ülesannete lahendamisel selgitati välja protsentuaalse jaotuse põhjal lähtuvalt sooritamise tasemest (iseseisvalt, abiga (abistamise astmed I-III), ei sooritanud). Kokkuvõtlikult on tulemused esitatud joonisel 2, millelt on näha, et tugevamate õpilasete poolt sooritamata jäänud ülesannete hulk võrreldes 2. klassi ja nõrgemate õpilastega on oluliselt väiksem. Võrreldes 3. ja 4. klassi nõrgemate õpilaste tulemusi 2. klassi õpilastega, võib öelda, et 2. klassi õpilaste tase on madalam nõrgema grupi õpilaste tasemest. Samas on näha, et abiga õige tulemuseni jõudnud õpilaste hulgad erinevates rühmades on suhteliselt võrdsed. Täpsemalt on ülesannete lahendamise edukuse tulemused protsentuaalse jaotuse põhjal esitatud lisas 7.



Joonis 2. Individuaalkatsete ülesannete sooritamise edukus

Individuaalkatsete tulemuste kvalitatiivne analüüs. Järgnevalt ülevaade katsetulemustest ainevaldkondade kaupa. Valede vastuste puhul (vt lisa 8) on välja toodud nii need, mida laps abiga suutis parandada kui ka need, mis jäid korrektse vastuseta. Eelnevalt esitatud individuaalkatsete ülesannete sooritamise edukuse kokkuvõtlikes tulemustes on eristatud abistamise kolm astet. Katsetulemuste analüüsil on abistamise astmete efektiivsus summeeritud, kuna nende eraldi esitamine ei osutunud käesoleva töö seisukohalt otstarbekaks.

Järjestamisoskusi uuriti kolme katsega, millest igaüks kontrollis objektidevahelise järjestamisseose omandatust. Katsete erinevate osade sooritamise taset vaadeldi vastuse leidmise edukuse järgi.

Suurustunnuste alusel (vt tabel 16) järjestamisülesannete põhjal võib öelda, et õpilased suudavad paremini etteantud tunnuste põhjal esemeid määratleda, kui nimetada esemete vaatlemisel neid eristava tunnuse.

Tunnuse pikem-lühem määratlemisel märkis 50% katses osalenud lastest erinevusena värvuse ning 15% kuju. Katse suutis kas iseseisvalt või abiga sooritada 80% õpilastest. Katse esimeses osas valmistas enim raskusi tunnuse laiem-kitsam kasutamine, mille puhul 2. klassi õpilastest ei saanud keegi iseseisvalt hakkama. 25% õpilastest pakkus erinevuseks funktsionaalsust (joonlauaga saab mõõta/jooni tõmmata, raamatut saab lugeda). Paremini saadi hakkama tunnuse paksem-õhem määratlemisega, kuid ka siin lähtus 30% õpilastest esemete funktsionaalsusest (vihikusse saab kirjutada, raamatut saab lugeda). Tunnuse suurem-väiksem määratlemisel oli samuti 30% õpilaste arvates olulisim asjade kasutusotstarve (nt kustutuskummiga saab kustutada).

Tabel 16. Katse JÄRJESTAMINE SUURUSTUNNUSTE alusel sooritamise tase (%)

Katseisikule esitatav küsimus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Mille poolest erinevad sinu ees olevad pliiatsid?	15	12,5	0	33,3	65	62,5	100	33,3	20	25	0	33,3
Mille poolest erinevad joonlaud ja raamat?	10	0	17	17	55	25	84	66	35	75	0	17
Mille poolest erinevad raamat ja vihik?	35	37,5	33	33	50	37,5	67	50	15	25	0	17
Mille poolest erinevad kustutuskumm ja vihik?	35	37,5	33	33	45	25	67	50	20	37,5	0	17
Näita, milline pliiats on pikem?	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	
Näita, kumb on laiem, kas joonlaud või raamat?	80	50	100	100	5	12,5	0	0	15	37,5	0	0
Näita, kumb on õhem, kas raamat või vihik?	90	75	100	100	10	25	0	0	0	0	0	0
Näita, kumb on suurem, kas kustutuskumm või raamat?	95	87,5	100	100	0	0	0	0	5	12,5	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Katse teine pool, kus tuli esimeses osas kasutatud esemete hulgast valida etteantud suurustunnuse põhjal sobiv, osutus õpilaste jaoks oluliselt lihtsamaks. *Pikema* pliiatsi näitamise sooritasid kõik katseisikud iseseisvalt. Mõningaid eksimusi ning abi vajamist esines 2. klassi õpilastel *laiema, õhema* või *suurema* eseme leidmisel.

Järjestamist asenditunnuste põhjal uuriti samuti kahel tasemel. Tulemustest on näha, et õpilased olid mõnevõrra edukamad tegevuste sooritamisel reaalsete esemetega (vt tabel 18) kui seoste sõnastamisel pildi põhjal (vt tabel 17), kus nimetati kõikvõimalikke esemeid ja olendeid pildil, kelle asukoht tinglikult vastas küsimusele, kuid mis polnud eeldatav vastus katse korralduse instruktsioonis. Märkida tuleb, et *paremat-vasakut* poolt segistas selles ülesandes kaks 2. klassi õpilast, ülejäänud õpilased eksisid õige parem- või vasakpoolse eseme või olendi leidmisel. Tunnuse *üleval-all* puhul seostas 25% õpilastest vastuse olendi asukohaga (aknal või rõdul), üks õpilane jäi kindlaks, et *Koer peab olema kuudis*. Tunnuse *kõrgemal-madalamal* määratlemine osutus antud katseosa edukaimaks ülesandeks, kus eksimusi esines vähesel määral 2. klassis.

Tabel 17. Katse JÄRJESTAMINE ASENDITUNNUSTE alusel sooritamise tase I (%)

Katseisikule esitatav küsimus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Mis on pildil paremal?	30	37,5	33	17	35	25	50	33	35	37,5	17	50
Mis on pildil vasakul?	30	25	50	17	45	50	33	50	25	25	17	33
Mis on pildil üleval?	55	37,5	100	33	40	62,5	0	50	5	0	0	17
Mis on pildil all?	65	75	67	50	25	12,5	33	33	10	12,5	0	17
Kus on kassi suhtes koer?	60	50	83	50	20	25	17	17	20	25	0	33
Kus on kassi suhtes poiss?	70	62,5	83	67	10	12,5	17	0	20	25	0	33
Kes on kõige kõrgemal?	95	87,5	100	100	0	0	0	0	5	12,5	0	0
Kes on kõige madalamal?	90	75	100	100	0	0	0	0	10	25	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Tegevuste sooritamisel reaalsete esemetega (vt tabel 18) olid nii tugevama kui ka nõrgema grupi õpilased edukamad 2. klassi õpilastest. Korralduse *Aseta pliiats raamatu ette* täitmisel asetas 40% õpilastest selle kas raamatu kohale või peale. Korralduse *Aseta pliiats raamatu taha* täitmisel pani 30% õpilastest pliiatsi raamatu alla. 35% katses osalenud lastest segistas paremat ja vasakut poolt. Korralduse *Aseta pliiats raamatu kohale* täitis iseseisvalt 80% katseisikutest. Korralduste *Aseta pliiats raamatu alla / raamatust kaugele / raamatu lähedale* puhul eksisid üksikud 2. klassi õpilased. Korralduse *Aseta pliiats raamatust madalamale* täitmisel pani 20% õpilastest pliiatsi raamatu alla.

Tabel 18. Katse JÄRJESTAMINE ASENDITUNNUSTE alusel sooritamise tase II (%)

Katseisikule antav korraldus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Aseta pliiats raamatu ette.	45	0	50	100	10	0	33	0	45	100	17	0
Aseta pliiats raamatu taha.	50	12,5	67	83	50	0	17	0	0	87,5	17	17
Aseta pliiats raamatust vasakule.	60	37,5	83	67	5	12,5	0	0	35	50	17	33
Aseta pliiats raamatust paremale.	65	50	83	67	5	0	0	17	30	50	17	17
Aseta pliiats raamatu kohale.	80	75	83	83	5	0	0	17	15	25	17	0
Aseta pliiats raamatu alla.	90	75	100	100	0	0	0	0	10	25	0	0
Aseta pliiats raamatust kaugele.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Aseta pliiats raamatu lähedale.	95	87,5	100	100	0	0	0	0	5	12,5	0	0
Aseta pliiats raamatust kõrgemale.	95	87,5	100	100	0	0	0	0	5	12,5	0	0
Aseta pliiats raamatust madalamale.	35	25	67	17	20	0	33	33	45	75	0	50

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Ajatunnustel põhinevate järjestusseoste kontrollimiseks uuriti kõigepealt õpilaste teadmisi ööpäevast ning oskust ajahetki järjestada. Selgus, et iseseisvalt (vt tabel 19) ei osanud keegi katseisikutest nimetada ööpäeva osi ning abiga suutis toime tulla 25% lastest. 25% õpilastest seostas päeva päikesega, muuhulgas anti ka vastuseid *Öö koosneb kuust ja päev päikesest, Öösel magatakse, päeval kõnnitakse ringi*. Ööpäeva osade järgnevuse ülesannetega said enamik õpilasi kas iseseisvalt või abiga hakkama. 15% õpilastest arvas, et päev algab päikesega. Ajakujutlused *eile-täna-homme* olid suuremal osal õpilastel omandatud.

Tabel 19. Õpilaste teadmised ööpäevast ning oskus ajahetki järjestada (%)

Katseisikule esitatav küsimus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Millistest osadest koosneb ööpäev?	0	0	0	0	25	12,5	33	33	75	87,5	67	67
Millega päev algab?	50	37,5	67	50	40	37,5	33	50	10	25	0	0
Mis tuleb pärast hommikut?	90	87,5	83	100	5	0	17	0	5	12,5	0	0
Mis tuleb pärast lõunat?	85	75	100	83	5	12,5	0	0	10	12,5	0	17
Mis tuleb pärast õhtut?	65	75	50	67	25	12,5	50	17	10	12,5	0	17
Kas eile on juba möödas, kestab või alles tuleb?	85	75	100	83	0	0	0	0	15	25	0	17
Kas täna on juba möödas, kestab või alles tuleb?	80	50	100	100	0	0	0	0	20	50	0	0
Kas homme on juba möödas, kestab või alles tuleb?	85	87,5	83	83	5	0	0	17	10	12,5	17	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Katse teises osas uuriti ajakujutluste olemasolu läbi õpilaste tegevuse. Selles katseosas sai enamik õpilasi ülesandega iseseisvalt hakkama, abi vajasid mõned 2. klassi õpilased ning üks nõrgema grupi õpilastest ning sooritamata ei jäänud ülesanne ühelgi katseisikul (vt tabel 20). Olgu siinkohal öeldud, et laste vastuste puhul ei arvestatud nende kõnearengu tasemest tulenevaid eripärasid. Kui õpilane kasutas adekvaatseid ja loogiliselt põhjendatud tegusõnu ning arvestas ajavormiga, loeti vastus õigeks. Sõltumata klassist osutusid enim nimetatuteks järgmised tegevusvaldkonnad: hommikuti *söömine* (80%), lõuna ajal *õppimine* ja *söömine* (mõlemal juhul 45%), õhtul *magama minemine* (50%) ja *mängimine* (40%), öösel *magamine* (100%), eile *mängimine* (65%), täna *õppimine* (90%) ja *mängimine* (65%), homme *õppimine* (50%) ja *mängimine* (30%). Seega võib öelda, et intellektipuudega õpilaste aktiivsesse sõnavarasse kuuluvad nende endi aktuaalse tegevusega seotud sõnad ning ööpäevaringses tegevuses on olulisel kohal neist mõned tähtsamad igapäevaelu toimingud.

Tabel 20. Ajakujutluse kasutamine tegevuste kirjeldamisel (%)

Katseisikule esitatav küsimus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Mida sa teed hommikul?	95	87,5	100	100	5	12,5	0	0	0	0	0	0
Mida sa teed lõuna ajal?	85	62,5	100	100	15	37,5	0	0	0	0	0	0
Mida sa teed õhtul?	85	75	100	83	15	25	0	17	0	0	0	0
Mida sa teed öösel?	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Mida sa eile tegid?	95	87,5	100	100	5	12,5	0	0	0	0	0	0
Mida sa täna teinud oled?	85	62,5	100	100	15	37,5	0	0	0	0	0	0
Mida sa täna veel teed?	90	75	100	100	10	25	0	0	0	0	0	0
Mida sa homme teed?	90	75	100	100	10	25	0	0	0	0	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Järjestamisülesannete omavahelised korrelatsioonid olid järgmised: suurus- ja asenditunnuste alusel järjestamise vahel r = 0,58 (p = 0,01), suurus- ja ajatunnuste alusel järjestamise vahel r = 0,43 (p = 0,06) ning asendi- ja ajatunnuste alusel järjestamise vahel r = 0,25 (p = 0,3). Seega võib öelda, et suurustunnuste alusel järjestamisoskus mõjutab asenditunnuste alusel järjestamist ning omab mõningast mõju ajatunnuste alusel järjestamisoskusele. Asendi- ja ajatunnuste alusel järjestamise oskuse omavaheline seotus pole tõenäoline.

Üks käesolevas töös püstitatud allhüpoteesidest väitis, et järjestamisoskuse omandatus mõjutab numeratsiooniülesannete lahendamist. Ilmnes positiivne seos r = 0,55 (p = 0,01). Seega leidis hüpotees kinnitust.

Järjestamisülesannete kokkuvõtteks saab öelda, et kõige edukamalt said õpilased hakkama ajakujutluste kasutamisel tegevuste kirjeldamisel ning etteantud suurustunnuse põhjal eseme leidmisega. Asenditunnustest on õpilastel paremini omandatud *üles-alla, kaugele-lähedale*, *kõrgemale*, raskemateks osutusid tunnused *paremal-vasakul*, *ette-taha, madalamale*. Probleeme valmistab õpilaste jaoks ka esemete vaatlemise põhjal neid eristava tunnuse nimetamine.

Rühmitamisoskuse omandatust kontrolliti esemete rühmitamisega etteantud tunnuse järgi. Pikemate pliiatsite eraldamisel hulgast vajas abi üks 2. klassi õpilane (vt tabel 21), lühemate pliiatsite eraldamisel hulgast tulid kõik katseisikud toime iseseisvalt. Esemeid eristava tunnuse nimetamisel said ülesandega iseseisvalt hakkama pooled katseisikud, kellest suurem osa olid 2. klassi õpilased.

Tabel 21. Individuaalkatse RÜHMITAMINE sooritamise tase (%)

Katseisikule antav korraldus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Võta pliiatsite hulgast välja pikemad pliiatsid.	95	87,5	100	100	5	12,5	0	0	0	0	0	0
Võta pliiatsite hulgast välja lühemad pliiatsid.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaata pliiatseid. Ütle, mille poolest erinevad need pliiatsid teistest.	50	75	33	33	50	25	67	67	0	0	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Klassifitseerimisoskust kontrolliti praktiliste esemete ühiste tunnuste leidmisega ning esemete leitud tunnuste alusel jaotamisega. Kokku oli võimalik objekte jaotada kolme tunnuse (suurus, kujund, värv) alusel. Katse esimeses etapis tuli õpilastel leida üks võimalik viis etteantud kujundite jaotamiseks. Kolme või kahe tunnuse alusel jaotas kujundid 20% õpilastest (vt tabel 22), ühe tunnuse alusel 40% ning katset ei sooritanud 20% õpilastest. Katse teises pooles pidi õpilane leidma veel võimalusi objektide jaotamiseks. Selles osas sai kolme või kahe tunnuse alusel jaotamisega hakkama 15% õpilastest, ühe tunnuse alusel 25% ning 40% õpilastest katset ei sooritanud. Ühe tunnuse alusel kujundeid jaotanud õpilastest 46% lähtus värvusest, 20% suurusest ja 13% kujundist. Kahe tunnuse alusel kujundeid jaotanud õpilastest 43% lähtus kas suurusest ja kujundist või kujundist ja värvusest ning 14% lähtus suurusest ja värvusest.

Tabel 22. Individuaalkatse KLASSIFITSEERIMINE sooritamise tase (%)

Katseisikule antav korraldus/esitatav küsimus		K	2	T	N
Jaota need kujundid hunnikutesse.	Kolme tunnuse alusel	20	25	17	17
Selgita, miks sa nii jaotasid.	Kahe tunnuse alusel	20	12,5	17	33
	Ühe tunnuse alusel	40	37,5	50	33
	Ei soorita	20	25	17	17
Kas sa saad neid kujundeid veel	Kolme tunnuse alusel	15	25	17	0
kuidagi jaotada?	Kahe tunnuse alusel	15	12,5	0	33
	Ühe tunnuse alusel	25	25	33	17
	Ei soorita	45	37,5	50	50

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Kahe eelnenud ülesande puhul võib kokkuvõtteks öelda, et õpilastel on paremini omandatud rühmitamisoskus kui klassifitseerimisoskus.

Tegevusi hulkadega uuriti kolmes osas (samaväärse hulga moodustamine; hulga samaväärsuse säilitamine; osa võrdlemine tervikuga) nn Piaget’ katsetega nr. 1-3. Tulemused näitavad (vt tabel 23), et suhteliselt edukalt saadi hakkama samaväärse hulga moodustamisega. Probleemsemateks katseosadeks osutusid hulga samaväärsuse säilitamine ning osa võrdlemine tervikuga.

Tabel 23. Individuaalkatsete TEGEVUSED HULKADEGA sooritamise tase (%)

Katseosa	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Samaväärse hulga moodustamine	90	75	100	100	5	12,5	0	0	5	12,5	0	0
Hulga samaväärsuse säilitamine	25	0	67	17	10	0	0	33	65	100	33	50
Osa võrdlemine tervikuga	30	25	33	33	0	0	0	0	70	75	67	67

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Katse esimeses osas ei suutnud üks õpilane loendamata nuppe lauale asetada, üks õpilane suutis seda teha pärast korraldust *Ära loenda.* Katse teises osas arvas 40% õpilastest, et pikendatud nuppude reas on neid rohkem. Küsimusele *Miks on heledaid nuppe rohkem kui tumedaid?* vastasid kõik nii arvanud õpilased, et *Neid on ju rohkem.* 20% õpilastest arvas, et rohkem nuppe on selles reas, mida ei liigutatud. Oma vastust keegi ei põhjendanud ega kommenteerinud. Katseosa suutis kas iseseisvalt või abiga sooritada 35% õpilastest. Märkida tuleb, et nimetatud katseosa ei sooritanud ükski 2. klassi õpilane. Katse kolmandas osas vastas 60% õpilastest, et rohkem on puust nuppe ning 10% vastas, et rohkem on heledaid nuppe. Katse sooritas iseseisvalt 30% õpilastest.

Üks käesolevas töös püstitatud allhüpoteesidest väitis, et hulkadega tegevuste oskuste omandatust mõjutab rühmitamisoskus. Nimetatud oskuste vahel ilmnes negatiivne seos r = -0,24 (p = 0,3). Saadud tulemus ei võimalda nimetatud väidet kinnitada.

Loendamisoskust kontrolliti esemete praktilise loendamisega. Saadud tulemuste põhjal võib öelda, et õpilased said esemete praktilise loendamisega hästi hakkama (vt tabel 24). Tegeliku loendamisoskuse kontrolliks esitati katseisikule loendamise käigus küsimus *Kus on viis?*, mispuhul õpilane pidi näitama viiest esemest koosnevat hulka. Nimetatud ülesandega sai iseseisvalt hakkama 15% õpilastest. Ülesandega ei saanud hakkama ükski 2. klassi õpilane, tugevama grupi õpilastest sooritasid selle pooled. Ülesannet mittesooritanud õpilaste suur hulk (85%) näitab, et tegelik loendamisoskus pole õpilastel veel omandatud.

Tabel 24. Individuaalkatse LOENDAMINE sooritamise tase (%)

Katseisikule esitatav küsimus/antav korraldus	Iseseisvalt				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N
Loenda need esemed. (10 tk)	100	100	100	100	0	0	0	0
Kus on viis?	15	0	50	0	85	100	50	100
Loenda need esemed. (20 tk)	100	100	100	100	0	0	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Loendamisoskuse uurimise käigus jälgiti ka füsioloogilise mehhanismi käivitumist (vt tabel 25). Esitatud tabelist on näha, et kõige enam loendamisel õpilased puudutasid esemeid sõrmega või liigutasid käega. Nimetatud moodustest ühte või teist kasutasid kõik 2. klassi õpilased. Loendamise ajal osutas esemetele 50% tugevama grupi õpilastest. Silmadega jälgides loendas üks tugevamasse gruppi kuuluv õpilane. Jälgides, seejärel osutades, loendasid pooled nõrgema grupi õpilastest.

Tabel 25. Füsioloogilise mehhanismi rakendumine loendamisel

Füsioloogiline mehhanism	Õpilaste arv				%			
	K	2	T	N	K	2	T	N
Loendab esemeid käega liigutades	6	4	0	2	30	50	0	33
Loendab esemeid sõrmega puudutades	7	4	2	1	35	50	33	17
Loendab esemeid neile samal ajal osutades	3	0	3	0	15	0	50	0
Loendab silmadega jälgides, seejärel hakkab esemele osutama	3	0	0	3	15	0	0	50
Loendab silmadega jälgides	1	0	1	0	5	0	17	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Käesoleva töö üks allhüpotees väitis, et järjestamis- ja klassifitseerimisoskus mõjutavad loendamisoskust. Nimetatud tunnuste vahel ilmnes positiivne seos r = 0,47 (p = 0,03). Saadud tulemus ei lükka ümber töös püstitatud allhüpoteesi, kuid samas ka ei kinnita seda. Samuti oli püstitatud allhüpotees, et loendamisoskuse omandatus mõjutab arvu koostise tundmist ning liitmis- ja lahutamisoskust. Nimetatud oskuste vahelised korrelatsioonid olid r = 0,42 (p = 0,07) ja r = 0,55 (p = 0,01). Tulemustest nähtub, et nimetatud allhüpotees ei saanud täielikku tõestust, kuid samas ei anna tulemused alust hüpoteesi kõrvalejätmiseks.

Mõõtmise ja modelleerimise katseosa ülesannetega kontrolliti õpilaste mõõtmis- ja modelleerimisoskusi ning oskust seostada geomeetriliste kujundite nimetusi pildil kujutatud reaalsete esemetega. Mõõtmisoskuse ülesannete põhjal võib öelda, et raskemaks osutus mõõtepulgaga pliiatsi mõõtmine kui joonlauaga mõõtmine (vt tabel 26). 20% õpilastest ei saanud aru, kuidas on võimalik ühe esemega teise eseme pikkust mõõta. Joonlauaga mõõtmise puhul tulid eksimused joonlaua puudulikust kasutamisoskusest. Ülesannetega, kus katseisikud pidid joonistama geomeetrilisi kujundeid, tulid kõik õpilased iseseisvalt toime. Pildilt ringikujuliste esemete leidmisel ei eksinud keegi õpilastest. Kolmnurksete esemete leidmisel abistas kahte õpilast korralduse kordamine. Ruudu- ja ristkülikukujuliste esemete leidmisel eksiti kõige enam nende kujundite omavahelises segistamises.

Tabel 26. Individuaalkatse MÕÕTMINE, MODELLEERIMINE sooritamise tase (%)

Katseisikule antav korraldus	Iseseisvalt				Abiga				Ei soorita			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
Mitu mõõtepulka on pliiats pikk?	55	12,5	100	67	0	0	0	0	45	87,5	0	33
Mõõda, kui pikad on need pulgad?	65	50	83	67	15	25	0	17	20	25	17	17
Joonesta siia lehele kolmnurk.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Joonesta siia lehele nelinurk.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Joonesta siia lehele ring.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Leia pildilt ruudukujulisi esemeid.	70	37,5	83	100	5	0	17	0	25	62,5	0	0
Leia pildilt ristkülikukujulisi esemeid.	65	50	100	50	15	25	0	17	20	25	0	33
Leia pildilt ringikujulisi esemeid.	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Leia pildilt kolmnurkseid esemeid.	90	87,5	83	100	10	12,5	17	0	0	0	0	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Korrelatsiooniseos rühmakatse ja individuaalkatse mõõtmise ja modelleerimise ülesannete vahel oli tugev ($r = 0,68$; $p < 0,01$).

Katsegrupi arvutamisoskust kontrolliti üheksa avaldisega, mille hulgas oli neli liitmis- ja viis lahutamisülesannet, kaks liitmis- ja kaks lahutamisülesannet olid järguületamisega. Kogu katsegrupi ulatuses osutusid raskeimaks ülesanded *17-8* ja *11-5* (vt tabel 27). Need olid ka ülesanded, milles eksisid tugevama grupi õpilased. Ülesande *17-8* puhul kirjutas vale vastuse andnud õpilastest 57% vastuseks *10* ning ülesandes *11-5* oli 44% juhtudest valeks vastuseks märgitud *5*. Ülesande *7+5* puhul kirjutas 37,5% vale vastuse andnud õpilastest summaks *15* ning sama paljud kirjutasid vastuseks *2*. Avaldise *9-4* valedest vastustest 60% moodustas vastuseks kirjutatud *6*. Andmete analüüsimisel leiti seos rühmakatse ja individuaalkatse arvutamisoskust kontrollivate ülesannete vahel. See osutus ootuspäraselt tugevaks ($r = 0,77$; $p < 0,01$).

Tabel 27. Individuaalkatse ARVUTAMINE tulemused avaldiste kaupa

Avaldis	Lahendajate arv				% katsegrupist			
	K	2	T	N	K	2	T	N
3+4	17	6	6	5	85	75	100	83
2+6	19	7	6	6	95	87,5	100	100
8-5	17	6	6	5	85	75	100	83
9-4	17	7	6	2	75	87,5	100	33
13-3	17	6	6	5	85	75	100	83
11-5	11	5	5	1	55	62,5	83	17
7+5	12	3	6	3	60	37,5	100	50
4+8	15	6	6	3	75	75	100	50
17-8	10	4	4	2	50	50	67	33

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Katse käigus jälgiti ka seda, kuidas õpilane lahenduseni jõuab ja milliseid arvutamist toetavaid tegevusi kasutab. Erinevad tegevused jaotati kolme rühma (loendamine ühe võrra juurde/maha, sõrmede abil arvutamine, vastuse märkimine toetudes mälule). Olgu siinkohal lisatud, et kõigi õpilaste puhul oli võimalik määratleda, kuidas arvutamine toimus (vt tabel 28).

Tabel 28. Arvutamise meetodi kasutamise sagedus (%)

Avaldis	Ühe võrra juurde/maha loendamine				Sõrmede abil arvutamine				Mälule toetudes			
	K	2	T	N	K	2	T	N	K	2	T	N
3+4	15	0	17	33	45	75	0	50	40	25	83	17
2+6	15	0	17	33	45	75	0	50	40	25	83	17
8-5	20	12,5	17	33	50	75	17	50	30	12,5	67	33
9-4	25	12,5	33	33	40	62,5	0	50	35	25	67	17
13-3	20	0	17	50	35	62,5	0	33	45	37,5	83	17
11-5	30	12,5	33	50	55	87,5	17	50	15	0	50	0
7+5	25	0	33	50	60	100	17	50	15	0	50	0
4+8	25	0	33	50	55	87,5	17	50	20	12,5	50	0
17-8	45	12,5	33	67	55	87,5	33	33	10	0	33	0

Märkus. K – kõik õpilased; 2 – 2. klassi õpilased; T – tugevama grupi õpilased; N – nõrgema grupi õpilased

Tabelist selgub, et 2. klassi õpilased kasutasid kõige enam arvutamisel sõrmede abi. Mälule toetudes lahendasid kõige rohkem ülesandeid tugevama grupi õpilased. Nõrgemad õpilased kasutasid suhteliselt võrdselt nii sõrmede abil arvutamist kui ühe võrra juurde/maha loendamist.

Üks käesolevas töös püstitatud allhüpoteesidest väitis, et hulkadega tegevuste oskuste omandatus mõjutab arvutamisoskust. Andmete analüüsil selgus, et tegevused hulkadega ja arvutamisoskus omavahelises usaldusväärses korrelatsioonis pole (r = 0,08; p = 0,7). Seega ei saa antud katsete põhjal väita, et arvutamisoskust mõjutab hulkadega tegevuste omandatus.

Arutelu

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse omandatuse tase põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel. Uurimise esimeses etapis sooritasid Tartu Kroonuaia Kooli 2.-4. klassi õpilased rühmakatse (kontrolltöö), mille tulemuste analüüsimise käigus selgitati välja 3. ja 4. klassi kolm tugevamat ja kolm nõrgemat õpilast, kes osalesid individuaalkatsetes selgitamaks välja matemaatika tegevusliku aluse komponentide omandatuse tase. 2. klassi õpilased osalesid individuaalkatsetes kõik. Kuigi katsegrupi suurus ei luba tulemustest teha statistliselt usaldusväärseid järeldusi, võib väita, et tulemused on sisuliselt usaldusväärsed, kuna uuritud õpilased moodustavad antud õppekava järgi õppivatest lastest esindusliku valimi.

Rühmakatse tulemused näitasid, et üldjuhul ülesannete lahendusedukus suureneb klassiti. Arvestades kontrolltöös sisaldunud materjali, võis eeldada, et 3. ja 4. klassi õpilaste tulemused on paremad 2. klassi õpilaste tulemustest, kuna uuritud oskuste omandamine ja kinnistamine on selleks etapiks kestnud läbi mitme õppeaasta. Samas ilmnes ka valdkondi, millega vanemad õpilased eeldatava edukusega toime ei tulnud. Järgnevalt analüüsitakse rühmakatse vigade võimalikke põhjuseid.

Numeratsioonivaldkonna ülesannetes tehtud vigade puhul võib eeldatavate põhjustena välja tuua järgmised: hooletus, tähelepanematus, töökorralduse mittemõistmine. Ülesandes, kus antud arvude vahele tuli kirjutada sobiv arv ning eksimuseks oli esitatud arvude võrdlemine, võis olla tegemist juhusega, kus õpilasel on kinnistunud visuaalselt teadmine, et selliselt esitatud ülesande puhul tuleb lünka kirjutada sobiv märk (st kas <, >, =). Ülesannete tegemata jätmise puhul võis olla põhjuseks oskamatus, vähemal määral hooletus ja/või tähelepanematus. Nimetatud valdkonnas probleemsemateks osutunud ühe võrra suurema/väiksema arvu kirjutamise ülesannete puhul viitavad sagedamini esinenud vead puudulikule juurde/ära loendamise oskusele ja/või puudulikule arvutamisoskusele. Ühe võrra väiksema arvu kirjutamisel võisid lapsed lähtuda ka veel eelneva ülesande töökorraldusest, mis osutab raskustele tegevuse ümberlülitumisel. Arvestades kirjanduses tooduga (Viitar, 1998a) võivad arvureaga opereerimise raskused olla tingitud formaalsetest teadmistest ja oskustest numeratsiooni vallas. Numeratsiooni- ja võrdlusülesannete vaheline korrelatsiooniseos (r = 0,29; p = 0,11) ei viita nende valdkondade omavahelisele tõenäolisele seotusele. Seetõttu võib eeldada, et võrdlusülesannetes tehtud vead on pigem individuaalsed ning põhjustatud intellektipuudega õpilaste kognitiivsete protsesside ebatäpsusest ja madalamast arengutasemest.

Arvu liitehituse ja kümnendkoostise ülesannete soorituse tase näitas, et tegemist on valdkonnaga, mis on õpilastele probleemne nii 2., 3. kui ka 4. klassis. Õpilaste poolt tehtud vigade iseloom viitab puudulikult omandatud teadmistele arvude koostise ja liitehituse tundmisel. E. Värv (2009) väidab, et arvu koostise tundmine on väga oluline baasoskus arvutamise oskuse kujunemisel ning ilma milleta on võimatu omandada üleminekuga liitmist ja lahutamist.

Arvutamisülesannetes esinenud vead osutavad eelkõige raskustele juurde ja/või ära loendada ning arvu liitehituse ja kümnendkoostise tundmise probleemidele. Arvestades arvu liitehituse ja kümnendkoostise tundmise vahelist seost aritmeetiliste tehete sooritamisega (r = 0,6; p < 0,01), võib väita, et nimetatud oskuste puudulik omandatus tekitab probleeme liitmisel ja lahutamisel. Lisaks võivad ebaedu põhjusteks olla omandamata arvude ja numbrite vahelised seosed ning tehtemärkide tähendus. Aritmeetiliste tehete omandamisel on aga oluline nende tehete sisu mõistmine (Tournaki et al, 2008).

Tekstülesannete lahendamistulemuste analüüsil vaadeldi eraldi tehte valiku, arvutamise ja vastuse andmise aspekte, millest raskeimaks osutus vastuse sõnastamine. Arvestades LÕKi järgi õppivate laste kõnearengu tasemega, pole saadud tulemus üllatav. Ainekavast lähtuvalt on ühetehtelise tekstülesande vastuse vormistamine 2. klassi lõpuks õpitud, 3. ja 4. klassis tegeletakse juba kahetehteliste ülesannetega. Arvestades õpilaste edukust tehte valikul ning arvutamisel, ei saa siinkohal rõhutada matemaatilise teksti mittemõistmise osatähtsust. Probleemseks osutunud vastuse sõnastamine viitab intellektipuudega õpilaste lauseloome raskustele.

Lõikude pikkuse mõõtmisel osutus praktilise mõõtmise teostamisest raskemaks mõõtühiku märkimine. Nimetatud ülesandeid polnud pooled õpilastest üldse lahendanud.

Arvestades saadud tulemuste taset ning vigade iseloomu, võib eeldada, et probleeme põhjustas vale mõõtmistehnika ning omandamata mõõtühikute nimetused.

Viitari (1998a) põhjal tunnevad abikooli õpilased paremini väliselt eristatavaid kujundeid. Seda väidet kinnitab käesolevas uurimuses saadud tulemus, mille järgi kolmnurga tundmisel oli lahendusedukus 100%. Veidi ootamatuks võib pidada, et õpilased eksisid ringile nimetuse andmisel. Samas viitab vale vastusena *kera* kui ühe etteantud variandi kasutamine, et lapsed ei erista geomeetrilisi kujundeid geomeetrilistest kehadest. Kuubi ja ristküliku segistamise üheks põhjuseks on ilmselt asjaolu, et välise kuju poolest on nad sarnased. Mitte etteantud nimetuste kasutamine geomeetriliste kujundite puhul võib osutada töökorralduse mittelugemisele, tähelepanematusele või teadmiste puudulikkusele.

Kokkuvõtteks rühmakatsete tulemuste põhjal saab öelda, et LÕKi järgi õppivatel 2. klassi lastel vajavad täpsustamist ja jätkuvat õpetamist kõik matemaatika ainekavas ettenähtud teemavaldkonnad. 3. ja 4. klassi õpilastel on hästi omandatud numeratsioon ja arvude võrdlemisoskus, kõik muud uuritud matemaatika ainekava valdkonnad vajavad jätkuvat õpetamist/kinnistamist. Samas tuleb tegeleda ka juba omandatud oskuste kinnistamise ja arendamisega. Lähtuvalt LÕKi ülesehitusest on saadud tulemused matemaatika aine õpetamise kontsentrilisusega kooskõlas. Siiski tuleb juhtida tähelepanu 2.-4. klassi intellektipuudega õpilaste rühmakatse tulemustele, mis näitavad nende laste matemaatikaalaste teadmiste omandamise aeglust ja raskuseid. Kahjuks pole võimalik käesolevas töös saadud matemaatiliste valdkondade tulemusi põhjalikumalt võrrelda varasemate uurimustega, kuna autorile teadaolevatel andmetel pole samalaadseid rühmakatseid LÕKi alusel õppivate 2.-4. klassi õpilastega läbi viidud.

Järgnevalt võetakse analüüsi alla individuaalkatsete tulemused, mille tõlgendamist alustati toorpunktide teisendamisest IQ-ühikuteks. Keskmiste tulemuste suur hajuvus õpilaste puhul näitab, et erinevad matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid on omandatud erineval tasemel. Gruppide kaupa tulemusi võrreldes ei saa teha üldistusi oskuste omandatuse osas. Kindel tase erinevate tegevusliku aluse komponentide osas puudub ka õpilaste hulgas, st ühe õpilase poolt saadud IQ-punktide tase erinevate ainevaldkondade lõikes kõigub suhteliselt suuresti. Saadud tulemus näitab, et LÕKi järgi õppivatel õpilastel on matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid omandatud erineval tasemel. Järgnevalt analüüsitakse individuaalkatsete tulemusi põhjalikumalt.

Järjestamisel suurustunnuste alusel tehtud vigade põhjal võib välja tuua, et paljud õpilased lähtuvad asjade kasutusotstarbest (32% eksimustest). Raskusi valmistab konkreetsete suurustunnuste nimetamine, kasutatakse tunnust *suurem-väiksem* (16% vigadest). Üheks põhjuseks võib siinkohal olla intellektipuudega õpilaste sõnavara piiratus ja/või vastavate mõistete puudumine laste aktiivsest sõnavarast. Nimetatud põhjust toetab läbiviidud katse teine pool, kus õpilased pidid etteantud tunnuse põhjal osutama vastavale objektile ning tulemused olid märgatavalt paremad ja enamasti iseseisva sooritusega. Esemeliste tegevuste paremale omandatusele osutab ka E. Viitar (1998a).

Asenditunnuste alusel järjestamisel olid samuti paremad tulemused tegevusel reaalsete esemetega. See näitab materialiseerimise olulisust (Ojose, 2008) intellektipuudega õpilaste õpetamisel. Kuna etteantud pildi põhjal asukoha määramise tulemused tunnuste *paremal/vasakul* ja *üleval/all* põhjal jäid tagasihoidlikumaks kõigis gruppides, võib arvata, et intellektipuudega laste jaoks osutus pilt liiga detailirohkeks. Seega tuleb rõhutada, et neid õpilasi õpetades tuleb õppematerjali valikul lähtuda konkreetsusest ja eesmärgist.

Ajakujutluste tundmise ülesanded näitasid, et ööpäevaosade iseseisva nimetamisega ei tule toime ka veel 3. ja 4. klassi õpilased. Samas suudab enamik õpilasi kas iseseisvalt või abiga nimetada ööpäevaosade järgnevust, mis näitab, et etteantud nimetus aitab kaasa ülesande sooritamisele. Ajakujutlused *eile-täna-homme* on enamikul lastel selged. Oluliselt edukamalt sooritati õpilaste poolt ülesanded, kus pidi ajakujutlusi kasutama oma tegevuse kirjeldamisel. See näitab, et intellektipuudega õpilased orienteeruvad ajas oma tegevuse alusel (Viitar, 1998a). Olgu siinkohal lisatud, et arvestades intellektipuudega õpilaste kõnearengu taset, loeti õigeks ka vastused, kus õpilane adekvaatse tegusõnaga õiges vormis tegevust ainult nimetas, mitte ei kirjeldanud. Enamkasutatud tegusõnad näitavad, et laste jaoks on olulised igapäevased elementaarsed toimingud nagu *õppimine, mängimine, söömine* ja *magamine.* Samas viitab nimetatud/kirjeldatud tegevuste vähesus intellektipuudega laste piiratud sõnavarale.

Järjestamisülesannete omavahelised korrelatsiooniseosed näitasid, et suurustunnuste alusel järjestamisoskus mõjutab asenditunnuste alusel järjestamist ning omab mõningast mõju ajatunnuste alusel järjestamisoskusele. Asendi- ja ajatunnuste alusel järjestamise oskuse omavaheline seotus tõenäoliseks ei osutunud. Kinnitust leidis üks käesolevas töös püstitatud allhüpoteesidest, mis väitis, et järjestamisoskus mõjutab numeratsiooniülesannete lahendamist (r = 0,55; p = 0,01).

Rühmitamisoskuse omandatuse taseme uurimise ülesanded näitasid, et õpilased on edukamad tegevuses reaalsete esemetega. Esemeid eristava tunnuse nimetamisel vajasid pooled õpilased abi. See kinnitab veelkord intellektipuudega õpilaste puhul näitlikustamise olulisust. Klassifitseerimisülesannete tulemused kinnitasid, et intellektipuudega õpilastel on raske kasutada olemasolevaid teadmisi objektide võrdlemisel, sest ei suudeta kindlaks määrata erinevusi objektide vahel (Viitar, 1998a). Paremini suudetakse hakkama saada ühe tunnuse alusel rühmitamisega, kahe ja kolme tunnuse alusel rühmitamine on raskem.

Klassikalised nn Piaget' katsed näitasid, et üldjuhul saavad õpilased iseseisvalt samaväärse hulga moodustamisega hakkama. Hulga samaväärsuse säilitamise ülesanne näitas, et rohkem kui pooled abikooli 2.-4. klassi õpilased ebaõnnestuvad, kui ei saa toetuda näiteks loendamisele, mis oleks neile siinkohal oluliseks abiks (Viitar, 1998a). Hulga püsimist näitav tegevus on enamasti kujutluse tasemel sooritatav (Noor, 1998). Seega võib oletada, et LÕKi järgi õppivad 2. klassi õpilased ning 3. ja 4. klassi nõrgemad lapsed pole veel jõudnud formaalsete operatsioonide etapile. Osa ja terviku võrdlemise raskused on tingitud sarnasuse ja erinevuse samaaegse arvestamise kui ühe raskemini mõistetava ja aeglaselt kujuneva mõtlemisoperatsiooni omandamatusest (Noor, 1998). Usaldusväärset kinnitust ei leidnud üks püstitatud allhüpoteesidest, mis väitis, et hulkadega tegevuste omandatuse taset mõjutab rühmitamisoskuse omandatus.

Loendamisoskust uurivate ülesannete põhjal selgus, et tegelik loendamisoskus pole 2. klassi õpilastel omandatud ning sellega saavad hakkama pooled 3. ja 4. klassi tugevamatest õpilastest. Füsioloogilise mehhanismi töölerakendumine on loendamistegevuse esialgseks kriteeriumiks (Clements & Sarama, 2004). Läbiviidud katsete põhjal selgus, et kõik 2. klassi õpilased puudutasid esemeid loendamisel kas sõrme või käega, mis näitab tegevuse materialiseerituse osatähtsust intellektipuudega laste õpetamisel.

Järjestamis- ja klassifitseerimisoskuse vaheline positiivne korrelatsiooniseos loendamisoskusega (r = 0,47; p = 0,03) toetas püstitatud allhüpoteesi. Arvestades raskuseid mitmete järjestamisülesannete ja klassifitseerimisülesannete sooritamisel, on põhjendatud, miks loendamise tegeliku omandatuse tase osutus madalaks. Üks käesolevas töös püstitatud allhüpoteesidest väitis, et loendamisoskuse omandatus mõjutab arvu koostise tundmist ning liitmis- ja lahutamisoskust. Nimetatud oskuste vahelised korrelatsiooniseosed (r = 0,42; p =

0,07 ja r = 0,55; p = 0,01) annavad alust väita, et taolised seosed eksisteerivad, kuid nende omavaheline seotus vajaks veel eraldi uurimusi.

Individuaalkatsete mõõtmis- ja modelleerimisülesanded korreleerusid tugevalt rühmakatse samalaadsete ülesannetega. Siinkohal võib öelda, et Viitari (1998a) poolt väljatoodud raskus geomeetriliste vormide nägemises esemetes leidis kinnitust 2. klassi õpilaste puhul ning avaldus eelkõige ruudu- ja ristkülikukujuliste esemete segistamises.

Individuaalkatse arvutamisülesande tulemused on võrreldavad rühmakatse tulemustega. Märkida tuleb, et enamik 2. klassi õpilasi ning pooled nõrgema grupi õpilased kasutasid abivahendina sõrmi. Tugevama grupi õpilased lahendasid ülesandeid edukalt ka mälule toetudes. Tulemused näitavad, et mälu roll arvutamisel 20 piires muutub olulisemaks 3. ja 4. klassis. Nooremad õpilased vajavad tegevuse sooritamisel materialiseeritud abi. Kinnitust ei leidnud üks püstitatud allhüpoteesidest, et arvutamisoskuse omandatus on seotud hulkadega tegevuste oskuste omandatusega.

Individuaalkatsete läbiviimisel ja tulemuste analüüsil selgus, et abi osutamine katse läbiviija poolt erinevate ülesandevaldkondade puhul sageli tulemuslikuks ei osutunud. Seletus võiks seisneda L. Võgotski teoorias potentsiaalsest arenguvallast, mille järgi iseseisev töötamine näitab lapse tegelikku arengutaset, õpetaja suunamisel töötamine toimub potentsiaalses arengutasemes. Seega kui ülesande sooritamisele ei aita kaasa abi osutamine, siis pole laps suuteline seda veel lahendama ehk tema areng pole jõudnud tasemele, kus vastavaid oskuseid omandada.

Käesolevas magistritöös püstitatud hüpotees väitis, et põhikooli lihtsustatud õppekava järgi õppivatel 2.-4. klassi õpilastel on matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponendid omandatud osaliselt. Nimetatud väide leidis kinnitust. Individuaalkatsete ülesannete lahendamise edukuse tase lähtuvalt soorituse astmete protsentuaalsest jaotusest näitas, et tugevama grupi õpilastel jäid tegemata üksikud ülesanded (5,3%), mis osutab matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide omandatuse väga heale tasemele. Nõrgema grupi õpilaste vastavat oskuste taset võib nimetada heaks ning 2. klassi laste taset rahuldavaks. Individuaalkatsete tulemuste võrdlemine IQ-punktide põhjal toetab nimetatud väiteid. Samas ilmnes, et matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide omandatuse tase on erinev nii indiviidi (õpilase) kui grupi (klassi) tasandil.

Kinnitust leidnud allhüpotees, mis väitis, et järjestamisoskus mõjutab numeratsiooniülesannete lahendamist, osutab vajadusele tegeleda laste järjestamisoskuste kujundamisega, kuna need on aluseks näiteks arvurea tundmaõppimisel, võrdlemisoskuse omandamisel, aritmeetiliste tehete sooritamisel. Järjestamis- ja klassifitseerimisoskuse vaheline tugev positiivne korrelatsiooniseos loendamisoskusega näitas, et loendamisoskuse tegeliku omandatuse tase intellektipuudega õpilastel on madal. Seetõttu on arvude (kümnend)koostise ning liitehituse ülesannete lahendamine probleemne ning raskuseid on ka aritmeetiliste tehete sooritamisel.

Individuaalkatsete tulemuste analüüsil ei leidnud kinnitust väide, et hulkadega tegevuste oskuste omandatust mõjutab rühmitamisoskus. Eelnevalt selgus, et reaalsete esemetega sooritatavad tegevused (rühmitamisülesanded) on intellektipuudega lastel omandatud heal tasemel. Probleemseks osutus kujutluse tasemel tegevuste sooritamine (hulga samaväärsuse säilitamine ja osa võrdlemine tervikuga). Lähtuvalt tulemustepõhisest oletusest, et LÕKi järgi õppivad 2. klassi õpilased ning 3. ja 4. klassi nõrgemad lapsed pole veel jõudnud formaalsete operatsioonide etapile, on põhjendatud, miks rühmitamisoskus ning hulkadega tegevuste omandatus pole omavahel seotud. Eeldatavalt samal põhjusel ei ilmnenud oodatud usaldusväärset seost ka hulkadega tegevuste oskuste omandatuse ja arvutamisoskuse vahel, kuna liitmis- ja lahutamisülesannete lahendamisel kasutasid ligikaudu pooled õpilastest abistava vahendina sõrmi, mis viitab konkreetsete operatsioonide perioodile.

Käesolevas töös saadud tulemused näitavad, et LÕKi järgi õppivatel õpilastel sõltub edukus matemaatika õppimisel tegevusliku aluse komponentide omandatuse tasemest. Seega võib toetada M. Maila (2009a) arvamust, et LÕK matemaatika ainekavas tuleb suurendada 1. klassis protsessuaalse aluse kujundamisele kuluvat aega. Töö autoripoolne arvamus on, et matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse komponentide õpetamise/arendamise ning kinnistamisega tuleb aktiivselt tegeleda veel 2. klassis ning teema on aktuaalne ka 3. ja 4. klassis. Statistiliselt usaldusväärsemate tulemuste saamiseks on vajalik matemaatika tegevusliku aluse komponentide taseme omandatuse alaste ulatuslikumate uurimuste läbiviimine põhikooli lihtsustatud riikliku õppekava alusel õppivate laste hulgas.

Kasutatud kirjandus

Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Cognitive Psychology, 21 (9),* 1201-1216.

Bouck, E. C., & Kulkarni, G. (2009). Middle-School mathematics curricula and students with learning disabilities: Is one curriculum better? *Learning Disability Quarterly, 32 (4),* 228-244.

Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology, 33,* 205-228.

Cawley, J. F., Foley, T. E., & Hayes, A. M. (2009). Geometry and Measurement: A Discussion of Status and Content Options for Elementary School Students with Learning Disabilities *Learning Disabilities: A Contemporary Journal 7 (1),* 21–42.

Chong, S. L., & Siegel, L. S. (2008). Stability of Computational Deficits in Math Learning Disability From Second Through Fifth Grades. *Developmental Neuropsychology, 33 (3),* 300-317.

Chung, K. K. H., & Tam, Y. H. (2005). Effects of cognitive based instruction on mathematical problem solving by learners with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual & Developmental Disability, 30 (4),* 207-216.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Building Abstract Thinking Through MATH. *Early Childhood Today, 18 (5),* 34-40.

De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: A longitudinal study from first grade to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology, 103 (2),* 186-201.

Fuchs, L. S., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Fuchs, D., & Hamlett, C. L. (2010). The effects of strategic counting instruction, with and without deliberate practice, on number combination skill among students with mathematics difficulties. *Learning and Individual Differences, 20 (2),* 89-100.

Geary, D. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37 (1),* 4-15.

Hart, S. A., Petrill, S. A., Thompson, L. A., & Plomin, R. (2009). The ABCs of math: A genetic analysis of mathematics and its links with reading ability and general cognitive ability. *Journal of Educational Psychology, 101 (2)*, 388-402.

Kame'enui, E. J., Carnine, D. W., Dixon, R. C., Simmons, D. C., & Coyne, M. D. (2002). *Effective teaching strategies that accommodate diverse learners.* Columbus (Ohio): Merrill.

Karlep, K. (1998). *Psühholingvistika ja emakeeleõpetus.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Karlep, K. (1999). *Emakeele abiõpe I.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kees, P. (1984). Statistika pedagoogidele ja psühholoogidele: III osa. Tallinn: E. Vilde nimeline Tallinna Pedagoogiline Instituut.

Kikas, E. (2006). *Õppimine ja õpioskused.* Külastatud 03.09.2009, http://www.ut.ee/curriculum/orb.aw/class=file/action=preview/id=36731/opi_yld.pdf.

Kikas, E., Peets, K., Palu, A., & Afanasjev, J. (2009). The role of individual and contextual factors in the development of maths skills. *Educational Psychology*, *29*, 541-560.

Krull, E. (2000). *Pedagoogilise psühholoogia käsiraamat.* Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Kuusk, R. (2009). Tekstülesannete lahendamisoskuse uurimine. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa*, *32,* 48-60.

Leino, M. (2004, 27. aug). Käitumismatemaatika. *Õpetajate Leht, 29.* Külastatud 03.09.2009, http://www.opleht.ee/Arhiiv/2004/27.08.04/koik.shtml.

Lerner, J. (1993). *Learning Disabilities. Theories, Diagnosis & Teaching Strategies.* Sixth edition. Boston: Houghton Mifflin Company.

Lindgren, H. C. & Suter, W. N. (1994). *Pedagoogiline psühholoogia koolipraktikas.* Tartu: Tartu Ülikool.

Mabbott, D. J., & Bisanz, J. (2008). Computational Skills, Working Memory, and Conceptual Knowledge in Older Children With Mathematics Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, *41 (1),* 15-28.

Magne, O. (1991). *Dysmathematics. Facts and theories concerning mathematics learning for handicapped child.* Malmö, School of Education.

Maila, M. (2005a). *Matemaatika omandatuse uurimismaterjal I klassile.* Külastatud 22.03.2009, http://www.ut.ee/curriculum/orb.aw/class=file/action=preview/id=68875/IOK_lisad_21_01_05.pdf

Maila, M. (2005b). *Matemaatiliste oskuste tegevusliku aluse omandatus I klassi õpilastel.* Publitseerimata magistritöö. Tartu Ülikooli eripedagoogika osakond.

Maila, M. (2005c). Tegevused, mis võimaldavad matemaatika õppimist. *Haridus, 8,* 39-41. Külastatud 07.10.2009, http://haridus.opleht.ee/Arhiiv/082005/39-41mustv.pdf.

Maila, M. (2009a). Lihtsustatud õppekava matemaatika ainekava uuendamine. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa, 32,* 14-19.

Maila, M. (2009b). Matemaatika omandatuse uurimismaterjal 1. klassis. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa, 32,* 26-38.

Mellik, K., & Asik, M. (2009). See raske matemaatika. *Eripedagoogika: Matemaatika 2. osa, 32*, 3-8.

Morin, J. E., & Franks, D. J. (2010). Why Do Some Children Have Difficulty Learning Mathematics? Looking at Language for Answers. *Preventing School Failure, 54,* 111-118.

Munro, J. (2003). Dyscalculia: a unifying concept in understanding mathematics learning disabilities. *Australian Journal of Learning disabilities, 8 (4).*

Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B., & Early, M. C. (2007). Cognitive Characteristics of Children With Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. *Journal of Learning Disabilities, 40 (5),* 458-478.

Mutso, I. (2002a). *Matemaatika tööraamat. IV klass. I osa.* Tartu: Atlex.

Mutso, I. (2002b). *Matemaatika tööraamat. IV klass. II osa.* Tartu: Atlex.

Mutso, I. (2003). *Matemaatika tööraamat. III klass. I osa.* Tartu: Atlex.

Mutso, I., & Tröner, I. (2009). Teksti mõistmise mõju tekstülesande lahendamise edukusele. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa, 32,* 39-47.

Neare, V. (1998). I, II ja III klassi õpilaste oskused matemaatikas. *Eripedagoogika. Teooriast praktikasse: Matemaatika.* Külastatud 28.10.2009, http://www.eripedaliit.ee/mod.php?mod=userpage&page_id=33&menu=

Noor, E. (1998). *Matemaatika I-II klassis: õpetajaraamat.* Tallinn: Koolibri.

Noor, E., & Rohtla, I. (2004). *Matemaatika koolieelikutele. Õpetajaraamat.* Tallinn: Koolibri.

Ojose, B. (2008). Applying Piaget's Theory of Cognitive Development to Mathematics Instruction. *The Mathematics Educator, 18 (1),* 26–30.

Passolunghi, M., Mammarella, I., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology, 33,* 229-250.

Piaget, J., & Szeminska, A. (2002). *Arvumõiste kujunemine lapsel.* Tallinn: TPÜ Kirjastus.

Pukk, M. (2009). Loovus ja matemaatika dialoogis erivajadusega lapse heaks. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa, 32,* 7-13.

Põhikooli ja gümnaasiumi riiklik õppekava. (2002). Külastatud 26.09.2009, https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=12888846.

Põhikooli lihtsustatud riiklik õppekava (abiõppe õppekava). (1999). Külastatud 26.09.2009, https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=12743986.

Taub, G. E., Keith, T. Z., & Floyd, R. G. (2008). Effects of General and Broad Cognitive Abilities on Mathematics Achievement. *School Psychology Quarterly, 23 (2),*187-198.

Tournaki, N., Young S. B., & Kerekes, J. (2008). Rekenrek: A Manipulative Used to Teach Addition and Subtraction to Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities - A Contemporary Journal, 6 (2),* 41-59.

Viitar, E. (1996). Matemaatiliste elementaaroskuste omandamisraskused. K. Karlep (Toim), *Töid eripedagoogikast XIV* (lk 73-91). Tartu: Tartu Ülikool, Eripedagoogika osakond.

Viitar, E. (1998a). Abikooli 1. - 2. klassi õpilaste oskused ja raskused matemaatikas. *Eripedagoogika. Teooriast praktikasse: Matemaatika.* Külastatud 05.10.2009, http://www.eripedaliit.ee/mod.php?mod=userpage&menu=10&page_id=35.

Viitar, E. (1998b). Matemaatika algkursuse omandamise jõukohasus ja jõukohastamine. J. Kõrgesaar, K. Karlep (Toim), *Hariduslikud erivajadused 98: konverentsi materjalid* (lk 217-223). Tartu: Tartu Ülikool, Eripedagoogika osakond.

Värv. E. (2001). *Matemaatika tööraamat 1. klassile. II osa.* Tallinn: Tea.

Värv. E. (2002). *Matemaatika tööraamat 1. klassile. III osa.* Tallinn: Tea.

Värv. E. (2005). *Matemaatika tööraamat 1. klassile. I osa.* Tallinn: Tea.

Värv. E. (2006a). *Matemaatika tööraamat II klassile. 1. osa.* Tallinn: Tea.

Värv. E. (2006b). *Matemaatika tööraamat II klassile. 2. osa.* Tallinn: Tea.

Värv, E. (2009). Tööetapid „arvu koostise“ õpetamisel. *Eripedagoogika: Matemaatika 1. osa, 32,* 61-68.

Walker, C. M., Bo Zhang, &Surber, J. (2008). Using a Multidimensional Differential Item Functioning Framework to Determine if Reading Ability Affects Student Performance in Mathematics. *Applied Measurement in Education, 21 (1),* 162-181.

Walter, J. G., & Hart, J. (2009). Understanding the complexities of student motivations in mathematics learning. *The Journal of Mathematical Behavior, 28 (2-3),* 162-170.

Перова, М. Н. (2001). *Методика преподавания математики в коррекционной школе.* Москва: Владос.

Lisad

LISA 1

MATEMAATIKA KONTROLLTÖÖ

1. Kirjuta igale arvule vahetult eelnev ja järgnev arv.

	6	
	15	

	11	
	3	

2. Kirjuta antud arvude vahel olev arv.

7		9
17		19

13		15
4		6

3. Kirjuta arvureas puuduvad arvud.

1			4		6				10
		13		15			18	19	

4. Võrdle arve. Kirjuta õige märk (> < =).

6 … 2 10 … 15 17 … 17 14 … 9

5. Kirjuta arv, mis on ühe võrra suurem.

4	→	
1	→	

7	→	
6	→	

6. Kirjuta arv, mis on ühe võrra väiksem.

8	→	
7	→	

3	→	
5	→	

7. Arvuta.

3 + 4 = ……   7 – 5 = ……

2 + 6 = ……   8 – 2 = ……

8. Arvuta.

10 + 7 = ……   12 – 1 = ……

15 + 3 = ……   13 – 3 = ……

18 + 2 = ……   20 – 5 = ……

9. Arvuta.

6 + 6 = ……   12 – 8 = ……

5 + 9 = ……   11 – 5 = ……

7 + 5 = ……   17 – 8 = ……

10. Arvuta.

20 + 40 = ……   70 – 20 = ……

50 + 30 = ……   90 – 40 = ……

* 2. klassi õpilaste ülesanne: 10 + 10 = ……   20 – 0 = ……

20 + 0 = ……   20 – 10 =……

11. Kirjuta puuduv arv.

9 = 6 ja ……   6 = 3 ja ……

12. Kirjuta puuduv arv.

5 + …… = 8   8 – …… = 5

4 + …… = 9   9 – …… = 4

13. Kirjuta arvud täiskümnete ja üheliste abil.

25 = …… + ……   37 = …… + ……

52 = …… + ……   19 = …… + ……

* 2. klassi õpilaste ülesanne: 15 = … + …   17 = … + …

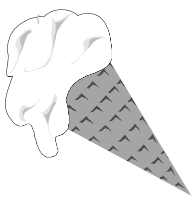
12 = … + …   19 = … + …

14. Lahenda ülesanne.

Raivo läks poodi. Ta ostis 4 krooni eest jäätise ja 5 krooni eest õuna. Mitme krooni eest Raivo ostis?

……………………………………………

Vastus: ………………………………………………………………



5 krooni   4 krooni

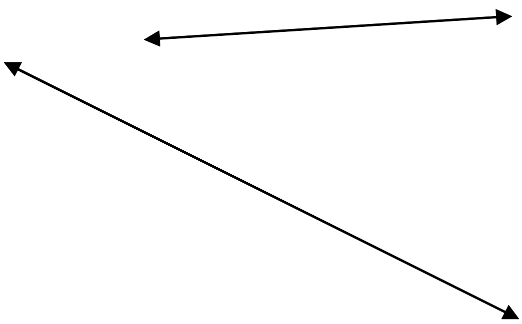
15. Lahenda ülesanne.

Maril oli 9 kommi. Ta sõi 3 kommi ära. Mitu kommi jäi järele?

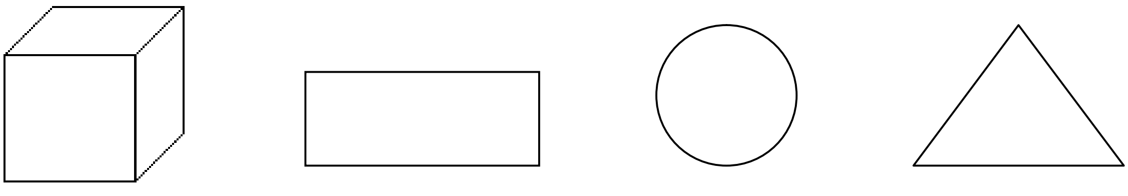
……………………………………………

Vastus: …………………………………………………………

16. Mõõda puude vahelised kaugused. Kirjuta vastus iga lõigu juurde.



17. Kirjuta iga geomeetrilise kujundi alla selle nimetus.



________________ ________________ ________________ ________________

(KERA, KOLMNURK, KUUP, RISTKÜLIK, TETRAEEDER, RING)

LISA 2

Läbiviidud katsete kirjeldused

JÄRJESTAMINE
Suurustunnused

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada välja, kas laps on omandanud kujutluse suurustunnustest ning seose vastava sõnaga.	Lapse ette lauale asetatakse kaks erineva pikkusega pliiatsit nii, et nende ühed otsad on kohakuti. Lapselt küsitakse: *Mille poolest erinevad sinu ees olevad pliiatsid?* Laps peaks sõnastama ühe või mõlemad seosed, st kasutama sõnu *pikem* ja/või *lühem.* Sama küsimuse (mille poolest erinevad…) alusel lastakse lapsel võrrelda esemeid teiste suurustunnuste (*lai-kitsas; jäme-peenike; kõrge-madal; pikk-lühike; suur-väike*) järgi. Kasutatavateks küsimusteks on: *Mille poolest erinevad joonlaud ja raamat?* *Mille poolest erinevad raamat ja vihik?* *Mille poolest erinevad kustutuskumm ja vihik?*
Selgitada välja, kas laps oskab esemeid suurustunnuste alusel võrrelda ja tulemust seostada õige sõnavara abil.	Katse esimeses pooles kasutatud esemete hulgast lastakse lapsel valida etteantud suurustunnuse põhjal kindel ese (*Näita, milline pliiats on pikem/lühem*). Samamoodi kontrollitakse teiste suurustunnuste alusel esemete võrdlemist: *Näita, kumb on laiem/kitsam, kas joonlaud või raamat?* *Näita, kumb on õhem/paksem, kas raamat või vihik?* *Näita, kumb on suurem/väiksem, kas kustutuskumm või raamat?*

Asenditunnused

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Välja selgitada, kas laps on omandanud kujutlused ruumisuhetest ning seosed vastava sõnavaraga	Lapsele näidatakse pilti, mis kujutab mitmekorruselist maja, puud ja ühekorruselist maja. Pildi alusel küsitakse: *Mis on pildil paremal?* *Mis on pildil vasakul?* *Mis on pildil üleval?* *Mis on pildil all?* *Kus on kassi suhtes koer?* *Kus on kassi suhtes poiss?* *Kes on kõige kõrgemal?* *Kes on kõige madalamal?*
Välja selgitada, kas laps on omandanud oskuse muuta eseme asukohta ruumis enda ning teiste objektide suhtes.	Katse teine osa viiakse läbi esemetega. Lapsele antakse korraldused: *Aseta pliiats raamatu ette.* *Aseta pliiats raamatu taha.* *Aseta pliiats raamatust vasakule.* *Aseta pliiats raamatust paremale.* *Aseta pliiats raamatu kohale.* *Aseta pliiats raamatu alla.* *Aseta pliiats raamatust kaugele.* *Aseta pliiats raamatu lähedale.* *Aseta pliiats raamatust kõrgemale.* *Aseta pliiats raamatust madalamale.*

Ajatunnused

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Välja selgitada, kas laps tunneb ja oskab kasutada ajamõisteid ööpäev (osadega), eile, täna, homme.	Lapselt küsitakse: *Millistest osadest koosneb ööpäev?* *Millega päev algab?* *Mis tuleb pärast hommikut?* *Mis tuleb pärast lõunat?* *Mis tuleb pärast õhtut?* *Kas eile on juba möödas, kestab või alles tuleb?* *Kas täna on juba möödas, kestab või alles tuleb?* *Kas homme on juba möödas, kestab või alles tuleb?*
Välja selgitada, kas laps on omandanud seose ajatunnuse ja konkreetse sündmuse vahel.	Lapsel palutakse nimetada sündmusi, mis toimusid konkreetse ajatunnuse alusel: *Mida sa teed hommikul?* *Mida sa teed lõuna ajal?* *Mida sa teed õhtul?* *Mida sa teed öösel?* *Mida sa eile tegid?* *Mida sa täna teinud oled?* *Mida sa täna veel teed?* *Mida sa homme teed?* Juhul, kui laps ei suuda nendele küsimustele adekvaatselt vastata, kasutatakse katse läbiviimisel temaatilisi seeriapilte. Kuuest pildist koosnev seeria antakse lapsele korraga kätte ning esitatakse korraldus: *Järjesta pildid! Alusta hommikust!*

RÜHMITAMINE JA KLASSIFITSEERIMINE

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Välja selgitada, kas on omandatud oskus rühmitada esemeid ühise tunnuse alusel.	Lapse ette lauale on asetatud 10 pliiatsit, millest pooled on pikemad kui ülejäänud pliiatsid. Lapsele esitatakse kõigepealt korraldus: *Võta pliiatsite hulgast välja pikemad pliiatsid.* Seejärel pannakse kõik pliiatsid taas lapse ette ning esitatakse uus korraldus: *Võta pliiatsite hulgast lühemad pliiatsid.*
Välja selgitada, kas on omandatud oskus väljendada sõnaga rühmitamise aluseks olnud tunnust	Lapse ette lauale pannakse erinevat värvi lühikesed pliiatsid ja neist selgelt eristatavasse paika erinevat värvi pikad pliiatsid. Lapsele esitatakse korraldus: *Vaata pliiatseid. Ütle, mille poolest erinevad need pliiatsid teistest.*
Välja selgitada, kas on omandatud oskus rühmitada esemeid kahe ja enama tunnuse alusel.	Lapse ette lauale on asetatud 4 liiki kujundid (kolmnurgad, ringid, ruudud, südamed), mida kõiki on kahes suuruses ja neljas värvis (lisa 1-3). Lapsele esitatakse korraldus: *Mul on siin terve hulk erinevaid kaarte. Kuidas sa neid jaotaksid?* Kui laps rühmitas esemekaardid mingi tunnuse järgi, esitati lisaküsimus: *Kas sa saad neid veel kuidagi jaotada?*

KLASSIKALISED PIAGET' KATSED

Samaväärse hulga moodustamine

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Välja selgitada, kas on omandatud üksühese vastavuse seos, kas laps tuleb toime etteantud hulga järgi teise, samaväärse hulga moodustamisega.	Katsevahenditeks on komplekt kabenuppe. Katsetaja võtab karbist 7 musta kabenuppu ja paneb need lapse ette ritta erinevate vahedega. Ülejäänud mustad nupud pannakse lapse vaateväljast kõrvale. Seejärel antakse lapse kätte komplekti kuuluvad valged nupud. Lapsel palutakse asetada mustade nuppude alla, uude ritta niisama palju valgeid nuppe, kui neid on mustade nuppude reas. Kui laps alustab mustade nuppude arvu kindlaksmääramist loendamisega, peatab katse läbiviija lapse tegevuse, öeldes: *Ära loenda. Pane mustade nuppude alla niisama palju valgeid nuppe.*

Hulga samaväärsuse säilitamine

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps suudab säilitada hulga samaväärsust. Samaväärsuse säilitamine on tegevus, mis kindlustab hulga püsimise ka siis, kui tema esemete paigutuses on tehtud muudatusi.	Katse lähtub klassikalisest Piage' katsest nr. 1. Katse nr. 2 algab katse nr. 1 lõppsituatsioonist. Laual on üksüheses vastavuses olevad valgete ja mustade kabenuppude read. Katsetaja nihutab alumises reas paar nuppu teise kohta nii, et nuppude rida pikeneb. Laps peab seda tegevust jälgides veenduma, et katsetaja ei võta ühtegi nuppu ära ega lisa juurde. Lapselt küsitakse: *Milliseid nuppe on laual rohkem - musti või valgeid?* Kui laps vastab valesti, küsitakse: *Miks on valgeid nuppe rohkem kui musti nuppe?*

Osa võrdlemine tervikuga

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud oskuse võrrelda osa tervikuga.	Lapse ette lauale asetatakse ühte ritta ja ühesuguste vahedega 7 kabenuppu, millest 3 on valged ja 4 mustad. Ühte ja sama värvi nupud on järjestikku. Lapselt küsitakse: *Milliseid nuppe on laual rohkem - valgeid nuppe või kabenuppe?* Üht osahulka, mille tunnussõnaks on must, küsimuses ei ole.

LOENDAMINE

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Välja selgitada, kas laps on omandanud arvude järjestikused nimetused praktilise loendamise piires.	Lauale on paigutatud ühte ritta kümme musta kabenuppu. Lapsele antakse korraldus: *Loenda.* Kui laps sooritab loendamisülesande veatult, pannakse tema ette lauale lisaks kümme valget kabenuppu (kokku kakskümmend eset). Lapsele antakse korraldus: *Loenda.*
Välja selgitada, kas loendamise ajal käivitub füsioloogiline mehhanism;	Sel ajal kui laps loendab esemeid, jälgitakse, kas lapse käsi, pea või keha hakkab arvude järjestikuste nimetuste ütlemise rütmis liikuma mööda loendatavaid esemeid (sellega luuakse üksühene vastavuse seos loendatavate esemete ja arvude järjestikuste nimetuste vahel).
Välja selgitada, kas laps on omandanud arvsõna tähenduse	Kui laps on loendamisel jõudnud viienda esemeni, peatatakse loendamine korraldusega: *Näita, kus on viis?* Kui laps on korralduse täitnud, öeldakse: *Jätka loendamist!*

MÕÕTMINE

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud oskuse kasutada mõõtmisel joonlauda ja mõõta joonestatud lõigu pikkust ning leida sobiv mõõtühik.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ühe ülesandena (lisa 1, ül. 16). Laps peab mõõtma paberil kujutatud objektide vahel olevate sirglõikude pikkusi ning väljendama saadud tulemust sobilikes mõõtühikutes (sentimeetrites).
Selgitada, kas laps on omandanud oskuse kasutada mõõtmisel joonlauda ja mõõta esemete pikkust täissentimeetrites.	Lapsele antakse kolm pulka pikkustega 5, 9 ja 15 sentimeetrit ja joonlaud ning antakse ülesanne: *Mõõda, kui pikad on need pulgad!*
Selgitada, kas laps on omandanud oskuse esemeid võrrelda, üht eset järjestikku teisele paigutada või mahutada.	Lapsele antakse kaks eset – pikk pliiats ja mõõtepulk. Lapselt küsitakse: *Mitu mõõtepulka on pliiats pikk?*

MODELLEERIMINE

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud geomeetriliste kujundite nimetused.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ühe ülesandena (lisa 1, ül. 17). Laps peab leidma etteantud valikust geomeetrilisele kujundile õige nimetuse, samas töökorraldus antud valikule ei viita.
Selgitada, kas laps on omandanud oskuse joonestada tasapinnalisi geomeetrilisi kujundeid.	Lapsele antakse korraldused: *Joonesta siia lehele kolmnurk.* *Joonesta siia lehele nelinurk.* *Joonesta siia lehele ring.* Katse läbiviija ei täpsusta, kas joonestamisel tuleb kasutada abivahendeid, samas on laual ringikujuliste aukudega joonlaud. Juhul, kui laps soovib kasutada abivahendeid, võimaldab katse läbiviija talle nende kasutamise.
Selgitada, kas laps suudab leida pildilt geomeetrilisi kujundeid.	Lapsel palutakse pildi kirjeldamisel kasutada geomeetriliste kujundite nimetusi: *Leia pildilt ruudukujulisi esemeid.* *Leia pildilt ristkülikukujulisi esemeid.* *Leia pildilt ringikujulisi esemeid.* *Leia pildilt kolmnurkseid esemeid.*

NUMERATSIOON

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud numeratsiooni 20-ne piires.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö viie ülesandega (lisa 1, ül. 1-3, 5, 6), millega kontrollitakse teadmisi arvude paiknemisest arvureas ja väljendite “vahetult eelnev”, “vahetult järgnev arv” ning “arvude vahel olev arv” mõistmist; arvurea tundmist 20 piires ja arvude kirjutamise oskust 20-ne piires.

ARVUDE VÕRDLEMINE

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps oskab arve võrrelda ja kasutada õigesti märke >,<,=.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ülesandega (lisa 1, ül. 4), millega kontrolliti suurustunnusel põhineva järjestusseose rakendamise oskust arvude võrdlemisel ja märkide > < = tähenduse tundmist ja kasutamisoskust; samuti ühekaupa juurde ja äraloendamise (ühe liitmise ja lahutamise) oskust. Ülesannetega kontrolliti seoste “võrra suurem”, “võrra väiksem” mõistmist ja kasutamist ülesande lahendamisel (oskust valida ja sooritada õige tehe või märkida järgnev või eelnev arv).

ARVU LIITEHITUS JA KÜMNENDKOOSTIS

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud arvu liitehituse.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ühe ülesandena (lisa 1, ül. 11). Laps peab leidma etteantud arvu ühe puuduva komponendi. Etteantud arvude suurus jääb 10-ne piiresse (9=6+3).
Selgitada, kas laps on omandanud seose liitmise ja lahutamise vahel ning seosed tehtekomponentide vahel.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ühe ülesandena (lisa 1, ül. 12). Laps peab leidma puuduva tehtekomponendi liitmis- ja lahutamistehtes.
Selgitada, kas laps on omandanud arvu kümnendkoostise.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega kontrolltöö ühe ülesandena (lisa 1, ül. 13). Laps peab etteantud arvu esitama järkarvude summana, tehtemärk on ette antud.

LIITMINE JA LAHUTAMINE – ARVUTAMISOSKUS

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Kontrollida liitmis- ja lahutamisoskust 10-ne piires.	Katsega (lisa 1, ül. 7) kontrollitakse liitmis- ja lahutamisoskust lähtuvalt järgmistest raskusastmetest: ühekohaliste arvude liitmine järguületamiseta (liitmine 10 piires); ühekohalisest arvust ühekohalise arvu lahutamine;
Kontrollida liitmis- ja lahutamisoskust 20-ne piires.	Katsega (lisa 1, ül. 8, 9) kontrollitakse liitmisoskust lähtuvalt järgmistest raskusastmetest: kümnele ühekohalise arvu liitmine; kahekohalisele arvule ühekohalise liitmine järguületamiseta; kahekohalisele arvule ühekohalise liitmine nii, et vastuseks on kakskümmend; ühekohaliste arvude liitmine järguületamisega; lahutamisoskust kontrollitakse lähtuvalt järgmistest raskusastmetest: ühekohalise arvu lahutamist kahekohalisest arvust nii, et vastuseks on kümme; kahekohalisest arvust ühekohalise arvu lahutamine järguületamiseta; kahekümnest ühekohalise arvu lahutamine; kahekohalisest arvust ühekohalise arvu lahutamist järguületamisega.
Kontrollida täiskümnete liitmis- ja lahutamisoskust saja piires.	Katsega (lisa 1, ül. 10) kontrollitakse täiskümnete liitmis- ja lahutamisoskust saja piires.

TEKSTÜLESANDED

Uurimise eesmärk	Katse kirjeldus
Selgitada, kas laps on omandanud ühetehteliste tekstülesannete lahendamise ja vormistamise oskuse.	Katse viiakse läbi kõigi katseisikutega korraga kontrolltöö kahe ülesandena. (lisa 1, ül. 14, 15) Laps peab lahendama ülesande ning vormistama täislauselise vastuse.

LISA 3

Õpilaste IQ-punktid kontrolltöö tulemuste põhjal

Klass	Õpilase kood	Kontrolltöö punktid	IQ-punktid klasside kaupa	IQ-punktid kogu grupis
2. kl.	1	47	117	108
	2	43	111	101
	3	21	80	64
	4	36	101	89
	5	43	111	101
	6	33,75	98	86
	7	18	76	59
	8	40,5	107	97
M		35,3	100	88
SD		10,62	14,93	17,89
3. kl.	9	49,75	119	112
	10	45,5	109	105
	11	39	93	94
	12	35,5	84	89
	13	41,75	99	99
	14	45	107	104
	15	48	115	109
	16	50	120	113
	17	36,75	87	91
	18	31,75	75	82
	19	39	93	94
M		42	100	99
SD		6,12	15,05	10,14
4. kl.	20	51	108	114
	21	54	114	119
	22	47	100	108
	23	52	110	116
	24	49	103	111
	25	50	106	113
	26	56	118	123
	27	29,75	65	79
	28	49	103	111
	29	41	88	98
	30	37	79	91
	31	45	96	104
	32	51	108	114
M		47,1	100	108
SD		7,31	14,80	12,15

Märkus. M – keskmine tulemus, *SD* – standardhälve.

LISA 4

Kontrolltöös esinenud vead

Märkus. Sulgudes olev arv (nt x3) näitab, mitu korda nimetatud viga esines; * on märgitud tugevamasse gruppi kuuluva õpilase eksimus; ** on märgitud nõrgemasse gruppi kuuluva õpilase eksimus.

Töökäsk	Ülesande osa	2. klass	3. klass	4. klass
Kirjuta igale arvule vahetult eelnev ja järgnev arv	… 6 … … 15 … … 11 … … 3 …		… - 6 – **5 **** … - 11 – **13** * **4** – 3 – **5** **	
Kirjuta antud arvude vahel olev arv	7 …9 17 … 19 13 … 15 4 … 6	Arvude võrdlemine	 4 – **15** - 6	
Kirjuta arvureas puuduvad arvud	Arvurida 1-20	Viimane arv puudu	13 – **13** – 15 – **14** – **15** – 18 – 19 - **…***	
Kirjuta arv, mis on ühe võrra suurem	4 - … 1 - … 7 - … 6 - …	Kahe võrra suuremad arvud (x3) Arvud 11 – 3 – 10 – 14	 3 6**	Kahe võrra suuremad arvud (x2), nendest 1* Arvud 6 – **5****
Kirjuta arv, mis on ühe võrra väiksem	8 - … 7 - … 3 - … 5 - …	Kahe võrra suuremad arvud (x2) Ühe võrra suuremad arvud Kahe võrra väiksemad arvud Arvud 1 – 2 – 1 – 3	Ühe võrra suuremad arvud (x6), nendest 3* ja 2** Arvud 3 – 4 - … - 1	Ühe võrra suuremad arvud Kahe võrra suuremad arvud
Võrdle arve	6 … 2 10 … 15 17 … 17 14 … 9	 >		
Kirjuta puuduv arv	9on 6 ja… 6on 3 ja…	78; 7 4	4**; 7*; 7; 16; 78; 90** 1**; 4*; 4; 9; 9; 45; 70**	12*; 14**; 15* 2; 8**; 9; 9*; 9*; 9*
Kirjuta puuduv tehtekomponent	5+…=8 4+…=9 8-…=5 9-…=4	 4 6	2; 6**; 13*; 13**; 13 12*; 13 9** 10; 13	2** 4**; 13 6; 14

Kirjuta arvud	15=…+…	2+13; 4+11		
täiskümnete ja	25=…+…		30+10*; 2+5*;	10+15; 2+5
üheliste abil			90+50**; 8+9	
	17=…+…	2+15; 3+4		
	37=…+…		3+7*; 50+90**;	3+7
			8+10	
	12=…+…	1+11; 1+11		
	52=…+…		3+49*; 5+2*;	13+39; 5+2
			52+25**; 7+9	
	19=…+…	4+15; 4+5		
	19=…+…		1+9*; 19+37**;	1+9
			15+4	
Arvutamine 10	3+4=…		6**; 12	
piires	2+6=…			12
	7-5=…	3		3*
	8-2=…	7; 7		5
Arvutamine 20	10+7=…		3*; 11**	16**
piires	15+3=…	19	12*	17**; 17**; 17
järguületamiseta	18+2=…		16*	19**
	12-1=…	10; 13	9**; 20**	4**
	13-3=…	12	15	11**
	20-5=…		14*; 16**; 20	16**; 16**
Arvutamine 20	6+6=…	10; 13	11**;13**; 17	
piires	5+9=…		15**; 15; 15	15**; 16; 29
järguületamisega	7+5=…		11*; 18	11**; 14; 15**
	12-8=…	5	3*; 5*; 5**	5**; 5**; 6
	11-5=…	7	3**	7**; 7**
	17-8=…	10	3; 10*	8*; 10**; 10**
Arvutamine	10+10=…			
täiskümnetega	20+40=…		40*; 50*; 63	
	20+0=…			
	50+30=…		60*; 83	
	20-0=…	0		
	70-20=…		40; 51; 90**	5**
	20-10=…			
	90-40=…		30; 60**; 60	5**; 40**; 40
I tekstülesanne	Tehte	?	?	
(hulkade	valik			
ühendamine)	Arvutus	5	0	8**
	Vastus	Valesti sõnastatud	Valesti sõnastatud	Valesti sõnastatud
		x3	x6, *x1, **x2	x6, *x1, **x1
II tekstülesanne	Tehte	?	?	
(hulkade	valik			
eraldamine)	Arvutus	3	13	7**
	Vastus	Valesti sõnastatud	Valesti sõnastatud	Valesti sõnastatud
		x3	x4, *x1, **x2	x4, **x1

Mõõda puude vahelised kaugused. Kirjuta vastus iga lõigu juurde.	Mõõtmine 2 Mõõtmine 5 Mõõtmine 7 Mõõtühik2cm Mõõtühik5cm Mõõtühik7cm	 5; 8; 8	4 9 10 ml ml ml	3 2; 4 6; 10 mm, m mm, m mm, m
Kirjuta iga geomeetrilise kujundi alla selle nimetus	Kuup	Ruut Ristkülik (x3)	Kast* Ruut** Nurk** Ristkülik Nelinurk	Ristkülik
	Ristkülik	Tetraeeder Kuup	Tetraeeder* Nurk** Kuup	Tetraeeder**(x1) (x2)
	Ring Kolmnurk	Kera (x3)	Kera	Kera*

Õpilaste IQ-punktid individuaalkatsetes (kogu katsegrupi ulatuses) LISA 5

Rühm	Õpilase kood	Järjesta-mine suurus-tunnuste alusel	Järjesta-mine asendi-tunnuste alusel	Järjesta-mine aja-tunnuste alusel	Rühmita-mine	Klassi-fitseeri-mine	Piage' katsed	Loenda-mine	Mõõt-mine	Arvuta-mine	*M*	*SD*
2. klassi õpilased	1	99	89	93	115	113	89	90	84	110	98	11,61
	2	99	107	95	85	105	89	90	88	102	96	8,07
	3	73	88	107	71	97	108	99	100	95	93	13,50
	4	102	90	98	115	80	89	81	84	95	93	11,12
	5	93	81	102	115	80	89	99	103	110	97	11,98
	6	73	70	41	85	97	84	90	78	117	82	20,80
	7	90	85	100	115	130	89	81	66	67	91	20,98
	8	82	94	98	115	113	89	72	103	81	94	14,69
	M	89	88	92	102	102	91	88	88	97		
	SD	11,71	10,69	21,09	18,15	17,22	7,29	9,19	13,29	16,45		
Tugevamad õpilased	9	105	89	114	115	105	108	125	113	117	110	10,11
	15	102	123	107	115	88	89	108	116	102	105	11,57
	16	111	121	105	85	97	128	116	100	110	108	13,02
	21	105	120	105	85	130	128	116	116	117	114	13,58
	23	113	117	109	100	88	108	116	116	117	109	9,74
	26	122	108	98	100	80	89	116	116	117	105	14,31
	M	110	113	106	100	98	108	116	113	113		
	SD	7,49	12,86	5,00	13,03	17,81	17,31	5,61	6,28	5,95		
Nõrgemad õpilased	12	116	108	97	115	113	108	108	94	95	106	8,63
	17	99	95	100	115	97	123	116	116	88	105	12,05
	18	79	98	105	85	105	123	90	91	81	95	14,10
	27	116	95	109	85	105	89	90	91	81	96	11,73
	30	122	102	109	100	80	89	108	116	88	101	13,76
	31	99	119	109	85	97	89	90	110	110	101	11,45
	M	105	103	105	98	99	104	100	103	91		
	SD	16,25	9,11	5,12	14,32	11,39	16,76	11,80	12,30	10,70		

Märkus. M – keskmine; *SD* - standardhälve

Õpilaste IQ-punktid individuaalkatsetes (gruppide kaupa) LISA 6

Rühm	Õpilase kood	Järjesta-mine suurus-tunnuste alusel	Järjesta-mine asendi-tunnuste alusel	Järjesta-mine aja-tunnuste alusel	Rühmita-mine	Klassi-fitseeri-mine	Piage' katsed	Loenda-mine	Mõõt-mine	Arvuta-mine	*M*	*SD*
2. klassi õpilased	1	113	101	101	111	110	96	102	95	111	105	6,87
	2	113	127	102	86	103	96	102	99	105	104	11,20
	3	80	99	111	74	96	136	109	113	98	102	18,63
	4	117	103	105	111	81	96	94	95	98	100	10,39
	5	106	90	107	111	81	96	109	117	111	103	11,52
	6	80	74	64	86	96	86	102	88	118	88	15,76
	7	102	96	106	111	124	96	94	74	72	97	16,67
	8	91	108	105	111	110	96	86	117	85	101	11,85
	M	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
	SD	14,98	14,96	15,02	15,58	14,76	15,06	8,17	15,12	15,09		
Tugevamad õpilased	9	90	72	122	117	106	100	119	85	109	102	16,99
	15	84	111	102	117	91	83	81	108	72	94	15,43
	16	102	109	96	83	99	117	100	70	91	96	13,82
	21	90	108	96	83	127	117	100	108	109	104	13,43
	23	108	105	107	100	91	100	100	108	109	103	5,70
	26	125	94	76	100	84	83	100	108	109	98	15,24
	M	100	100	100	100	100	100	100	98	100		
	SD	14,90	14,93	15,23	14,91	15,26	14,91	11,86	16,20	15,69		
Nõrgemad õpilased	12	110	109	77	118	118	104	115	89	107	105	13,92
	17	94	88	87	118	97	117	134	116	97	105	16,42
	18	75	92	102	88	108	117	78	85	87	92	13,84
	27	110	88	112	88	108	87	78	85	87	94	12,58
	30	116	98	112	103	75	87	115	116	97	102	14,20
	31	94	126	112	88	97	87	78	108	127	102	17,42
	M	100	100	100	101	100	100	99	100	100		
	SD	15,00	14,90	15,06	14,75	14,64	14,85	24,92	15,08	15,06		

Märkus. M – keskmine; *SD* – standardhälve

LISA 7

Individuaalkatsete ülesannete sooritamise edukus

Rühm	Õpilase kood	Iseseisvalt	Abi I	Abi II	Abi III	Ei sooritanud
2. klassi						
õpilased	1	63,8	2,9	10,1	1,5	21,7
	2	71	5,8	2,9	0	20,3
	3	66,7	2,9	2,9	5,8	21,7
	4	60,9	11,6	2,9	2,9	21,7
	5	71	2,9	0	4,4	21,7
	6	43,5	2,9	10,1	7,3	36,2
	7	57,9	1,5	1,5	0	39,1
	8	63,8	2,9	7,2	0	26,1
M		62,3	4,2	4,7	2,7	26,1
SD		8,86	3,23	3,90	2,85	7,39
Tugevamad						
õpilased	16	81,2	10,2	4,3	0	4,3
	9	76,8	5,8	8,7	0	8,7
	15	82,6	2,9	5,8	2,9	5,8
	26	84,1	4,4	1,5	1,5	8,7
	21	84,1	7,2	7,2	0	1,5
	23	85,5	7,2	4,4	0	2,9
M		82,4	6,3	5,3	0,7	5,3
SD		3,11	2,54	2,52	1,22	2,99
Nõrgemad						
õpilased	17	69,6	7,3	7,2	1,5	14,4
	12	73,9	5,8	5,8	1,5	13
	18	68,1	4,3	1,5	0	26,1
	30	75,4	5,8	4,4	0	14,4
	31	79,7	4,4	5,8	2,9	7,2
	27	66,7	4,4	7,2	0	21,7
M		72,2	5,3	5,3	1,0	16,1
SD		4,96	1,19	2,14	1,19	6,72
Kõik						
õpilased *M*		71,3	5,2	5,1	1,6	16,9
SD		10,53	2,59	2,93	2,16	10,59

Märkus. M – keskmine; *SD* - standardhälve

LISA 8

Individuaalkatsetes esinenud vead

	Õpilaste vastused/tegevus	2. klass	Tugevam grupp	Nõrgem grupp
Järjestamine				
Mille poolest erinevad sinu ees olevad pliiatsid?	Värvid	X X X X	X X X	X X X
	Kuju	X X		X
	Väiksem-suurem		X X X	
Mille poolest erinevad joonlaud ja raamat?	Joonlauaga mõõtmine	X		
	Kuju (ruut-ristkülik)	X		
	Peenike-paks	X X		X
	Pikk ja kandiline	X		
	Lapik ja paks	X		
	Saab mõõta (jooni tõmmata) (ja lugeda)	X	X X	X X
	Joonlaual pole lehti		X	
	Väiksem-suurem		X	X X X
Mille poolest erinevad raamat ja vihik?	Suurem-väiksem	X		X
	Kuju (ruut-ristkülik)	X		
	Peenike-paks	X		X X
	Saab kirjutada ja õppida/lugeda	X	X X X	X X
Mille poolest erinevad kustutuskumm ja vihik?	Peenike (õhuke)-paks	X X		X X X
	Ühel on paber, teisel pole	X		
	Kustukas suurem	X		
	Saab kustutada (ja sisse kirjutada)	X	X X X	X X
	Väiksem-suurem			X
Asenditunnused				
Mis on pildil paremal?	Vastupidi	X		
Mis on pildil vasakul?	Vastupidi	X		
Kus on kassi suhtes koer?	Rõdul	X	X	
	Koer peab olema kuudis			X
Kus on kassi suhtes poiss?	Akna peal	X	X	X

Aseta pliiats raamatu ette.	Jääb korraldust kordama	X		
	Kohale	X X X X	X	
	Peale	X X	X	
	Paremale	X		
Aseta pliiats raamatu taha.	Alla	X X X X X	X	
	Kõrvale	X		X
	Vasakule	X		
Aseta pliiats raamatust vasakule.	Paremale	X X X X	X	X X
Aseta pliiats raamatust paremale.	Vasakule	X X X X	X	X X
Aseta pliiats raamatu kohale.	Peale	X X	X	
Aseta pliiats raamatust kaugele.	Lükkab raamatut eemale	X		
Aseta pliiats raamatust madalamale.	Kohale	X		
	Alla	X X		X X
	Kõrvale			X
Ajatunnused				
Millistest osadest koosneb ööpäev?	Päike (ja pime)	X	X	
	Päike, kuu ja tähed (pilved)		X X	
	Pilved	X		
	Ei tea!		X	
	Öö koosneb kuust, päev päikeses.			X
	Öösel magatakse, päeval käiakse ringi.			X
	Päev ja öö			X
Millega päev algab?	Valgus	X		
	Päike	X		X X
	Esmaspäev			X
Mis tuleb pärast hommikut?	Päike	X		
Mis tuleb pärast lõunat?	Öö			X
Mis tuleb pärast õhtut?	Päike	X		
	Hommik		X	
Kas eile on juba möödas, kestab või alles tuleb?	Tuleb	X X		X
Kas täna on juba möödas, kestab või alles tuleb?	Möödas	X		
	Tuleb	X X		
Kas homme on juba möödas, kestab või alles tuleb?	Möödas		X	

Mida sa teed hommikul?	Söön	X X X X X X	X X X X X	X X X X X
	Mängin	X	X	X
	Panen riidesse	X X	X	X X X
	Lähen kooli	X X	X	X X X
	Pesen	X	X	
	Ärkan	X	X X X	X
Mida sa teed lõuna ajal?	Õpin	X X	X X X X	X X X
	Puhkan	X X X		
	Mängin	X X X X	X X	X X X
	Söön	X X	X X X X	X X X
Mida sa teed õhtul?	Söön	X	X X X	
	Magan	X X X X X	X X	X X X
	Pesen	X X	X	X
	Mängin	X X X	X X X	X X
	Vaatan telekat		X	X X
Mida sa teed öösel?	Magan	X X X X X X X X	X X X X X X	X X X X X X
Mida sa eile tegid?	Mängisin	X X X X X X	X X	X X X X X
	Õppisin	X X	X X X	X X
Mida sa täna teinud oled?	Õppinud	X X X X X X X	X X X X X	X X X X X
	Mänginud	X X X X	X	X
	Söönud	X X	X	
Mida sa täna veel teed?	Mängin	X X X X X	X X X X	X X X X
	Söön	X X X X		
	Lähen koju	X	X X X	
	Õpin		X X	X
Mida sa homme teed?	Tulen kooli	X X X X	X X	X X X X
	Mängin	X X	X X X	X
Piage' katsed 1-3				
Piage`t katse nr. 1	Alguses vahele, siis õigesti	X		
	Nihutab nuppe	X		
Piage`t katse nr. 2	Heledaid rohkem	X X X	X X	X X X
	Tumedaid	X X X X		
Piage`t katse nr. 3	Heledaid	X X		
	Puust	X X X X	X X X X	X X X X

Mõõtmine; modelleerimine				
Mitu mõõtepulka on pliiats pikk?	Ei mõista	X X X		
	Ei saa mõõta	X		
Mõõda, kui pikad on need pulgad?		14,6,5 / 5,8,13		
	Mõõdab kõik kokku		X	
Leia pildilt ruudukujulisi esemeid..	Ristkülikukujulised	X X X X X		
	Kolmnurksed	X		
Leia pildilt ristkülikukujulisi esemeid.	Suvalise kujuga	X		
	Ruudukujulised	X		
	Kolmnurksed			X X
Neli aritmeetilist tehet				
3+4		6; 8		6
2+6		9		
8-5		4		5
9-4		6		4; 6; 6; 9
13-3		7; 16		11
11-5		4; 5; 5; 13		5; 5; 7; 8; 10
7+5		2; 2; 11; 15; 17		2; 15; 15
4+8		9; 15		11; 18
17-8		2; 10	11	3; 10; 10; 10