

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Lisette Juhe

**KÕMM - KORRUTAMA ÕPPIMISE MÕÕTMINE JA MUUTMINE:
KORRUTAMISE MENTAALNE REPRESENTATSIOON 3.-4.**

KLASSIS

Uurimistöo

Juhendaja: Taavi Kivisik, MA
Jooksev pealkiri: KÕMM

Tartu 2024

Korrutama õppimise mõõtmine ja muutmine

Lühikokkuvõte

Töömälu mahtu pole treeninguga kasvatada suudetud. Teisalt on leidlike võtetega õnnestunud töömälu piires rohkem ära teha. Parema vaimse soorituseni võib viia abivahendite nagu kognitiivne mahalaadimine kasutamine, teistsugune strateegia nagu mnemovõtete kasutamine, või teistsuguste omadustega kognitiivne representatsioon. Käesoleva uuringu eesmärgiks oli vaadelda erinevate korrutamise kognitiivsete representatsioonide mõju matemaatikaülesannete lahendamise täpsusele ja vastamiseks kulunud ajale. Selleks viidi läbi sõltumatute katsegruppidega eksperiment 3.-4. klasside seas, kus õpilased sooritasid matemaatikaharjutusi tavameetodil (araabia numbritega), ringitabeli või numbritabeliga ning mõõdeti nende tulemusi enne ja pärast sekkumist. Selgus, et katsetingimused ei mõjutanud peale kolmepäevast treeningperioodi vastuse täpsust ega ka vastamiseks kulunud aega. Küll aga olid vastused üldiselt peale treeningperioodi oluliselt kiiremad.

Märksõnad: kognitiivsed representatsioonid, mnemovõtted, künkimine, korrutamine.

Measuring and Changing the Learning of Multiplication

Abstract

Training hasn't been able to increase working memory capacity. However, clever techniques have helped to achieve more within the same capacity. Better mental performance can be achieved with strategies such as cognitive offloading, mnemonic devices or using different cognitive representations.

The purpose of this study was to observe the effect of different ways to learn multiplication on mathematical operations answer accuracy and speed. A between- subject design was used among 3rd and 4th graders, where students performed exercises with Arabic numerals, using a dot table or using a number table. Their results were measured before and after the intervention.

This study found that different conditions did not have an effect on answer accuracy or speed. But the overall speed of answers was significantly higher after the intervention.

Keywords: representations, mnemonic devices, chunking, multiplication.

Sissejuhatus

Liitmine, lahutamine, korrutamine ja jagamine on neli põhioskust, mida alushariduses omandatakse ning millel baseerub edaspidine õppimine. Korrutamist õpetatakse suures osas *avaldis võrdub tulemus* (nt $3 \cdot 4 = 12$) korduste kaudu. Selline õppimine on tuim, kuid selgeks õppides on vastus kiire, sest see meenutatakse assotsiatiivselt. Samas võib sügavam mõistmine korrutamisest puudulikuks jääda. Kas ta mõistab, et ka $4 \cdot 3 = 12$, või kas ta teab, kuidas jõuda vastuseni $11 \cdot 13$, kui ta on korrutama õppinud ainult 10 piires?

Koolis hinnatakse seda, kui jõuad õige vastuseni. Seejuures viib õige vastuseni mitmeid teid. Võib *avaldis võrdub tulemus* seoseid pähe tuupida, võib luua lisaseoseid, võib tuletada vastuse mõnest teisest arvutusest, mida paremini tuntakse. Selline strateegiate mitmekesisus on olemas, aga tihti neid erinevaid viise süstemaatiliselt ei õpetata. Nii võib juhtuda, et kui vastus meelde ei tule, ei osata seda ka kiirelt tuletada. Korrutamine kuulub aga matemaatika põhioskuste hulka, mille korralik tundmine toetab edasisi õpinguid veel aastaid. Aga milliseid võtteid õpetades võiks korrutamise selgeks õpetada?

Mälu

Inimese töömälu maht seab piirid informatsiooni hulgale, mida suudame töödelda ja mäletada. Miller (1956) leidis, et töömälu maht on fikseeritud – ligikaudu 7 ühikut ehk “känki” (ingl k *chunks*). Cowan (2001) leidis aga, et töömälu maht on väiksem, piirdudes 3-5 kängiga noortel inimestel ja vähemaga laste ja vanurite puhul. Kuid seda teatud tingimustes, näiteks võõra materjaliga töötamisel. Kuigi läbi treenimise ja harjutamise võib kindlates ülesannetes sooritus paraneda, ei ole sellised tulemused ülekantavad teistele ülesannetele ega tõsta üldist vaimset võimekust (Shipstead et al., 2012). Töömälu maht sõltub indiviidist ning seda suurendada ei saa, seevastu saab õppida seda tõhusamalt kasutama. Seda olulisem on keskenduda töömälu mahu uurimise kõrval sellele, kuidas mistahes töömälu mahu piires efektiivselt tegutseda.

Kuigi töömälu mahtu suurendada ei saa, saab muuta selle informatsioonisisaldust näiteks läbi känkumise. Känkumise jaoks on oluline omada eelteadmisi, mis aitavad eri ühikuid mingi loogika alusel kokku grupeerida ning seeläbi meelde jätta. Sedasi rekodeerimise teel saab sisendi, milles on palju informatsioonivaeseid känke, muuta vähemateks informatsioonirikasteks känkideks. Hea näite toob Miller (1956), kus sama info kodeeritakse väga erineva suurusega

KÕMM

känkidesse. Binaarset jada nelja või viie numbri kaupa känkides ning kümnendsüsteemi kodeerides suudeti meelde jätta pea 40 numbrit, seevastu ilma kodeerimiseta suudeti meelde jätta 9. Näiteks binaarset jada 1 0 1 0 0 ühte känki mahutades ja kümnendsüsteemi teisendades peaksime tõenäoliselt viiekohalise 10100 asemel arvu 20, mille saame hiljem jälle binaarseks teisendada. Niiviisi kasutame 5 informatsioonivaese kängi asemel ühte mahukat ning saame tõenäoliselt hoida rohkem informatsiooni, ilma, et tõenäolise maht muutuks.

Sweller ja kolleegid (2019) töid välja viise, kuidas võiks õppetöös tõenäoluga arvestada. Üks lähenemine toetub kognitiivse koormuse teooriale, mille kohaselt on õppimine on efektiivsem, kui ülesannete juhistes on teadlikult proovitud tõenäolule pandavat koormust vähendada. Õppimise toetamise eesmärk on kõrvalise kognitiivse koormuse vähendamine, et vabastada ressursse oluliste õppeprotsesside jaoks. Seda aitab teha tõenäolule piirangutega arvestamine ning juhendite ja keskkonna teadlik kujundamine. Sweller (2019) meelest soosib kognitiivse koormuse vähendamist lahendusnäidetega näitete (ingl k *worked examples*) esitamine enne iseseisva ülesande lahendamist. Nii saab õppija kontrollida enda materjalist arusaamist, ilma samaaegselt kognitiivseid ressursse lahendamisstrateegiale suunamata. Teine strateegia on näiteks ülesande väiksemateks juppideks lammutamine, kus iga jupp iseseisvalt mahub tõenäolule. Visuaalsete abivahendite kasutamine aitab abstraktsete kontseptsioonide tajumiseks vajalikku kognitiivset tööd vähendada. Informatsiooni känkimine väiksemateks, tähendusrikkamateks osadeks aitab õpilastel seda hõlpsamalt töödelda ja mäletada, mis jällegi vähendab kognitiivset koormust. Kui kasutada neid strateegiaid saab õpikeskkonda optimeerida ning toetada õpilasi kognitiivse koormusega toime tulekul.

Kognitiivne mahalaadimine (ingl k *cognitive offloading*) on strateegia, mille puhul kasutatakse väliseid ressursse ülesande kognitiivse koormuse vähendamiseks (Risko & Gilbert, 2016). Väliseks ressursiks võivad olla nii tehnoloogia kui ka isegi teised inimesed. Niiviisi saab vabastada ressursse teiste ülesannete või probleemide jaoks. Kõige lihtsam näide sellest on kalkulaatori kasutamine keerukate arvutuste puhul või kalendri kasutamine tähtaegade mäletamiseks. Sellest tulenevalt võivad õppimisele kaasa aidata rühmatööd ja -arutelud, mis aitaksid koormust jaotada kaaslaste vahel (Sweller et al., 2019). Tehnoloogia kaasamine, näiteks aeg-ajalt telefonirakenduste või veebikeskkondade kasutamine võib samuti vähendada kognitiivset koormust, võrreldes püüuga kõike abivahenditeta meeles hoida.

KÕMM

Mnemovõtete kasutamine

Tavalise töömälumahuga inimesed teevad enda töömälu piires esmapilgul uskumatuid sooritusi mnemovõteteid kasutades. Mnemovõtted on kindlad tehnikad, mis aitavad informatsiooni paremini meelde jätta (Bellezza, 1987). Mnemovõtted jagunevad kaheks: korralduslikud (organisatoorsed) ja kodeerivad mnemovõtted. Organisatoorsed mnemovõtted korraldavad ja seovad uut informatsiooni, muutes selle mälust lihtsamalt kättesaadavaks – selline on näiteks asukohtade meetod (ingl k *method of loci*). Kodeerivad võtted teisendavad abstraktse informatsiooni paremini meeldejäetavasse vormi, mille järel saab organisatoorsete võtetega seda teavet mälus talletada. Näiteks keerukate, raskelt visualiseeritavate sõnade meeldejätmiseks võib kasutada sarnase kõlaga lihtsamat ja visualiseeritavamast sõna, mis hiljem käitub vihjena algse sõna meenutamiseks. Mnemovõtete hulka kuuluvad ka riimide, laulude või akronüümide kasutamine (Reddy & Bellezza, 1983).

Asukohtade meetod

Asukohtade meetod (ingl k *Method of loci*) Yates (1966) on üks mäluvõtetest, mis tugineb teabe meeldetuletamisel ruumilisele mälu. Informatsioon seostatakse tuttava asukohaga ning hiljem on iga asukoht vihje sellega seotud teabe meenutamiseks. Tuntud ka kui mälu palee meetod (ingl k *memory palace*), oli see kasutusel juba vana Kreekas ja Roomas, näiteks pikkade kõnede meeldejätmiseks. Selle võtte kasutajad jalutavad mõtteliselt endale tuttavas kohas, asetades meeldejäetavaid asju kindlatesse punktidesse. Meeldetuletamisel käiakse taas rada mõttes läbi, korjates niiviisi üles punktidega seotud informatsiooni. Yates uskus, et meetod polnud lihtsalt mälu toetav võte, vaid ka keeruline süsteem informatsiooni organiseerimiseks ja väljenduseks ning oluline samm mnemovõtete väljakujunemises.

Kuidas korrutama õpitakse?

Lapsed kasutavad korrutama õppides tihti mitmeid mitteformaalseid strateegiaid. Hans Ter Heege (1985) leidis algklassi lapsi intervjuerides, et enamik neist kasutasid korrutamisel strateegiaid, mida polnud neile koolis õpetatud. Rõhumine korrutustabeli pähe õppimisele ei jäta lastele palju ruumi oma mõtlemisstrateegiatega jaoks. Kui õpilastele anda rohkem võimalusi enda meetodite kasutamiseks ning mitte oodata neilt lihtsalt vastuse peast teadmist, saavad nende

KÕMM

oskused edasi areneda. Kui seda võimaldada, võiksid nad saada selles nii osavaks, et piir „välja mõtlemise“ ja „peast teadmise“ vahel läheb väga häguseks. Selle teooria kohaselt peaks andma lastele võimalusi enda viisil arvutada ning ajapikku läheks arvutuste kiirus suuremaks. Erinevate strateegiate väljakujunemise toetamine annab palju rohkem paindlikkust võrreldes korrutustabeli pähe õppimisega (Heege, 1985).

Kuigi Heege uuring on pea 40 aasta vanune, pole siiski korrutamise õpetamisel palju muutunud. Eestis 1.-4. klassides kasutatavaid matemaatikaõpikuid ja -töövihikuid sirvides selgus, et õpetamist toetatakse küll erinevate illustratsioonidega, aga nende vorm on väga muutlik ja mõeldud vaatamiseks. Vaatamiseks, mitte kasutamiseks, sest kasutamiseks peab see töömälu mahtuma, või olema seal lihtsalt manipuleeritav. Swelleri kognitiivse koormuse teooria perspektiivist mahub selliste illustratsioonide üldistus töömälu, aga mitte illustratsioon ise. Näiteks, levinud on koguste kujutamine ruutude abil. Need ruudud on eri lehekülgedel eriilmelised, mis takistab vormi internaliseerimist, ja tihti kümnete kaupa kõrvuti, mida ei ole ilma abivahenditeta võimalik kiirelt loendada.

Õpetajad kasutavad õppe mitmekesistamiseks ja atraktiivsemaks tegemiseks erinevaid veebikeskkondi. Paljud õpilased harjutasid peastarvutamist Miksikese lehel pranglides, nüüd on mitmetes koolides appi võetud 99math, kus lapsed saavad nutiseadmes erinevaid tehteid harjutada. Kuigi tegu on vaheldusega koolitöös, on 99math korrutamisesanded *avaldis võrdub tulemus* mälu harjutamise vahend – midagi kvalitatiivselt uut see ei lisa. Seega võimaldab 99math peast arvutamist harjutada, aga otseselt uudseid strateegiaid või seoseid ta ei treeni.

Hoopis teistsugune on Moona Mengeli loodud mnemovõtetele tuginev Korrutusmäng (<https://moona.ee/korrutusmang3/>). Korrutusmäng on uudne vähemalt seetõttu, et ei ole lihtsalt *avaldis võrdub tulemus* seose kordamine, vaid kasutab numbrite rekodeerimisel saadud kergesti kujuteldavaid pilte korrutamisseoste õppimiseks. Lähenemise sisuks on kaks kodeerimisviisi: ühekohaliste arvude puhul numbri kuju järgi – nt 8 on lumememm. Samuti kodeeritakse numbrid kaashäälikuteks, vastavalt numbrit kujutava pildi algustähele. Selline kodeerimine on analoogne mnemonic major systemiga/phonetic number system (Yates, 1966). Korrutusmängu abil saab õppida korrutamist 2-9 vahemikus. Erinevate tehete jaoks on lood, mis sisaldavad numbreid kujutavaid tegelasi. Niiviisi tekivad lastel seosed, mille kaudu on lihtsam hiljem teavet meelde tuletada. Korrutusmängu piiranguks on see, et iga süsteemi laiendamiseks tuleb iga faktorpaari kohta luua uus lugu. Samuti on erinevaid faktoreid sisaldavad lood väga erinevad, mis ei pruugi

KÕMM

erinevate avaldiste omavaheliste seoste märkamist toetada. Samas, seesama lugude erinevus üksteisest on ka selle võtte mälu soosiva mõju taga.

Mentaalsed representatsioonid korrutamisel

Mentaalsed representatsioonid on mingi objekti, nähtuse või sündmuse esitused meie mõttes. Need aitavad meil tajuda, mõista ja töödelda stiimuleid (Krcmar & Haberkorn, 2020). Matemaatika mõistes võivad representatsioonid olla sisemised – õppija enda välja töötatud abstraktsioonid matemaatilistest ideedest või välised – araabia numbrid, graafikud ja diagrammid (Pape & Tchoshanov, 2001). Neid sisemisi representatsioone kasutatakse näiteks arvude võrdlemise puhul. Siiani on selliseid representatsioone vähe uuritud ning õppimismeetod ei toeta otseselt ühtlaste representatsioonide teket. Näiteks tehakse töövihikutes tehteid läbi, kujutades erinevaid loomi või objekte, mis aitab küll tajuda seda, et põhimõte on sama igasuguste asjade puhul, kuid niiviisi tekkivad representatsioonid ei ole pidevad ja kindlad.

Araabia numbrisüsteem on abstraktne ning arvu numbriline kuju ei ole otseses vastavuses sellega, mida tähistab. Omades abstraktset arusaama numbritest, on keeruline tunnetada arvude suhteid ning ka murdarvude hoomamine ja võrdlemine on vaevaline. Szkudlarek ja Brannon (2021) leidsid, et mittesümboliline hulkade võrdlus toetas sümbolilist võrdlust algklassi õpilaste puhul. Lastele näidati pilti kahest nätsupalli masinast, milles mõlemas olid kaht eri värvi pallid (mittesümboliline) või 2 arvu (sümboliline). Neil paluti vastata, kummast masinast oleks suurem tõenäosus saada teatud värvi palle, kusjuures välditi ülelugemise toimumist. Selgus, et lapsed olid täpsemad mittesümbolilise võrdluse puhul. Samuti oli sümbolilise võrdluse tulemus tunduvalt parem peale mittesümbolilise testi läbimist. Seega ootame, et ka korrutamist mittesümboliliselt kujutades paraneb arvude suhete tunnetus ning lastel oleks murdarvude õppimine lihtsam.

Praegune uuring

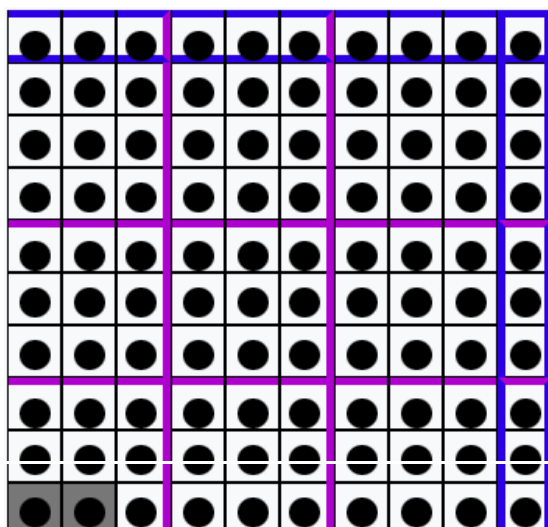
Käesolevas uuringus on kesksel kohal uudse korrutamise vormi kasutamine.

KÕMM uuringu jaoks disainis Taavi Kivisik uudse mittesümbolilise korrutamise kujutamise tabeli (vaata Joonis 1). Kivisik põhjendab disainiotsuseid järgnevalt: ringid paiknevad korrapäraselt ridades ja veergudes ning kasutatakse kolme rea ja veeru järel korduvaid abijooni, et lihtsustada tabelis orienteerumist nii vaatlusel kui mõttes; korduvad jooned on 3 järel (3,6,9, hiljem 13,16,19), sest hulki kuni 3-4-ni tajume ilma loendamata ja seega on taju kiire nii kängi sees (1,2,3), kui ka kängi kaupa kümneni (3,6,9); kümme on kümnendsüsteemis oluline, mistõttu on ta vormiliselt

KÕMM

eristuvaks tehtud ja võimaldab vajadusel alustada uut kümmet vormilt samasugusena nagu esimest kümmet (eraldusjooned 13, 16, 19 järel); kasutatakse ringe, mitte ruute, sest ringid on kõrvuti asetatuna üksteisest selgelt eraldi, ruudud jagavad külge.

Sellises tabelis saab korrutuse vastuse leidmiseks lugeda kokku kõik teatud rea ja veeru vahemikku jäävad ringid. Kuna ringid on kõik ühesugused, toetab see hulkade tajumist ja intuitsiooni. Wertheimeri (1923, 1938), Köhleri (1929) ja Koffka (1935) poolt kirjeldatud Gestalti printsiipide aluseks on reegel, et inimesena kipume visuaalseid stiimuleid korrapäraseks ja äratuntavaks modifitseerima. Ühise piirkonna printsiip väidab, et objekte, mis asetsevad sama kinnise regiooni sees, nähakse ühte eristuvasse gruppi kuuluvana. Ringitabel suunab seega arvutusi teataval määral grupeerima. Fokaalpunkti printsiibi kohaselt püüavad pilku objektid, mis on rohkem väljapaistvad. Seega lisades ringitabelisse paksemaid eredaid jooni, saab luua visuaalselt silmatorkavaid grupe, mida hiljem kasutada ühe üksusena kokkulugemise lihtsustamiseks. Järgnevuse printsiibi järgi loome tõenäolisemalt visuaalseid üksuseid elementidest, mis on üksteise suhtes sujuvad ja pidevad, kui nendest, mis sisaldavad järske muutusi. Näiteks sümbolilise kujutamise puhul on numbriline vorm väga erinev tehete $3 \cdot 4$ ja $2 \cdot 6$ puhul. Kuid täppidena kujutades on $3 \cdot 4$ sarnasem $6 \cdot 2$ -le, kuna mõlemad koosnevad 12 täpist. Seega ootame, et võrreldes *avaldis võrdub vastus* seoste kordamise abil õppimisega on sellise tabeli abil õppides lihtsam teistsuguste seoste nägemine ja strateegiate väljakujunemine.



Joonis 1. Ringitabel

Märkused. Halli taustaga on kujutatud ringid, mida õpilane peab antud ülesandes kokku lugema.

Roosa joonega on eraldatud 3×3 ruudustikud, sinise joonega 10×10 ruudustik.

KÕMM

Võrdluseks kasutame ka samal loogikal põhinevat numbritabelit, kus ringide asemel on kirjas ridade ja veergude numbrid 1-10. Ülejäänud tabel on tühi (Joonis 2). Sellisel viisil saavad lapsed sisestada ruutudesse numbreid, mis on saadud rea ja veeru korrutamisel. Erinevalt ringitabelist täidetakse numbritabel sümbolitega, millel pole selget seost teiste sümbolitega – miks $2 \cdot 6$ on sama, mis $3 \cdot 4$? Ringitabelis on selgelt näha, et nende arv on sama, sõltumata paigutusest. Numbritabelis sellist seost ei ole, on vaid asukoht, mis Asukohtade meetodi põhiselt võiks mälu toetada. Sellise tabeliga on olemas struktureeritud raamistik, mida meeldetuletamisel kasutada. Seega lisavad nii täpi- kui ka numbritabel asukoha dimensiooni, mis *avaldis võrdub tulemus* vormis puudub.

10									
9									
8									
7									
6									
5									
4									
3									
2							1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Joonis 2. Numbritabel

Märkused. Punase joonega on ümbritsetud ruut, kuhu peab antud ülesandes veeru ja rea korrutise ($8 \cdot 2$) sisestama.

Uuringu eesmärk on võrrelda uudseid viise korrutamise õpetamiseks praegu kasutusel olevatega. Kujutades korrutamist teisiti, on lihtsam näha seoseid arvutuste vahel ning tajuda arvude suhteid. Kuna korrutamine on üks põhitehetest, millele toetuvad ka edaspidised oskused, ootame, et selle efektiivsemaks muutmine mõjutab positiivselt ka hiljem õpitavat. Korrutamise esitamise viiside võrdlemine võimaldaks leida viisi, mis toetab uute strateegiate teket ja kasutuselevõttu. Seetõttu on oluline uurida just algklasside lapsi, kes alles korrutama õpivad, kuna

KÕMM

eelteadmiste mõju on väiksem ning saab paremini eristada erinevate võtete mõju. Selleks viisime läbi sekkumisuuringu 3.-4. klassi õpilaste seas. Sekkumine kestab kokku kuni 16 x 15 minutit. 10-15 minuti jooksul tehakse matemaatika harjutusi vastavalt katsegrupi tingimustele: ringitabeliga, numbritabeliga või ilma tabeliteta. Enne esimest kodutööd ja peale igat nädalat mõõdetakse sooritust. Peamised uurimisküsimused on, kas uudse vormingu abil õppides väheneb vigade arv rohkem kui kontrollgrupis, ja kas õigete vastusteni jõudmise aeg väheneb rohkem kui kontrollgrupis. Uurimisküsimustele toetudes sõnastati hüpoteesid:

Esimene hüpotees: Tavapärasest erinevad korrutama õppimise vormid viivad treeningu järel kiirema vastuseni.

Teine hüpotees: Erinevad korrutama õppimise vormid viivad treeningu järel erineva täpsuseni.

Meetod

Valim

Uuringus osalemiseks vajaliku informeerimise ja nõusolekuvormi täitis 38 õpilast 3.-4. klassist. Nendest 1. kodutöö täitis 32. Peale esimese kodutöö – hetkesoorituse mõõtmise sooritamist jaotati nad juhuslikult kolme katsegruppi : aktiivne kontrollgrupp, numbritabeli grupp ja ringitabeli grupp. Uuringu tutvustusi saadeti koolidele meili teel ja telefonitsi. Huvitatud koolid edastasid uuringukutse lapsevanematele eKooli või Stuumiumi vahendusel. Samuti turundati uuringut Facebookis. Lapsevanema kutses oli link LimeSurvey küsimustikule, kus oma laps huvi korral uuringule registreeriti. Samuti esitas iga lapsevanem enda ning lapse kohta allkirjastatud informeeritud nõusolekuvormi (Lisa 1). Lastele oli loodud lühem ja arusaadavam nõusolekuvorm (Lisa 2). 32-st alustanud täitis mõlemad mõõtmised, ehk läbis kõik 5 kodutööd uurimistöö analüüsi alguseks 23 õpilast (9 naissoost ja 14 meessoost). Ülejäänud polnud kõiki kodutöid analüüsi läbiviimise ajaks sooritanud või olid uuringust loobunud. Numbritabeli gruppi jäi 10 õpilast, ringitabeli gruppi 6 ja aktiivsesse kontrollgruppi 7 õpilast.

KÕMM

Stiimulid

Uuringus kasutatavate tehete faktorite paarid jagati tehete raskuse järgi faktorigruppi. Faktorpaarid olid tehetes olevad arvud. Liitmis- ja lahutamisesannete puhul jagati faktorid 6 gruppi – Pluss-Miinus grupid (PM):

- **PM1:** faktorid on ühekohalised arvud, mille summa on vahemikus 2-10.
- **PM2:** faktorid on ühekohalised arvud, mille summa ületab 10ne.
- **PM3:** 1 faktor on ühekohaline, teine kahekohaline arv. Nende summa jääb vahemikku 10-20.
- **PM4:** 1 faktor ühekohaline, teine kahekohaline arv. Nende summa on suurem kui 20.
- **PM5:** mõlemad faktorid on kahekohalised arvud.
- **PM6:** faktorite summa jagub 10-ga ja jääb vahemikku 30-100.

Korrutusülesannete jaoks olid faktorigrupid teised – Korrutamise grupid (K):

- **K1:** 1 faktor on 1 ja teine ühekohaline arv.
- **K2:** 1 faktor on ühekohaline arv ja teine on 10.
- **K3:** 1 faktor on vahemikus 2-5, teine vahemikus 2-9.
- **K4:** tehted on vahemikus $6 \cdot 6$ kuni $9 \cdot 9$. Välja jäeti tehted 10-ga.
- **K5:** 3 erinevat tehetgruppi ($11 \cdot 11$, $11 \cdot 13$, $13 \cdot 13$), ($11 \cdot 11$, $11 \cdot 13$, $12 \cdot 12$) või ($12 \cdot 12$, $11 \cdot 13$, $13 \cdot 13$).

Igas kodutöös sooritasid õpilased 90 arvutust (kahe mõõtmise peale seega 180 arvutust õpilase kohta). Mõõtmiste puhul jaotati ülesanded üheksaks 10 ülesandega plokiks. 1-3 plokid koosnesid liitmisülesannetest, 4-5 plokid lahutusülesannetest (Tabel 1) ning 6-9 plokid korrutamistehetest (Tabel 2). Igasse ülesandeplokki kuulus 10 ülesannet ning oli määratud, mitu iga faktorigrupi tehet igas plokis on.

KÕMM

Tabel 1

Faktorigrupi ülesannete kogused igas liitmis-ja lahutamisülesannete plokis

Grupp	Näide	Ülesandeplokk					
		1	2	3	4	5	
PM1	3 + 4	4		2	4	2	
PM2	7 + 8	4		2	4	2	
PM3	5 + 12	2	2	2	2	2	
PM4	7 + 19		4	2		2	
PM5	22 + 31		2	1		1	
PM6	27 + 43		2	1		1	
Kokku		10	10	10	10	10	50

Märkused: Numbrid tabelis näitavad, mitu konkreetse faktorigrupi ülesannet mõõtmiste igas plokis oli. 1-3 ülesandeplokis on liitmisülesanded, 4-5 lahutamisülesanded.

Tabel 2

Faktorigrupi ülesannete kogused igas korrutamisülesannete plokis

Grupp	Näide	Ülesandeplokk				
		6	7	8	9	
K1	1 • 7				1	
K2	2 • 10				1	
K3	3 • 7	10	10	7	2	
K4	6 • 8			3	3	
K5	13 • 13				3	
Kokku		10	10	10	10	40

Märkused: Numbrid tabelis näitavad, mitu konkreetse faktorigrupi ülesannet igal mõõtmisel korrutamisülesannete plokis 6-9 oli.

KÕMM

Katsedisain

Uuring viidi läbi uuringu jaoks loodud veebikeskkonnas: komm.cs.ut.ee. Kasutati sõltumatute katseisikutega katseplaani ja kolme katsetingimust. Peale esimest mõõtmist jagati katseisikud juhuslikult ühte kolmest katsegrupist: numbritabeli grupp, ringitabeli grupp või aktiivne kontrollgrupp. Eksperiment kestis kokku 16 kodutöö vältel, iga kodutöö kestis 10-15 minutit. Antud töös analüüsitakse esimest nädalat: 2 mõõtmise, mille vahel oli 3 treeningut, erinevusi.

Kodutööd jagunesid kaheks: mõõtmine ja treening. Mõõtmised toimusid enne uuringut ning iga treeningnädala lõpus. Mõõtmiste puhul olid kõigil katsegruppidel harjutused samad ning araabia numbrite vormis. Esimese ja teise mõõtmispäeva ülesannetes võis erineda tehete järjekord või faktorite järjekord tehetes. Treeninguosa jagunes neljaks: soojendus, kordamine, õppimine ja harjutamine. Soojendusosas tuletati meelde üleelmisel päeval õpitud, esimesel kahel päeval see osa puudus. Kordamise osas tuletati meelde eelmisel päeval õpitud, seega see puudus ainult esimesel päeval. Õppimise osas õpiti ülesandeid uues vahemikus (näiteks harjutati esimesel treeningpäeval 2 ja 3-ga korrutamist, teisel treeningpäeval 4 ja 5-ga korrutamist). Harjutamise osas sooritati ülesandeid terves senimaani õpitud vahemikus. Kokku oli kõigi osade ülesannete arv 90, mis jagati nende osade vahel.

Mõõtmiste puhul lahendasid kõik õpilased liitmise, lahutamise ja korrutamise ülesandeid araabia numbrite vormis. Nende puhul ei saanud õpilased vahetut tagasisidet, kuid peale igat ülesande plokki (10 ülesannet) oli kohustuslik vähemalt 5-sekundiline paus.

Treeningpäevadel said õpilased ka vahetut tagasisidet: kuvati õiget vastust ning kas sisestatud vastus oli õige või vale.

Tulemused

Esimese hüpoteesi tulemused

Lõime üldistatud lineaarse segamudeli (ingl k generalized linear mixed model), et testida erinevate kognitiivsete representatsioonide mõju matemaatiliste ülesannete (liitmine, lahutamine, korrutamine) lahendamiskiirusele. Sõltuvaks muutujaks oli õigete vastuste vastamiseks kulunud aeg sekundites. Fikseeritud faktoritena olid mudelis klass (kolmas või neljas), hetkeseisu

KÕMM

mõõtmispäev (esimene või teine) ja katsetingimus (kontrollgrupp, ringitabeli grupp või numbritabeli grupp). Õpilasi vaadati mittefikseeritud faktorina. Sõltuvat muutujat mudeldasime normaaljaotuse abil, logaritmilise ühendusfunktsiooniga (ingl k log link function). Mudelite võrdlemiseks kasutasin ANOVA-t.

Ei esinenud statistiliselt olulist vahet katsetingimuste vahel ($\chi^2 = 0.222, p = .895$). Soorituskiiruse muutus kahe mõõtmise vahel jäi statistiliselt ebaoluliseks ($\chi^2 = 3.712, p = .054$). Ehk peale treeningut oli vastamisaeg lühem, aga statistiliselt ebaolulisel määral. Samuti oli statistiliselt oluline erinevate klasside tulemus ($\chi^2 = 108.232, p < .001$). Seega oli 4. klassis vastamise aeg võrreldes 3. klassiga lühem (*Joonis 3*)

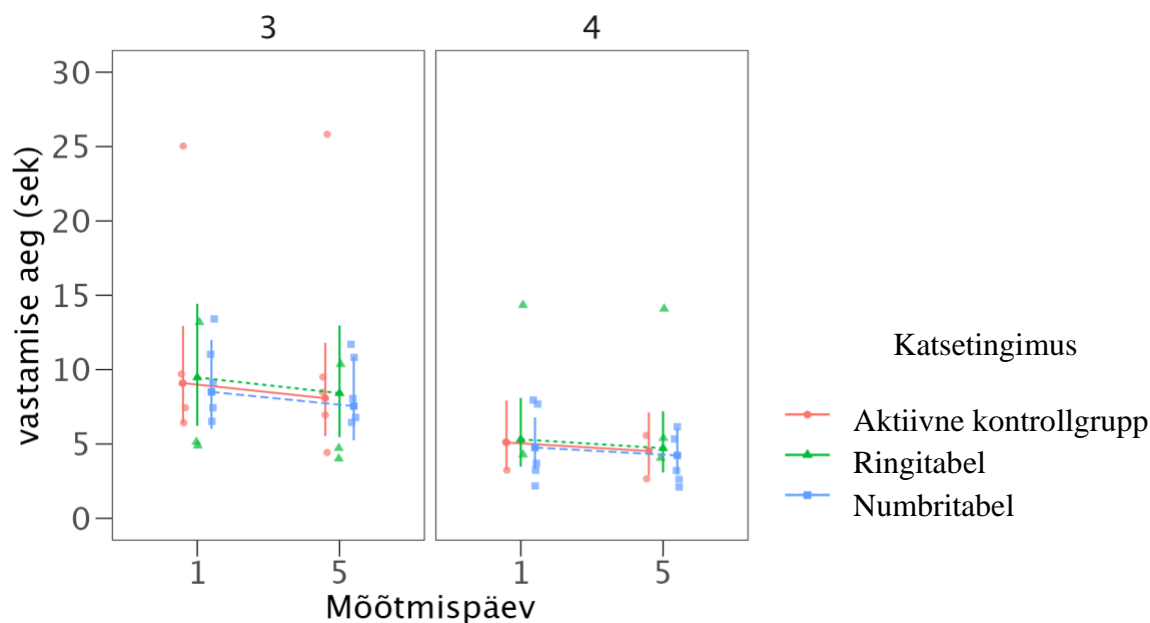
Tabel 3

Õpilaste jaotumine katsegruppidesse

	Aktiivne kontrollgrupp	Ringitabel	Numbritabel
Tehete arv	1260	1080	1800
Õpilaste arv	7 (5 3.-st, 2 4. klassist)	6 (3 3.-st & 3 4. klassist)	10 (5 & 5)

Märkused. Iga õpilane sooritas kahe mõõtmise käigus 180 tehet. Tabelis on toodud kõigi sooritatud tehete arv kokku.

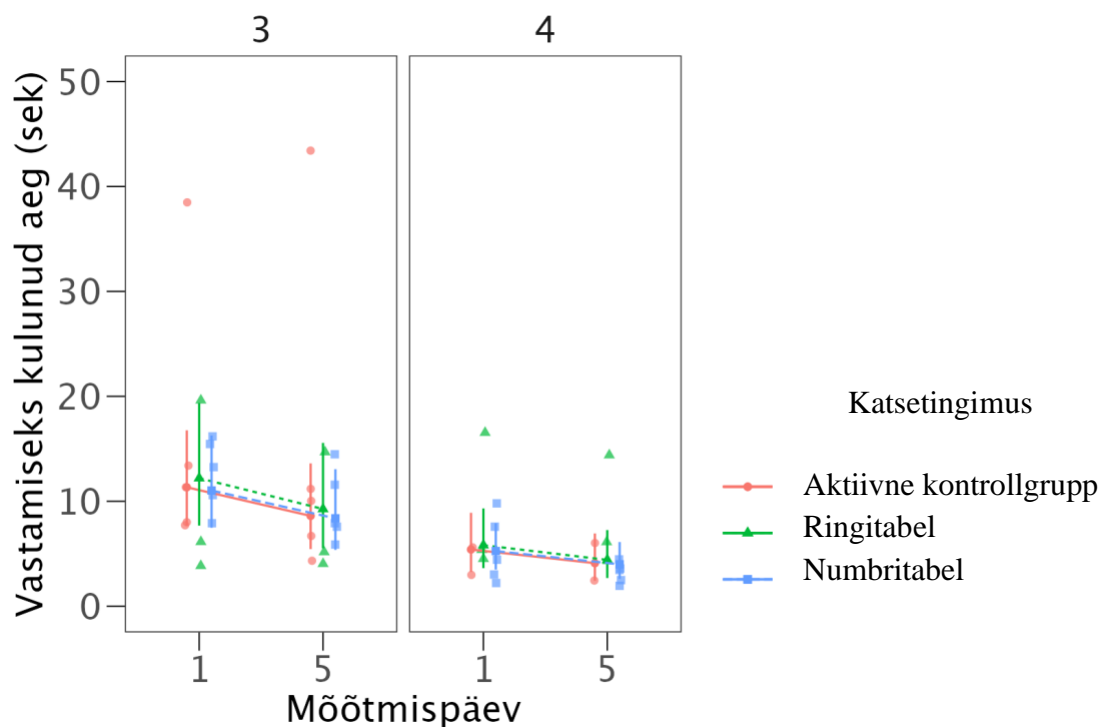
KÕMM



Joonis 3. Õigetele vastustele kulunud aja (sekundites) muutus kahe mõõtmise jooksul erinevate katsetingimuste ja klasside puhul. Numbrid 3 ja 4 (üleval) tähistavad klassi.

Lisaks lõin üldistatud lineaarse segamudeli (ingl k *generalized linear mixed model*), kus ennustasin vaid korrutamistehete lahendamisele kulunud aega. Fikseeritud ja mittefikseeritud mudeli faktorid olid samad, mis eelmiseski mudelis. Mudeli sisendina kasutasin vaid korrutamisesannete vastuste aega. Selgus, et sellisel juhul oli klassi muutuja statistiliselt oluline ($\chi^2 = 124.281, p < .001$), samuti oli oluline mõõtmispäev ($\chi^2 = 126.329, p < .001$). Neljanda klassi õpilased olid oluliselt kiiremad kui kolmanda klassi õpilased. Ei tulnud välja statistiliselt olulist katsetingimuse mõju ($\chi^2 = 0.146, p = .929$). Kõigi katsegruppide vastamise aeg muutus peale treeningut lühemaks (Joonis 4).

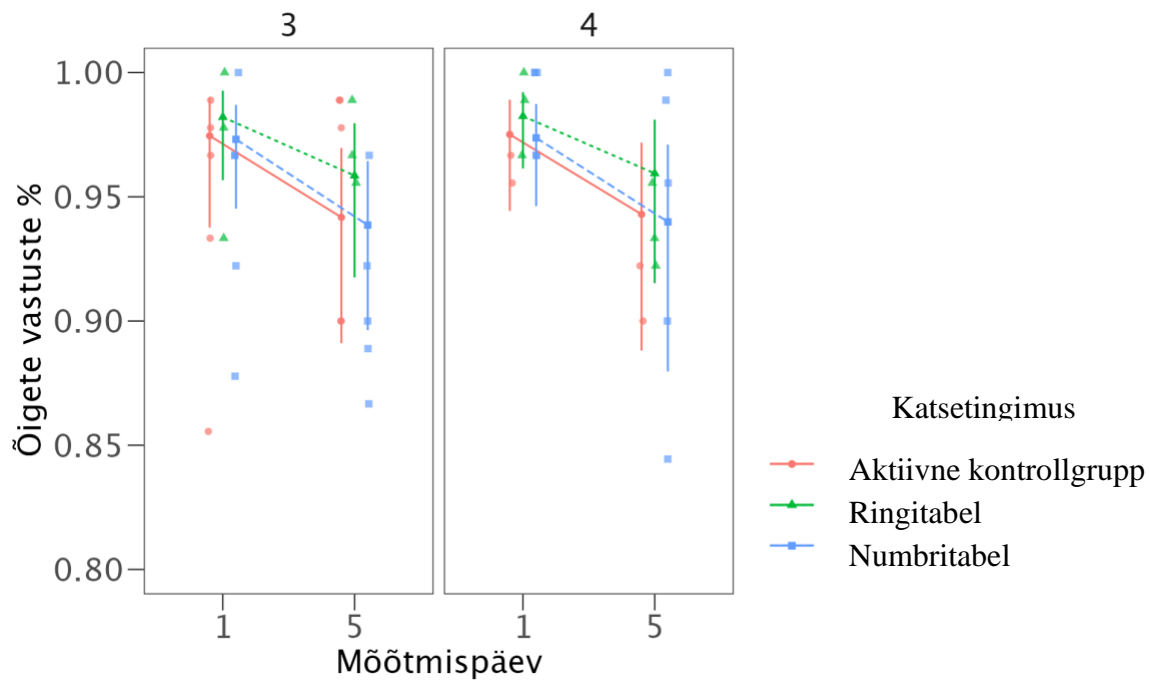
KÕMM



Joonis 4. Õigeteks vastusteks kulunud aja muutus ainult korrutusülesannete puhul ning erinevate katsetingimustega. Numbriga (üleväl) on tähistatud klass

Teise hüpoteesi tulemused

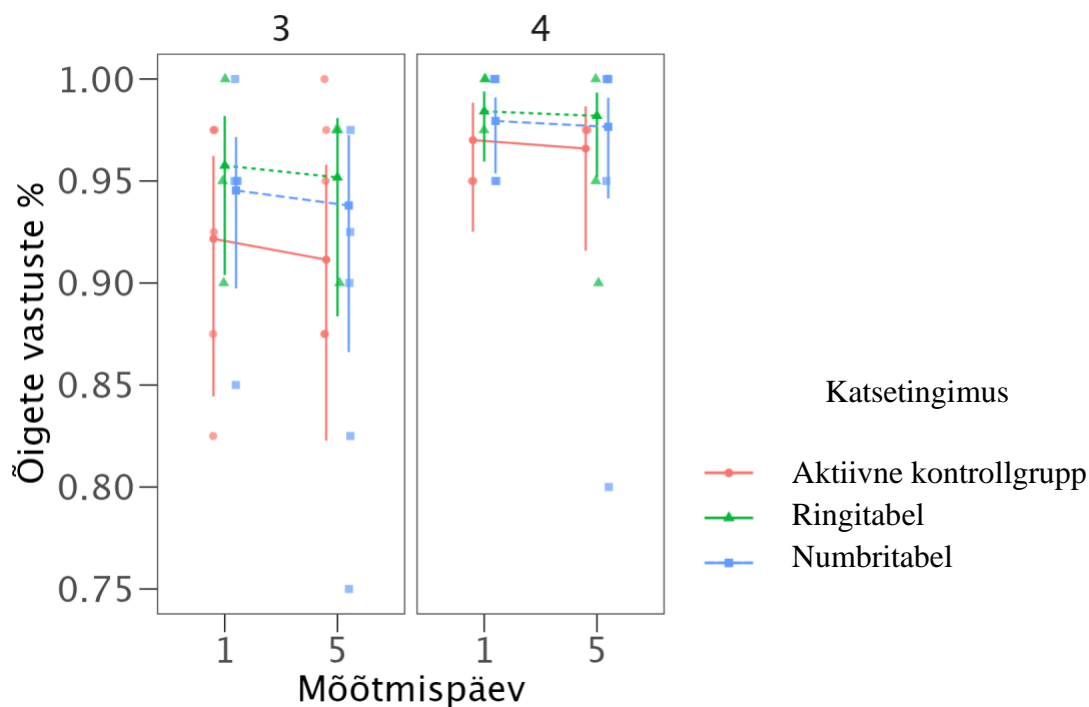
Lõin üldistatud lineaarse segamudeli (ingl k *generalized linear mixed model*) testimaks, kas erinevad korrutama õppimise vormid viivad treeningu järel erineva vastamistäpsuseni. Sõltuvaks muutujaks oli vastuse õigsus (õige või vale). Fikseeritud faktoritena olid mudelis klass, mõõtmispäev ja katsetingimus. Katseisikuid mudeldati mittefikseeritud faktorina. Sõltuvat muutujat mudeldasin binoomjaotuse abil, logaritmilise ühendusfunktsiooniga (ingl k *log link function*). Mudeleid võrdlesin ANOVA-ga. Õigete vastuste osakaal oli väga suur (95.02% kõigist vastustest), mis seab õigete vastuste analüüsile omad piirid. Statistiliselt olulist mõju ei olnud katsetingimusel ($\chi^2=1.038, p = .595$) ega klassil ($\chi^2 = 0.003, p = .959$). Seega õigete vastuste arv ei olnud klasside ega erinevate katsegruppide vahel erinev. Kuid esines statistiliselt oluline erinevus mõõtmispäevade vahel ($\chi^2 = 9.259, p = .002$). Selle järgi läks tulemus peale treeningut halvemaks, õigete vastuste osakaal langes (Joonis 5). Selles analüüsis vaadeldud 40-st ülesandest olid 30 kahe mõõtmise korral väga sarnased, aga 10 natuke erinevamad. On võimalik, et erinevus tuleneb nende 10 erineva ülesande erinevast raskusastmest.



Joonis 5. Õigete vastuste protsendi muutus eri mõõtmistel ja eri katsetingimuste puhul. Numbriga (üleval) on tähistatud klass.

Testimaks, kas ainult korrutamistehete puhul vastuste täpsus muutus, kasutasin sama mudelit. Fikseeritud ja mittefikseeritud mudeli faktorid olid samad, mis eelmiseski mudelis, kuid võtsin arvesse ainult korrutamistehete õigete vastuste osakaalu (Joonis 6). Selgus, et statistiliselt oli oluline ainult klass ($\chi^2 = 5.583, p = .018$). Mõõtmispäeval ega katsetingimusel olulist mõju ei olnud ($\chi^2 = 0.178, p = .673$; $\chi^2 = 1.414, p = .493$).

KÕMM



Joonis 6. Õigete vastuste osakaalu muutumine ainult korrutusülesannete puhul erinevate katsetingimustega. Numbritega (üleval) on tähistatud klass.

Arutelu

Uurimistöö eesmärgiks oli välja selgitada erinevate korrutamise kognitiivsete representatsioonide mõju vastuste täpsusele ja vastamiseks kulunud ajale.

Esimene hüpotees

Esimene hüpotees ei leidnud kinnitust. Õigeteks vastusteks kulunud aeg ei sõltunud katsegrupist. Küll aga läks aeg peale treeningut paremaks, mis võib tuleneda juba lihtsalt harjutamisest. Kulunud aeg oli keskmiselt lühem 4. klassi õpilaste seas, võrreldes 3. klassiga. 4. klass on korrutamist õppinud ja harjutanud kauem ning seetõttu tunneb end vastates ka ilmselt enesekindlamalt. Põhjuseid, miks ei tulnud välja erinevust katsegruppide vahel, võib olla mitmeid. Esiteks on antud töö analüüsis arvestatud vaid esimese nädala tulemusi. Selle piiresse jäävad 2 mõõtmist, mille vahel on 3 treeningut, kus jõutakse alles 7-ga korrutamise alustada. See tähendab, et vaid 3 x 10-15 minutit vastava katsegrupi viisiga harjutuste tegemist. See ei ole piisav

KÕMM

aeg endale täiesti uue mudeliga tutvumiseks, harjumiseks ja kasutuselevõtuks. Representatsioonid ei ole jõudnud veel nii hästi kinnistuda, et lastel oleks lihtne neid kasutada eelistatuna koolis õpetatule.

Teine hüpotees

Ka teine hüpotees ei leidnud kinnitust – katsegrupiti ei olnud näha erinevust vastuste täpsuses. Samuti oli näha oodatule vastupidist tulemust – õigete vastuste osakaal langes peale treeningpäevi. Võimalik, et lastel ei olnud enam sama palju motivatsiooni kodutööde täitmiseks, kui esimesel mõõtmisel. Seetõttu ei näinud nad võib-olla ka enam põhjust harjutustele täielikult keskenduda ning hakkasid vastuseid sisestama hooletumalt. Võimalik, et ka siin mängib rolli puudulik aeg. Kuna õpilastel oli esimese nädalaga vaid 3 x 10-15 minutit, et uute meetoditega tutvuda, ei pruukinud nad sellest veel kasu saada ning proovides uut viisi rakendada sattusid nad hoopis segadusse.

Üldine arutelu

Kuna praegune uuring analüüsis ainult esimese nädala tulemusi ning selleks kasutatud valim oli võrdlemisi väike, võib siiski oodata, et peale nädalaid uuringut on näha erinevust katsegruppide vahel. Samuti võiks selleks ajaks õpilastel olla kujunenud uued representatsioonid korrutuste lahendamiseks. Tulevastes uuringutes on oluline võrrelda korrutamiseks kulunud aja ja täpsuse kõrval veel teisigi kognitiivsete representatsioonide omadusi nagu representatsiooni omandamise kiirus, subjektiivne vaimne pingutus, motivatsiooni ja huvi hoidmine.

Eetilised aspektid

Uuringus osalemine on vabatahtlik ja katseisik võib mistahes hetkel osalemisest loobuda. Osalemisega ei kaasne sotsiaalseid ega tervislikke riske. Katseisikute ja nende vanemate informeerimiseks kasutasime kaht eraldi informeerimise ja nõusoleku vormi. Üks oli põhjalikum ja mõeldud lapsevanema informeerimiseks. Teine oli lapsele kohandatud, lühem ja nende jaoks arusaadav nõusolekuvorm. Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komitee lubas riske arvesse võttes lapse nõusoleku kogumist lapsevanema kaudu. See tähendab, et laps kinnitas nõusolekut temale suunatud nõusoleku vormiga tutvumise järel enda vanemale, kes kinnitas lapse ja enda nõusoleku digiallkirjaga. Uuritava ja uuritava vanema informeerimise ja nõusoleku vormid säilitatakse

KÕMM

uurijate lukustatavates kappides. Katseisikute andmeid ei avalikustata, need kodeeritakse nii, et uuringuga vahetult mitteseotud isikutel ei ole võimalik katseandmeid kokku viia osaleja isikuga. Uuringus osalejatel, nende vanematel ja uuringukutset levitanud koolidel on võimalus saada uuringust kokkuvõtte. Samuti on eelnimetatutel võimalus osaleda uurija Taavi Kivisik poolt läbiviidaval mäluksõulitusel.

Autori panus

Autor tutvus kirjandusega, tegi ülevaate sarnasel teemal tehtud uuringutest ja taustast. Aitas kaasa meetodi väljatöötamisele, uuringu planeerimisele, ettevalmistamisele ja läbiviimisele, analüüsis andmeid ja tõlgendas tulemusi, kirjutas uurimistöö.

Viited

- Bellezza, F. S. (1987). Mnemonic Devices and Memory Schemas. In M. A. McDaniel & M. Pressley (Eds.), *Imagery and Related Mnemonic Processes* (pp. 34–55). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-4676-3_2
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–114.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt psychology* (p. 720). Harcourt, Brace.
- Krcmar, M., & Haberkorn, K. (2020). Mental Representations. In *The International Encyclopedia of Media Psychology* (pp. 1–17). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781119011071.iemp0191>
- Köhler, W. (1929). *Gestalt psychology* (pp. xi, 403). Liveright.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81–97.
<https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Pape, S. J., & Tchoshanov, M. A. (2001). The Role of Representation(s) in Developing Mathematical Understanding. *Theory Into Practice*, 40(2), 118–127.
https://doi.org/10.1207/s15430421tip4002_6
- Reddy, B. G., & Bellezza, F. S. (1983). Encoding specificity in free recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9(1), 167–174.
<https://doi.org/10.1037/0278-7393.9.1.167>
- Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive Offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>

KÖMM

- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin*, *138*(4), 628–654. <https://doi.org/10.1037/a0027473>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later. *Educational Psychology Review*, *31*(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Szkudlarek, E., & Brannon, E. M. (2021). First and Second Graders Successfully Reason About Ratios With Both Dot Arrays and Arabic Numerals. *Child Development*, *92*(3), 1011–1027. <https://doi.org/10.1111/cdev.13470>
- Ter Heege, H. (1985). The acquisition of basic multiplication skills. *Educational Studies in Mathematics*, *16*(4), 375–388. <https://doi.org/10.1007/BF00417193>
- Wertheimer, M. (1938). Laws of organization in perceptual forms. In *A source book of Gestalt psychology* (pp. 71–88). Kegan Paul, Trench, Trubner & Company. <https://doi.org/10.1037/11496-005>
- Wertheimer M. (1923). Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II, in *Psychologische Forschung*, Vol. 4, 301–350.
- Yates, Frances A. (Frances Amelia), 1899-1981. (1966). *The art of memory / by Frances A. Yates*. London [England] : Routledge and Kegan Paul

LISA 1

Uuritava vanema või eestkostja informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm

Uuringu nimetus: Korrutama õppimise mõõtmine ja muutmine (KÕMM)

Uuringu läbiviijad: Taavi Kivisik, MA; Jaan Aru, PhD.

Mõisted: Lapsevanem – lapsevanem või eestkostja, kellel on õigus lubada enda lapse või hoolealuse uurimist.

Laps – teie laps või hoolealune, kelle kohta on teil õigus anda omapoolne nõusolek tema osalemiseks uuringus.

Informatsioon lapsevanemale: Korrutamine on liitmise ja lahutamise alus, millele laotakse lisaoskusi elu lõpuni. Palume, et annaksite loa teie lapse osalemiseks uuringus. Paneme korrutama õppimise viisid proovile ja leiame, milline on kiireim, püsivaim, lõbusaim. Mõni õpiviis võib matemaatika õppimist tulevikuski lihtsustada. Lapsele tähendab see kuni 16 korral veebipõhise kodutöö tegemist (umbes 10-15 minutit iga kord). Ajakulu on seega kuni 4 tundi. Üldiselt antakse kodutöö neljal päeval nädalas. Viimased kodutööd antakse teistest oluliselt hiljem, et mõõta õpitu püsivust. Lapsevanemalt palume kodutööde meeldetuletamist lapsele (meie saadame meeldetuletuse vanemale). Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega. Andmete vastutav töötaja asutus on Tartu Ülikool. Uuringu jooksul IP-aadresse ei salvestata.

Uuritavate valik: Ootame uuringusse kõiki 1-4. klasside õpilasi. Osaleda saab, kui eelnevalt on olemas lapse ja lapsevanema nõusolek (digitaalselt või kokkuleppel erandkorras paberil allkirjastatud sinne dokument).

Uuringus osalemine: Uuringus osalemine on vabatahtlik ja tasustamata. Teil ja teie lapsel on õigus igal ajal osalemine katkestada ja nõuda oma lapse katseandmete kohest hävitamist. Iga katses osaleja laps on kutsutud 30-minutilisele ja lapsevanem 60-minutilisele veebipõhisele mäluksõidule, mille viib läbi uurija Taavi Kivisik. Mäluksõidule aja edastame kodutööde kaudu.

Andmete hoidmine: Uuringu käigus kogutud andmed säilitatakse kodeeritult. Lapse kohta kogume andmeid nagu tema vanus, sugu, klass, perioodi hinne matemaatikas ja eesti keeles ja korrutama õppimisega seotud andmeid (näiteks vastused korrutustehetele). Kõik andmed kodeeritakse selliselt, et katsega otseselt mitte seotud inimestel ei oleks võimalik kokku panna katses osalejate nimesid ja kogutud andmeid.

Lastelt ja lapsevanematelt kogutud isikuandmed säilitatakse kuni 2029. aasta detsembrini. Digilandmeid hoiame Tartu Ülikooli serverites Euroopa Liidus, paberandmeid lukuga kappides Tartu Ülikoolis. Uuringu abil luuakse uusi teadmisi Tartu Ülikooli teadlaste ja üliõpilaste poolt. Uuringust lähtuvaid tulemusi ning järeldusi võidakse avaldada rahvusvahelistes teadusajakirjades ja kasutada üliõpilastöötödes. Katses kogutud isikustamata andmed plaanime teaduse hüvanguks teadusalastes andmebaasides (n www.osf.io) tähtajatult avalikustada. Uurijad tagavad anonüümsuse kustutades vajadusel osa andmeid enne andmete avaldamist.

Uuringu võimalikud ebamugavused: Kasutatavad tegevused nõuavad vaimset pingutust nagu tavalises matemaatika tunnis. On võimalus, et uuringus õpetatavad võtted ei ole paremad koolis kasutatavatest võtetest.

Kui Teil tekib küsimusi uuringus osaleja õiguste kohta, siis pöörduge palun Tartu Ülikooli inimuuringute eetikakomitee poole e-posti aadressil eetikakomitee@ut.ee või telefonil 737 6215. Kaebustega isikuandmete töötlemise osas palume pöörduda Andmekaitse Inspektsiooni poole telefonil 5620 2341.

KÕMM

Kinnitan enda allkirjaga paberil või digitaalselt, et 1) olen informeeritud ülalmainitud uuringust ja ma olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist, uuringu metoodikast ja uuringuga seotud võimalikest ebamugavustest, 2) annan loa enda lapsel selles uuringus osalemiseks, 3) lapsele on uuringut temale arusaadaval tasemel tutvustatud alloleva laste informeerimise vormi abil, 4) laps kinnitas suusõnaliselt lapsevanemale, et on nõus uuringus osalema. Tean, et uuringute käigus tekkivate küsimuste ja võimalike ebamugavuste ning kõrvalekallete kohta saan informatsiooni uurijatelt:

- Taavi Kivisik¹ MA E-post: taavi.kivisik@gmail.com (vastutav)
- Jaan Aru¹ PhD E-post: jaan.aru@ut.ee (vastutav)

¹ Tartu Ülikool, Loodus- ja täppisteaduste valdkond, Arvutiteaduse instituut. Narva mnt 18, Tartu.

TÄIDAB LAPSEVANEM:

Lapsevanema täispikk nimi: allkiri: Kuupäev

NB! Digiallkirjastatud nõusolek laadida üles [LimeSurvey](#) keskkonnas, abi saab aadressilt taavi.kivisik@ut.ee .

Erandkorras paberil allkirjastatud nõusoleku üleandmine leppida kokku aadressil taavi.kivisik@ut.ee .

Osalema lubatava lapse täispikk nimi:

TÄIDAB UURIJA: Nõusoleku võtja nimi: allkiri:.....

Kuupäev:.....

LISA 2**Uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm**

Uuringu nimi: Korrutama õppimise mõõtmine ja muutmine (KÕMM)

Uuringu läbiviijad: Taavi Kivisik ja Jaan Aru Tartu Ülikoolist.

Selgitus lapsele:

Sul on võimalus osaleda uuringus, kui käid 1.-4. klassis. Palume sinu abi, et teha korrutama õppimist lihtsamaks.

Mida sina uuringust saad?

1. Õpid paremini korrutama
2. Teed korrutama õppimist endale lihtsamaks
3. Teed korrutama õppimist teistele õpilastele lihtsamaks
4. Soovi korral räägime peale uuringut, kuidas asju kergemini meelde jätta (30 minutit)

Kuidas saad meid aidata?

1. Palume sul teha kuni 16 kodutööd
2. Kodutöodes õpetame sulle korrutamist, mida kasutad ka 12. klassis
3. Iga kodutöö kestab umbes vahetunni jagu ehk 10-15 minutit
4. Kodutööd saad kodus teha mobiilis, tahvelarvutis või arvutis
5. Harjutused nõuavad pingutust nagu tavalises matemaatika tunnis
6. Sinu vastuseid näevad ainult uurijad, sinu õpetajad vastuseid ei näe
7. Selle eest sulle hinnet ei panda
8. Osalemiseks on vaja ka ema või isa luba

Kui sind uuringu juures midagi rõõmustab või tekib hoopis mõni mure, siis räägi sellest enda vanematele või ka uurijatele. Vanemate abiga leiame sinu murele lahenduse.

Võid igal ajal osalemise lõpetada, ka enne uuringu lõppu. Samuti võid paluda enda vastuste kohest kustutamist.

Kui oled nõus uuringus osalema, siis ütle seda oma emale või isale.

KÕMM

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis Dspace peale uuringu andmekogumise lõppu, alates 1. septembrist.

Lisette Juhe