

Tartu Ülikool  
Sotsiaalteaduste valdkond  
Haridusteaduste instituut  
Klassiõpetaja õppekava

Helen Riisalu  
MATEMAATIKA ÕPETAMINE ORIGAMI ABIL I KOOLIASTMES  
Magistritöö

Juhendajad: nooremlektor Maarja Sõrmus  
lektor Tiina Kraav

Tartu 2023

## **Kokkuvõte**

### **Matemaatika õpetamine origami abil I kooliastmes**

Mitmekesised ja kaasahaaravad matemaatikatunnid on olulised selleks, et õpilased oleksid motiveeritud ja ainek huvitatud. Origami kasutamine on võimalus ühendada käeline tegevus ja matemaatika ning on ühtlasi tõhus viis, kuidas muuta matemaatikatunde vaheldusrikkamaks. Samuti aitab origami kaasa õpioskuste arendamisele ja matemaatiliste mõistete õppimisele. Magistritöö eesmärk oli koostada esimese kooliastme matemaatikatundide jaoks origami-projektide õppematerjalid, mis lähtuvad põhikooli riiklikust õppekavast, ja parendada neid õpetajate tagasiside põhjal. Kokku koostati 14 õppematerjali origami kasutamiseks matemaatikatunnis, mis hõlmasid endas kujundeid, arvutamist ja murde. Veebipõhise tagasisideküsitlusega õppematerjalide kohta saadi klassiõpetajatelt 27 täidetud ankeeti. Tulemustest selgus, et õpetajad olid positiivselt meelestatud teistsuguseks lähenemiseks ja koostatud õppematerjalid olid matemaatikatundides kasutamiseks sobilikud.

**Võtmesõnad:** origami, matemaatika, õppematerjalid, I kooliaste

## **Abstract**

### **Teaching mathematics through origami practices in primary school**

Diverse and engaging math lessons are crucial to keep students motivated and interested in the subject. Origami provides an opportunity to combine art and math and is an effective way to make math classes more varied. Additionally, origami contributes to the development of learning skills and the understanding of mathematical concepts. The aim of the master's thesis was to develop teaching materials for origami projects in math classes in primary school, based on the national curriculum for primary schools, and improve them based on feedback from teachers. In total, 14 teaching materials were developed for using origami in math classes, which included shapes, calculations, and fractions. In total, 27 responses were given in a web-based questionnaire by the teachers who tested the materials in their classroom. The results showed that teachers were positive to try a different approach in their math classes, and the teaching materials were suitable for conducting the lesson.

**Key words:** origami, mathematics, teaching materials, primary school

## Sisukord

Kokkuvõte .....	2
Abstract .....	2
Sissejuhatus .....	5
1. Teoreetiline ülevaade .....	6
1.1 Origami mõiste.....	6
1.2. Õpioskuste arendamine origamiga .....	6
1.2.1. Ruumilise visualiseerimise võime.....	7
1.2.2. Interaktiivne õpe.....	7
1.2.3. Keskendumine ja enesedistsipliin .....	8
1.2.4. Sotsiaalsed oskused .....	9
1.2.5. Õpimotivatsiooni tõstmine .....	9
1.3. Origami kasutamine matemaatika õpetamisel.....	10
1.3.1. Matemaatiliste mõistete õpetamine .....	10
1.3.2. Abstraktsetest mõistetest arusaamine .....	11
1.3.3. Geomeetria .....	11
1.3.4. Matemaatikaärevuse vähendamine .....	12
1.4. Eesmärk ja uurimisküsimused.....	12
2. Metoodika.....	13
2.1. Õppematerjalid origami kasutamiseks matemaematikatunnis .....	13
2.1.1. Kujundid.....	14
2.1.2 Arvutamine.....	16
2.1.3. Murrud.....	17
2.2. Valim.....	17
2.3. Andmekogumine .....	18
2.4. Andmeanalüüs .....	18
3. Tulemused .....	19

3.1. Üldine tagasiside .....	19
3.2. Õpetajate tagasiside teemade kaupa .....	21
3.2.1. Kujundid .....	21
3.2.2. Arvutamine .....	22
3.2.3. Murrud .....	24
4. Arutelu .....	24
Tänu sõnad .....	27
Autorsuse kinnitus .....	28
Kasutatud kirjandus .....	29
Lisa 1. Voltimise skeemidel kasutatud tähistused	
Lisa 2. Õppematerjal „Kass“	
Lisa 3. Õppematerjal „Hambuline ketas“	
Lisa 4. Õppematerjal „Kahendik ja neljandik“	
Lisa 5. Küsitlusankeet õpetajatele	

## Sissejuhatus

Matemaatika on aine, mille õppimine nõuab palju tähelepanu, keskendumist ja aega. Esimeses kooliastmes tuleb matemaatikas õpetada arvutamist, mõõtmist, tekstülesandeid ja geomeetrilisi kujundeid (Põhikooli riiklik õppekava, 2011), aga lisaks teadmistele tuleks õpetada veel matemaatilist mõtlemist (Devlin, 2021). Õppeaine mitmekesistamine origami abil annab õpilastele võimaluse arendada matemaatilist mõtlemist. Lõimingu abiga on võimalik matemaatikat õpetada mitmekesiselt, mänguliselt ja muuta see õpilase jaoks huvitavaks. Taimalu jt (2020) uuringus selgus, et klassiõpetajatele on õppematerjali puhul oluline materjali eakohasus, mitmekesisus ja selle arusaadavus õpilaste jaoks. Origami võimaldab teatud matemaatilisi mõisteid ja abstraktseid kontseptsioone lahti seletada läbi käelise tegevuse ja seetõttu võiks seda üldhariduskoolides rohkem praktiseerida.

Paberi voltimine ehk origami pärineb Ida-Aasiast, kus seda on harrastatud mitmeid sajandeid. Koolides on origami õpiesmärgil kasutusel olnud umbes 150 aastat (Nishida, 2019). Origamit rakendatakse koolitundides harva, kuna see on käeliselt raske tegevus (Budinski *et al.*, 2020). Kuid origami kasutamisel matemaatikatundides on leitud mitmeid positiivseid aspekte, näiteks on välja toodud, et origami aitab arendada õpilaste ruumilist mõtlemist ja nende motoorseid oskusi (Cakmak *et al.*, 2014). Samuti on voltimine kasulik eduelamuse saamiseks, mis ühtlasi suurendab õpilaste motivatsiooni. Tehes matemaatikatunnis midagi tavapärasest teistsugust, tekib õpilastel selle vastu suurem huvi (Kögce, 2020).

Töö autorile teadaolevalt puuduvad Eestis uuringud, mis käsitleksid origami mõju matemaatika õpetamisel. Origami on alternatiivne meetod matemaatika õpetamisel, mis tõstab õpilaste motivatsiooni, sest nad töötavad tunnis tõhusamalt kaasa, kui saavad ise midagi käeliselt läbi teha (Cakmak *et al.*, 2014; Kögce, 2020). Magistritöö eesmärk on koostada esimese kooliastme matemaatikatundide jaoks origami-projektide õppematerjalid, mis lähtuvad põhikooli riiklikust õppekavast, ja parendada neid õpetajate tagasiside põhjal.

Töö teoreetilises osas antakse ülevaade origamist ja selle kasulikkusest õpioskuste arendamisel ja matemaatika õpetamisel. Metoodika peatükis tutvustatakse koostatud õppematerjale, kirjeldatakse valimit, andmekogumist ja andmeanalüüsi protsessi. Metoodika peatükile järgneb tulemuste peatükk, kus esitletakse saadud andmeid, ja arutelu peatükis analüüsitakse neid uurimisküsimuste kaupa.

# 1. Teoreetiline ülevaade

## 1.1 Origami mõiste

Esimesed teadaolevad viited origamist pärinevad rohkem kui 400 aasta tagusest ajast.

Origami nimi tuleb jaapani keelest, kus otsetõlkes tähendab *oru* voltima ja *kami* paber ning see kujutab endast paberi voltimist kahe- või kolmemõõtmeliseks objektiks (Robinson, 2023). Friedrich Froebel alustas 19. sajandil Saksamaal lasteaiasüsteemiga, kus ta hakkas õpetamises rakendama origamit. Alles seejärel jõudis origami Jaapanisse kui õpetamismeetod. Seni tehti origamit pigem enda lõbuks ja ajaveetmistegevusena (Nishida, 2019).

Origami mudeleid valmistatakse enamasti spetsiaalsest ruudukujulisest paberist, aga voltida võib ka ristkülikukujulisest paberist (Robinson, 2023). Spetsiaalsed origamipaberid võivad olla kõikvõimalikku värvi ja erinevate mustritega ning ühtlasi on paberitel erinev paksus ja tekstuur, mis samuti mõjutab voltimist. Samuti mõjutavad volditavust paberi kiud, mis peavad origami puhul olema väga vastupidavad. Origami jaoks saab kasutada veel näiteks fooliumit, pakkepaberit või tavalist koopiapaberit, kuid paberi valik peaks sõltuma planeeritavast mudelist (Ono & Ono, 2011).

Origamit saab jaotada mitmesse kategooriasse (näiteks puhas origami, traditsiooniline origami ning modulaarne origami) ja vastavalt kategooriale on neil omad reeglid.

Traditsiooniliselt aastasadu tagasi on Jaapanis origamit tehes kasutatud peale voltimise lõikamist ja liimimist, aga praegusel ajal on tekkinud pigem arvamus, et neid vahendeid ei tohiks kasutada. On inimesi, kelle arvates õiges origamis paberit vaid volditakse ja muid abivahendeid ei kasutata ehk tegemist on puhta origamiga (Origami guide, *s.a.*). Origamit tehes saab kasutada erinevaid abivahendeid ja tegelikult on see igäühe enda otsustada, kuidas ta lõpptulemuseni jõuab.

Paberi voltimisest saavad rõõmu nii selle tegijad kui ka mudeli imetlejad. Hea lõpptulemuse saamiseks tuleb juba alguses iga volditud joon teha hoolikalt ja võimalikult täpselt. Origami jaoks tuleb võtta aega ja leida rahulik koht. Kõige parem on teha seda laua taga, sest nii on piisavalt ruumi ja saab kõik tehtud voltejooned üle siluda. Algajal voltijal on lihtsam jälgida sümboleid ja teha mudeleid, mis on juba varasemalt teiste poolt läbi proovitud.

## 1.2. Õpioskuste arendamine origamiga

Origamil on mitmeid positiivseid aspekte, kui seda rakendada õppetöös. See toetab õpilase erinevate oskuste arengut ja teeb tunnid mitmekesisemaks. Origami abil ei pea õpilane õppima õpikuga, vaid ta saab füüsiliselt enda kätega midagi läbi teha. Interaktiivse tegevusena

aitab voltimine kaasa motoorsete oskuste arengule. Kui origamit teha juhendi järgi, arendab jooniste lugemine õpilase ruumilist taju. See tegevus vajab keskendumist ja rahu. Seetõttu on origami praktiseerimiseks klassiruumis vajalik piisav ajavaru ning õpetaja valmisolek õpilasi individuaalselt jälgida ja juhendada. Millegi valmistamine aitab kaasa ka õpimotivatsiooni tõstmisele, kui õpilane tunneb eduelamust. Origamit on võimalik teha meeskonnas, kus iga õpilane võldib ühe osa tervikust ning koos pannakse kokku lõplik mudel, nii aitab tegevus kaasa õpilase sotsiaalsele arengule.

### 1.2.1. Ruumilise visualiseerimise võime

Geomeetria ülesanded ja ruumiline mõtlemine võivad valmistada õpilastele raskusi. Hea ruumiline taju aitab geomeetriast paremini aru saada ja see on üks oskus, mida tuleks harjutada lastega juba noores eas (En & Chang, 2022). Üks viisidest, kuidas ruumilist taju arendada, on origami kasutamine õppetöös. Origami aitab lihtsustada kolmemõõtmelise geomeetria mõistmist (Boakes, 2009), kuid ruumilist taju läheb vaja veel teisteski matemaatikaülesannetes. Näiteks kirjalikus korrutamises on vaja mõista, kuidas numbrid üksteise all liiguvad. Sellisest numbrite liikumisest saab õpilane paremini aru, kui tal on oskus ruumiliselt mõelda (Burte *et al.*, 2017). Seega on otseselt või kaudselt origami õpetamisest kasu teistegi matemaatiliste oskuste arendamisel. Origami kasutamine annab õpilasele võimaluse valminud objekti eri külgede ja nurkade alt vaadata.

Cakmak jt (2014) uurisid 38 Türgi õpilast vanuses 9–12 aastat, et teada saada, kas origami aitab kaasa õpilaste arusaamisele ruumitajust. Lisaks uuriti, millised on õpilaste ettekujutused origamiga seotud juhenditest. Uurimiseks kasutati nii kvalitatiivset kui ka kvantitatiivset meetodit. Varasemate uurimuste põhjal püstitati hüpotees, et origami kasutamine matemaatikatunnis aitab kaasa ruumilise taju arenemisele ning peale ruumitaju arendab origami noorte motoorseid oskusi ja matemaatilisi võimeid üldiselt. Kirjaliku testi ja vestluste tulemuste põhjal järeldati, et kümme nädalat origami kasutamist matemaatikatunnis arendas märgatavalt õpilaste ruumilist taju. Peaaegu kõik uuringus osalenud õpilased arvasid ka ise, et origami parandas nende matemaatilisi oskusi.

### 1.2.2. Interaktiivne õpe

Motoorsed oskused hõlmavad käte- ja sõrmelihaste kasutamist ning käte ja silmade koostööd. Need oskused mõjutavad õpilase kirjutama õppimist. Lugemisoskuse arenemise eelduseks on hea silmade koordinatsioon (Pradipta & Dewantoro, 2019). Eelkoolieas arenevad laste motoorsed oskused järjest edasi, seetõttu on oluline nii lapsevanematel kui ka õpetajatel seda oskust lastes harjutada. Kuna origami nõuab õppijalt loovust, motoorseid oskusi ja

kannatlikkust, siis sobib paberi voltimine suurepäraselt õppijale nende oskuste arendamiseks. Aastal 2020 Indoneesias tehtud kvantitatiivne uuring 26 eelkooliealise lapsega näitas, et 14 lapsel arenesid motoorsed oskused, kui neile õpetati kahe nädala jooksul origamit (Harsismanto *et al.*, 2021).

Paberi voltimise abil saavad õpilased arendada enda sõrmede tugevust, osavust ja käte koordinatsiooni. See on hea viis aidata füüsilise või vaimse õpiraskusega õpilast, et arendada tema käelist tegevust. Ühtlasi toetab origami mõtlemist, tegevuste järjestamist ning origami kasutamine mänguna toetab neid inimesi, kellel on intellektipuue (Anez-Moronta *et al.*, 2021). Voltimise tulemusena võib valmida mudel, millega saab hiljem mängida, näiteks hüppav konn või lennuk. Sellisel juhul aitab origamile järgnev tegevus kaasa motoorsele arengule (Pradipta & Dewantoro, 2019). Origami on mitmekülgne ja interaktiivne tegevus, kus õpilased saavad ise enda kätega midagi valmistada (Nishida, 2019). Kuulmispuudega lastel on matemaatikat keerulisem õppida kui teistel. Tänu origamile on neil võimalik õppida matemaatikat „käed-külge“ meetodiga. Kuna nendel lastel on üks meel puudulik, siis peavad nad rohkem informatsiooni saama läbi nägemise ja isetegemise. Origami kasutamisel matemaatikatunnis saavad õpilased olla aktiivsed õppijad ja tänu sellele mõistavad nad paremini õpitavat teemat (Chen, 2006).

Tavapärasest tundides „käed-külge“ meetodi kasutamine annab õpilastele võimaluse rohkem ise avastada ja midagi luua (Hunter-Doniger, 2016). Seejuures arvatakse, et õpetaja ei tohiks õpilase eest ise paberit voltida. Vajadusel võib õige voltimise ette näidata, aga lõpuks peab õppur olema see, kes oma paberile vajalikud voltejooned teeb. Mõnel juhul, kui õpilane ei ole suuteline ise õiget võtet kasutama, võib õpetaja voltejoone õpilase eest teha, aga õppija peab selle ise üle tegema, et liigutus motoorsesse mällu jäädvustuks (Shalev, *s.a.*). Kuna kõige rohkem õpib õpilane siis, kui ta saab tegevuse ise läbi katsetada, siis peab tal olema vabadus ise proovida.

### **1.2.3. Keskendumine ja enesedistsipliin**

Inimestel võib olla raskusi keskendumise ja tähelepanu hoidmisega. Origami rahustab käitumishäirega last ja pakub talle käelise tegevuse kaudu rahuldust (Anez-Moronta *et al.*, 2021). Samuti on sellest kasu hilise kõnega õpilasele, kuna origami käigus peab olema tähelepanu koondunud ja koostöös õpetajaga saab õpilane oma tegevuse kõrvale rääkida, mida ta parasjagu teeb.

Origami motiveerib õpilast mõtlema ja oma mõtetele keskendumata ning selle kaudu saab ta ennast mitteverbaalselt väljendada. Tänu sellele sobib see kasutamiseks inimesele, kes



on läbi elanud trauma. Voltimine nõuab keskendumist ja enda mõtete kontrollimist, kuna origamimudeli valmistamiseks tuleb järgida juhiseid. Kui õpilane on juhiste järgimisega hakkama saanud ja valminud mudel on tema ees, siis tunneb ta oma saavutuste üle uhkust ja ennast õppeaineski kindlamini (Kobayashi, 2007).

Koolikeskkonnas võidakse panna õpilastele suured ootused ja see võib neis tekitada pingeid. Õpilaste tähelepanu koondamiseks ja aja mahavõtmiseks on hea meetod kasutada tunnis origamit. Paberist mudeli voltimiseks peavad õpilased kasutama mõlemat ajupoolkera ja tänu sellele kasutavad nad nii visuaalset kui ka käelist õppimist. Ühtlasi paneb selline tegevus rohkem mõtlema ja keskendumata ning nii on paremini võimalik stressiga toime tulla (Wallin, 2018).

#### **1.2.4. Sotsiaalsed oskused**

Üks origami liikidest on modulaarne origami. Nii Georgeson (2011) kui ka Miles (2011) on seda kirjeldanud kui ühilduvate mudelite voltimist. Kahest või enamast paberist volditakse juhise järgi osad, mis kokku liites moodustavad ühe suurema mudeli. Modulaarse origami puhul saab klassiruumis panna õpilased koostööd tegema, kus iga õpilane voldib ühe osa tervikust. Edasi saavad õpilased erinevad osad kokku panna ja moodustada ühe suure tervikmudeli. Vastavalt eesmärkidele võivad õpilased ise juurde nuputada erinevaid viise, kuidas tükid omavahel kokku sobitada, et tekiks erisuguseid kujundeid.

Õpetajad peavad origamit heaks meetodiks arendamaks õpilaste sotsiaalseid oskuseid nii kaasõppijate kui ka õpilase ja õpetaja vahel (Atnafu, 2018). Lisaks õpetajale võivad üksteist abistada õpilased, kes saavad joonistest hästi aru (Budinski *et al.*, 2020). Origamit saab õpetada õpiraskustega õpilasele, kes hiljem võib sama mudeli voltimist õpetada enda klassikaaslastele, mis aitab kaasa klassi ühisele suhtlusele ja koostööle (Shalev, *s.a.*).

#### **1.2.5. Õpimotivatsiooni tõstmine**

Origamimudeleid on väga lihtsaid ja kiiresti volditavaid, aga on keerulisemaid ja aeganõudvamaid projekte. Alustada tuleks lihtsamatest kujunditest ja nende õnnestumisel võib alustada voltimist raskemate mudelitega. Mida arenenum on voltija, seda keerulisemaid kujundeid ta oskab teha ja seda tõenäolisemalt oskab ta ise uusi kujundeid välja mõelda (Robinson, 2005). Kuna õpilased tunnevad peale lõppmudeli valmimist eduelamust, on nad teinegi kord motiveeritud tunnis voltima (Heukerott, 1988). Sarnane tulemus selgus ka uuringust, kus õpilastel tekkis matemaatika vastu suurem huvi, kui nad avastasid ise iga voltimise sammu tulemusena uusi geomeetrisi kujundeid (Kögce, 2020).

Matemaatika võib valmistada paljudele lastele raskusi, aga õppimise toetamiseks tuleks õpetajal olla loominguline. Mastin (2007) kasutab matemaatikatundides *storigamit* ehk loo jutustamist koos origamiga. Kõigepealt loeb õpetaja tekstilõigu, seejärel näitab ette voltimisvõtte ja kõik õpilased teevad sedasama oma paberiga. Sellisel viisil voltides saavad õpilased seostada tehtud voltejooni millegi konkreetsega. Nimetatud õpetamismeetod sobib paremini noorematele õpilastele, kuulates jutustust ning samal ajal õppides ka matemaatilisi termineid. Mastini korraldatud töötubade tulemusena on õpetajad öelnud, et selline meetod tõstab laste enesekindlust ja õpimotivatsiooni. Uudse lähenemisega ja tunnis midagi teistsugust tehes on õpilased üldjuhul positiivselt meelestatud ja soovivad sarnast tegevust korrata tulevikuski.

### **1.3. Origami kasutamine matemaatika õpetamisel**

Mitmed origami positiivsed aspektid väljenduvad hästi just matemaatikatundides. See võib lihtsustada õpetaja tööd mõne matemaatikateema õpetamisel, näiteks saab selgitada harilike murdude olemust või õpetada geomeetriat. Samuti aitab origami kaasa matemaatiliste mõistete õpetamisele ja aitab paremini mõista abstraktseid kontseptsioone. Origami võib vähendada matemaatikaärevust.

#### **1.3.1. Matemaatiliste mõistete õpetamine**

Origami sõnavara ei ole mõeldud otseselt matemaatika sõnavara arendamiseks. Origami kasutamisel matemaatikatunnis tuleks jälgida juhendi sõnastust ja seda vajadusel muuta (Cipoletti & Wilson, 2004). Sõnastuse peale tuleks mõelda ka siis, kui see on tõlgitud teisest keelest. Avaldatud eestikeelsetes juhendites on matemaatiline sõnavara üldjuhul juba korrektselt sisse toodud, näiteks „murra alumine parem tipp vastu vertikaalset voltejoont“, „pööra mudelit 90 kraadi võrra päripäeva“ või „voldi üks külge diagonaalile“ (Robinson, 2005).

Russell (2017) teeb enda klassiga murdude õppimiseks origamit, kus igale õpilasele on välja prinditud värviline paber, mille abil saab õpilane voltida ja õpetaja küsimusi esitada. Enne voltima asumist saab värvide abil õppida murde, sest paber on jaotatud eri värvi ruutudeks. Näiteks on võimalik küsida, mitu osa tervikust on värvitud punaseks. Peale arutelu saavad õpilased hakata voltima ja voltimise vaheetappidel küsib õpetaja uusi küsimusi murdude osas. Selline meetod annab võimaluse õpilastel endil murdude olemust avastada ja õppida.

### 1.3.2. Abstraktsetest mõistetest arusaamine

Üks põhjus, miks matemaatikat tajutakse abstraktse ja keerulise õppeainena, võib olla see, et matemaatilisi kontseptsioone ja reegleid tutvustatakse õpilastele selliselt, et nad peavad need lihtsalt pähe õppima. Paljud ei pruugi aru saada, mille põhjal või kuidas need kontseptsioonid on tekkinud ning ei oska neid varasemate teadmistega seostada. Valides sobivad vahendid ja materjalid, saab õpetaja aidata õpilastel läbi avastamise ja aktiivse õppimisprotsessi jõuda arusaamiseni, kuidas üks või teine matemaatiline kontseptsioon on tekkinud. Käeline tegevus on üks viis, kuidas õpilased saavad aktiivselt õppimisprotsessis osaleda. Konkreetne näide on origami kasutamine. Selle abil saab matemaatilisi mõisteid, näiteks pikkus, pindala või ruumala, visualiseerida ja „käegakatsutavaks“ muuta (Wares, 2016). Voltimine aitab õpilastel tajuda matemaatilisi kontseptsioone ja suurendada arusaamist matemaatilistest mõistetest (Kögce, 2020).

### 1.3.3. Geomeetria

Geomeetria on oluline osa matemaatikast juba alates eelkoolieast, kui õpitakse erinevate kujundite tundmist. Origami tegemine aitab geomeetria kontseptsioonidest paremini aru saada, sest iga voltimise järel saavad õpilased paberit vaadata eri nurkade alt ja seda analüüsida (Budinski *et al.*, 2020). Isegi ühe voltejoone tegemine ükskõik mis paberil tekitab juba uue geomeetrilise kujundi. Tekkinud voltejooned ja nende ristumiskohad tähistavad selle kujundi või objekti erinevaid elemente (külg, nurk, serv, pind jne) (Golan, 2011; Kögce, 2020).

Van Hiele (1999) teooria kohaselt on geomeetria õpetamiseks viis taset. Madalaim tase on visuaalne, kus õpilane tunneb kujundi ära selle kuju alusel. Järgmise taseme puhul oskab õpilane nimetada kujundi omadusi, näiteks võrdkülgse kolmnurga puhul ütleb õpilane, et kujundil on kolm võrdse pikkusega külge. Kolmandal tasemel hakkavad õpilased looma omaduste vahel seoseid, näiteks kolmnurkade sisenurgad moodustavad 180 kraadi. Lisaks suudavad õpilased Vojkuvkova (2012) kirjelduse järgi eelviimasel tasemel luua järeldusi teoreemidele ning viimasel tasemel peaksid õpilased aru saama, kuidas on teatud matemaatilised süsteemid loodud ja analüüsima teoreeme neid geomeetriselt tõlgendades. Origamit saab kasutada van Hiele teooria eri tasemetel, kuid origami tähtsus avaldub eelkõige esimesel kahel tasemel, et aidata õpilastel ära tunda ja määratleda termineid ja kujundeid, mis panevad aluse edasistele geomeetriateadmistele (Golan, 2011).

Uuring 56 seitsmenda klassi õpilasega tõi välja, et ühe kuu pikkune origamiõpe ei näidanud märgatavat arengut õpilaste geomeetria teadmistes, aga samas möönab Boakes siiski, et origami on hea ja alternatiivne võimalus geomeetria õpetamiseks (Boakes, 2009). Seda näitas ka õpilaste tagasiside peale origamikursuse läbimist, sest peaaegu kogu tagasiside oli vaid positiivne. Samuti esineb positiivset tagasisidet teise uuringu ülevaatest, kus õpilased ise tundsid origamist kasu enda geomeetriaoskuste arenemisel (Cakmak *et al.*, 2014). Eelneva põhjal võib seega järeldada, et teadlaste hulgas puudub ühene seisukoht, kas origami abil õppimine arendab õpilaste geomeetria-alaseid teadmisi efektiivsemalt kui traditsiooniline õpetus, kuid igal juhul on see hea alternatiiv geomeetria õpetamisel ja matemaatikatundide huvitavamaks muutmisel.

### 1.3.4. Matemaatikaärevuse vähendamine

Matemaatikaärevust võib tõlgendada kui pingelist, stressirohket ja ärevat seisundit matemaatiliste probleemide lahendamise ajal (Kucian *et al.*, 2018; McMinn & Aldridge, 2020). Üheaastases uuringus tõdeti, et kui teises klassis esineb õpilasel ärevust matemaatika suhtes, kandub see edasi ja raskendab matemaatiliste seosete loomist järgnevatel klassides (Vukovic *et al.*, 2013). Matemaatikaärevust võib esineda nii õpilaste kui ka õpetajate seas. Õpetaja ärevus võib kanduda edasi õpilasele, aga ärevust kogunud õpetaja proovib sellist olukorda pigem vältida (Stoehr, 2019). Ärevust aitab vähendada see, kui planeeritud tegevus on õpilase jaoks kaasahaarav ja ta saab ise tegevuses aktiivselt osaleda (Klee *et al.*, 2022). Õpetajatele korraldatud origamikursusel leiti, et paberi voltimine on hea moodus, kuidas vähendada matemaatilist ärevust nii õpetaja ja õpilase puhul (Atnafu, 2018). Seda kinnitab ka Boakes (2009), kes toob välja, et origami on väärtuslik õppemeetod, mille abil on võimalik vähendada laste ärevust matemaatika õppimisel ja muuta matemaatika nende jaoks kaasahaaravamaks.

## 1.4. Eesmärk ja uurimisküsimused

Nagu eelpool kirjeldatud, on origami alternatiivne meetod matemaatika õpetamiseks. Ühtlasi toetab see õpilaste erinevate oskuste arengut. Origamit saab kasutada matemaatikas nii mõistete ja abstraktsete kontseptsioonide selgitamisel kui ka konkreetsete teemade õpetamisel. Siiski ei ole selle kohta kompaktseid õppematerjale teemade kaupa. Käesoleva töö eesmärk on koostada esimese kooliastme matemaatikatundide jaoks origami-projektide

õppematerjalid, mis lähtuvad põhikooli riiklikust õppekavast, ja parendada neid õpetajate tagasiside põhjal. Eesmärgist lähtuvalt püstitati magistritöös kaks uurimisküsimust:

1. Milliseid teemasid saab origami abil õpetada esimese kooliastme matemaatikatunnis?

2. Milline on õpetajate tagasiside õppematerjalide kasutamisele algklasside matemaatikatundides?

## **2. Metoodika**

Käesoleva magistritöö puhul on tegemist arendusuuringuga. Arendusuuringu eesmärk on põimida teooria praktilise rakendusega ning sellel on olemas kindel struktuur – ettevalmistus (teooriaga tutvumine), arengufaas ja hinnangu andmise faas (Archer, 2019). Olles ettevalmistavas faasis tutvunud seni tehtud teaduslike uuringutega, töötas autor välja õppematerjalid, mida saab kasutada matemaatika õpetamisel esimeses kooliastmes. Õpetajad katsetasid õppematerjale matemaatikatundides ning andsid tagasisidet materjali arusaadavuse, sobivuse, raskusastme jm osas. Saadud tagasiside põhjal tegi töö autor järeldused ja täiendas õppematerjale.

### **2.1. Õppematerjalid origami kasutamiseks matemaatikatunnis**

Käesoleva magistritöö raames on autor koostanud 14 origami-projekti materjali esimesele kooliastmele. Materjalid on mõeldud õpetaja jaoks, et nende põhjal õpilasi juhendada ja neilt lisaküsimusi küsida. Osa materjale põhineb väljaprintitavatel lehtedel, kus on peale kirjutatud arvutustehted, mis pärast voltimist õigetes kohtades näha jäävad.

Materjalid on jaotatud eraldi kategooriatesse teemade ja klasside alusel.

Matemaatikateemad jagunevad kolme suuremasse kategooriasse: geomeetria, arvutamine ja murrud. 1. klassile on mõeldud kolm, 2. klassile kolm ja 3. klassile neli materjali. Ülejäänud neli materjali on sobilikud kasutamiseks erinevates klassides.

Igas õppematerjalis on välja toodud õpitav teema, vanuseaste, planeeritud aeg, eesmärk, õpiväljundid, õpitavad mõisted, tööks vajalik materjal ja tööjuhend. Tööjuhend sisaldab voltimise õpetust, skeeme ning vastava matemaatikateemaga seostuvaid küsimusi ja selgitusi. Tabelis 1 on koostatud õppematerjalide nimekiri koos teema, vanuseastme ja õpitavate mõistetega. Lisas 1 on välja toodud voltimise skeemidel kasutatud tähistused.

**Tabel 1.** Koostatud õppematerjalid

<b>Voltimise teema</b>	<b>Matemaatikateema</b>	<b>Vanuseaste</b>	<b>Mõisted</b>
Kass	Kujundid	1. klass	Ruut, kolmnurk, diagonaal, külg, tipp
Koer	Kujundid	1. klass	Ruut, kolmnurk, diagonaal, külg, tipp
Luik	Kujundid	2. klass	Ruut, kolmnurk, diagonaal, külg, tipp, viisnurk, kuusnurk
Kuup	Kujundid	2. klass	Ruut, kuup, külg, serv
Vares	Ruudu ja ristküliku pindala (+ ümbermõõt)	3. klass	Ruut, ristkülik, tipp, külg, nurk, lähisküljed, vastasküljed, diagonaal, ümbermõõt, (pindala, ruutsentimeeter)
Liitmise maja	Liitmine, kujundid	1. klass	Ruut, ristkülik, nurk, külg
Korrutamise maja	Korrutamine, kujundid	2. klass, 3. klass	Ruut, ristkülik, nurk, külg
Hambulise ketas	Korrutamine	2. klass, 3. klass	Tegur, korrutis, $1/2$ , pool
Hammasratas	Korrutamine ja liitmine, kujundid	2. klass	Ristkülik, kolmnurk, külg, tipp
Rukkilill	Korrutamine ja jagamine, kujundid	3. klass	Ristkülik, kolmnurk, külg, tipp
Soolatops	Korrutamine, kujundid	3. klass	Ruut, kolmnurk, diagonaal, külg, tipp
Lehvik	Tehete kordamine	1. klass, 2. klass, 3. klass	Liidetav, summa, vähendatav, vähendaja, vahe, tegur, korrutis, jagatav, jagaja, jagatis
Lennuk	Tehete kordamine, kujundid	1. klass, 2. klass, 3. klass	Ristkülik, kolmnurk
Kahendik ja neljandik	Tervik ja osa	3. klass	$1/2$ , kahendik, pool, $1/4$ , neljandik, veerand

Magistritöö lisades on näidised välja toodud kolm õppematerjali: kujundite teemast õppematerjal „Kass“ (lisa 2), arvutamise teemast õppematerjal „Hambulise ketas“ (lisa 3) ja murdude teemast õppematerjal „Kahendik ja neljandik“ (lisa 4).

### 2.1.1. Kujundid

Esimese kooliastme lõpuks tuleb õpilasel eristada lihtsamaid geomeetrilisi kujundeid ja nende elemente, leida õppetöös käsitletud kujundeid enda ümber ja arvutada õpitud hulknurkade

ümbermõõtu (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Kuigi 2023. aastal tehti muudatusi matemaatika ainekavas, jäi geomeetria osa siiski suuremate muutusteta (Haridus- ja Noorteamet, *s.a.*). Sellest tulenevalt on koostatud voltimise õpetused kujundite teemal.

Kujundite õppimiseks sobib kasutada mistahes origami õpetust, sest igas voltimise etapis tekib teatud kujund. Koostatud materjalidest keskenduvad põhiliselt kujunditele „Kass“, „Koer“, „Kuup“, „Luik“ ja „Vares“. Voltimise protsessi käigus tekib mitmeid erinevaid kujundeid, mida õpilastele selgitada või mille kohta neile teema õppimist toetavaid küsimusi esitada. Ühtlasi annab see võimaluse korrata kujunditega seotud mõisteid – nurgad, tipud, küljed.

Õppematerjalid „Kass“ (lisa 2) ja „Koer“ sobivad kasutamiseks 1. klassis, kuna voltimisvõtted on lihtsamad, voltimise käigus õpitakse ja korratakse kujundite teemat ning lõpptulemusena saavad õpilased endale isetehtud looma. Õpilase eesmärk on läbi käelise tegevuse õppida kolmnurga ja ruudu omadusi. Voltimise käigus tuleb õpilastel nimetada tekkinud kujundeid ja nende tunnuseid. „Kassi“ ja „Koera“ voltimist alustatakse ruudukujulise paberiga. See annab võimaluse käsitleda kogu klassiga ruutu ja ruudu tunnuseid. Õpilased saavad näidata nurkasid, külgesid ja tippusid. Edasi voltides tekivad eri suuruses kolmnurgad, mida saab taaskord kogu klassiga lähemalt uurida, nimetada tunnuseid ja neid kokku lugeda.

Õppematerjal „Luik“ sobib kasutamiseks 2. klassis, kuna käsitleb erinevaid tasapinnalisi kujundeid, voltimine on pingutust nõudev, aga jõukohane. Luige voltimise eesmärk on läbi käelise tegevuse õppida ruudu, ristküliku ja kolmnurga omadusi. Lisaks nendele kujunditele tekib töö käigus ka viisnurk ja kuusnurk, millest saab õpilastele lühidalt rääkida. Luik annab võimaluse kujundi sees märgata teisi kujundeid, näiteks ühes etapis paistab ristküliku sees neli kolmnurka. Lõpptulemusena valminud ruumilist kujundit uurides saavad õpilased veel üle korrata, milliseid kujundeid erinevate nurkade alt vaadates on näha.

Õppematerjal „Kuup“ sobib kasutamiseks 2. ja 3. klassis, kuna väiksemate paberite voltimine peaks olema sellele vanusele juba jõukohane ja tundides õpitakse ruumilisi kujundeid põhjalikumalt. Kuubi voltimise eesmärk on käelise tegevuse kaudu õppida ruudu ja kuubi omadusi ning laste omavahelist koostööoskust. Töö käigus saab õpilane võrrelda tasapinnalist ja ruumilist kujundit, nimetada ruudu ja kuubi tunnuseid ning lõpus koostöös klassikaaslastega moodustada väikestest kuupidest suurema kujundi.

Õppematerjal „Vares“ sobib kasutamiseks 3. klassis, kuna voltimise etappe on palju ja voltimise käigus tekivad eri suuruses ruudud ja ristkülikud, mille ümbermõõte saavad õpilased arvutada. Varesse voltimise eesmärk on läbi käelise tegevuse õppida ruudu ja

ristküliku omadusi ning arvutada nende ümbermõõtu. Kogu õppematerjali vältel kordab õpilane õpitud kujundite omadusi, eristab kujundite elemente, kordab kujundite ümbermõõdu arvutamise valemeid ja harjutab ümbermõõdu arvutamist.

### 2.1.2 Arvutamine

Esimese kooliastme lõpuks tuleb õpilasel liita ja lahutada peast arve 100 piires ning korrutada ja jagada peast ühekohalise arvuga 100 piires (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Sellest tulenevalt on koostatud voltimise õpetused arvutamise teemal. Arvutamise jaoks mõeldud materjale on loodud nii 1., 2. kui ka 3. klassile, kokku on kaheksa materjali.

1. klassile mõeldud materjal „Liitmise maja“ nõuab kõigepealt tähelepanelikku voltimist, millele järgneb liitmise harjutamine koos paarilisega. Kummagi paarilise lehel on kaheksa arvu ning omavahel lehti kõrvuti pannes saavad õpilased harjutada erinevaid liitmistehteid. Kuigi materjal keskendub 10 piires liitmisele, on võimalik arve muuta, et liita 100 piires või harjutada hoopis lahutamistehteid.

Materjal „Korrutamise maja“ on mõeldud nii 2. kui ka 3. klassile korrutamise harjutamiseks. Voltimine on sarnane eelnevale materjalile, aga seekord arvutab iga õpilane üksi. Voltimise tulemusena valmib justkui majake või raamatuke, mille lehekülgi saab keerata. Ühe teguri peab õpilane ise juurde lisama, teised tegurid on paberil juba olemas. Seejärel saab hakata arvutama ja õpilased kirjutavad vastused samale volditud paberilehele.

Materjal „Hambuline ketas“ (lisa 3) on koostatud 2-ga ja 4-ga korrutamise õppimiseks ning see sobib õppimiseks 2. klassis ja kordamiseks 3. klassis. Korrutamine võib õpilastele jääda abstraktseks, aga selle materjali põhjal saab korrutamise teemat näitlikustada. Kasutades vaid kääre ja paberit saavad õpilased uurida, kuidas ühe tükke lõikamine kahekordsesse paberisse tekitab tükkeid rohkem kui ühe. Voltimise osakaal on materjali puhul pigem väiksem, aga see annab suurema võimaluse keskenduda korrutamise õppimisele.

Korrutamist saab õppida moodulorigami materjalide „Hammasrattas“ ja „Rukkilill“ põhjal. Mõlemad materjalid on kasutamiseks nii 2. kui ka 3. klassis ja mõlema puhul on moodulite valmistamine sama juhendi järgi. Erinevus tuleb moodulite ühendamisel ja korrutamise õppimisel. Hammasratta puhul hakkavad õpilased üksteisega mooduleid järjest liitma. Algul lisab üks õpilane enda kaks moodulit kokku, seejärel paarilisega 2 x 2 moodulit, edasi uue paariga 2 x 4 moodulit jne, kuni tekib üks suur ketas. Rukkilille puhul hakkab kujund kasvama väljapoole, kuni tekib kolm kihti mooduleid, igas kihis kaheksa moodulit. Peale kujundi valmimist saab lisaks harjutada korrutamise pöördtehet – jagamist.



Õppematerjal „Soolatops“ on mõeldud kasutamiseks 3. klassis, et harjutada korrutamist arvudega 3 kuni 9, kokku on kuus eraldi väljaprintitavat faili. Igal printitaval lehtel on olemas kaheksa korrutustehet ja vastused. Peale voltimist saab õpilane kontrollida enda või sõbra korrutamisoskust õpitava arvuga. Sõrmi kujundi sees olevates „pesades“ liigutades ilmuvad nähtavale erinevad korrutustehted. Õpilane sooritab tehte ja kontrollib vastust, tõstes üles lahtise paberiserva. Soolatopsi kasutamine peale voltimist arendab ka sõrmede tegevust.

Nii „Lehvik“ kui ka „Lennuk“ sobivad kasutamiseks 1. kuni 3. klassini. „Lehvik“ puhul tuleb paberile voltejooned teha edasi- ja tagasipööretega, lennuki puhul tuleb ülemised nurgad voltida keskjoonele. Pärast voltimist tehtav tegevus määratleb ära sobiva klassi. Lehvikul on olemas väljaprintitav alus arvutamise tehete ja vastustega, mida on võimalik muuta vastavalt klassile. Peale lennuki meisterdamist saavad õpilased ise sinna enda tehted peale kirjutada. Vastavalt klassile võib harjutada liitmist 10 piires või korrutamist-jagamist 100 piires.

### **2.1.3. Murrud**

Esimese kooliastme lõpuks peaks õpilane leidma arvust  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$  ja  $1/5$  ning selgitama nende murdude tähendust osana kujundist ja hulgast (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Kuigi murde on võimalik osaliselt õppida teiste koostatud õppematerjalide põhjal, siis ainult selle teema õppimiseks ja kordamiseks on koostatud üks õppematerjal.

„Kahendik ja neljandik“ (lisa 4) on mõeldud 3. klassile murdude teema sissejuhatuseks. Materjal käsitleb murde  $1/2$  ja  $1/4$ . Tegemist on lihtsa paberivoltimisega, kus lõpptulemusena kujundit ei teki, aga tehtud voltejooned annavad aluse õppida murde. Edasise tegevusena on võimalik kontrollida õpilaste arusaama, kui tuleb joonistada näiteks veerandile paberist erinevaid kujundeid ja poolele paberile mõni loom.

## **2.2. Valim**

Magistritöö uurimuslikus osas kasutati mugavusvalimit, et saada tagasisidet koostatud õppematerjalidele. Mugavusvalim koostatakse uurijale lihtsasti kättesaadavatest tegevõpetajatest, kes on nõus uuringus osalema. Esialgu saadeti magistritööd tutvustav kiri 60-le õpetajale kaheksast erinevast koolist, kes töötavad 1.–3. klassi õpilastega. Nendest õpetajatest 21 olid valmis katsetama koostatud õppematerjale ja andma nende kohta

tagasisidet. Valimisse kuulus ka väikeklasside õpetajaid, kuna õppematerjalide eesmärk on toetada kõiki õpilasi matemaatikatundides.

### 2.3. Andmekogumine

Andmete kogumiseks koostas töö autor küsimustiku Google Forms keskkonnas (lisa 5). Enne küsimustiku saatmist tegevõpetajatele katsetas töö autor õppematerjali testrühmaga ja testis pärast seda ka küsimustiku täitmist. Valiidsuse tagamiseks täitis küsimustiku lisaks veel töö autori tuttav, kes katsetas materjali läbi enda lastega ja vastas küsimustele. Peale katsetusi kohandati küsimusi, et need oleksid ühesemalt mõistetavad ja annaksid käesoleva töö jaoks võimalikult põhjaliku tagasiside. Testrühmaga õppematerjali katsetamine ja tagasiside vormi täitmise tulemused ei ole käesolevas magistritöös kaasatud.

Hea teadustava (2017) printsiipidest lähtuvalt teavitati uuringus osalejaid töö eesmärkidest ja sellest, et kõiki kogutud andmeid kasutatakse anonüümselt ja üldistatult. Uuringuga nõustunud õpetajatele saadeti nende soovil sobivad õppematerjalid koos tagasisideküsimustikuga. Õppematerjalide katsetamine ja tagasiside andmine toimus vahemikus jaanuar–märts 2023. Algselt kirja saanud õpetajatele saadeti korduskiri kahe nädala pärast. Kõigile õppematerjale katsetama nõustunud õpetajatele saadeti meeldetuletav kiri kolm nädalat enne küsimustiku sulgemist. Iga õpetaja katsetas õppematerjale enda klassiga ise, kuna õpetaja tunneb enda klassi kõige paremini ja oskab märgata muutusi õpilastes.

### 2.4. Andmeanalüüs

Õppematerjalide kohta saadud tagasiside analüüsimiseks kasutati kvalitatiiv-kvantitatiivset uurimust. Kvalitatiiv-kvantitatiivne uurimus ehk *mixed*-meetod hõlmab endas nii kvalitatiivse kui ka kvantitatiivse uurimuse elemente ning see võimaldab jõuda nähtuse põhjalikumale mõistmiseni (Õunapuu, 2014). Õppematerjalide kohta tagasiside saamiseks oli nii kinniseid kui ka avatud küsimusi. Iga õppematerjali kasutamise kohta esitati kümme väidet, millega nõustumist või mittenõustumist said vastajad määratleda 5-pallisel Likerti skaalal. Kuue avatud küsimuse abil said õpetajad oma sõnadega kirjeldada võimalikke parenduskohti. Lisaks sisaldas küsitlusankeet kahte üldist küsimust origami kasutamise kohta matemaatikatunnis. Kui sama õpetaja katsetas mitut õppematerjali, siis kahele üldisele küsimusele andis ta vastuse vaid ühe korra. Usaldusväarsuse tagamiseks tegi töö autor

korduskodeerimise kolme nädala pärast peale esialgset andmete analüüsi. Analüüsiks ja jooniste koostamiseks kasutas töö autor tabelarvutusprogrammi Microsoft Excel.

### 3. Tulemused

#### 3.1. Üldine tagasiside

Õppematerjali katsetati ja tagasisidet anti 27 korda (tabel 2). Kõige rohkem katsetati õppematerjale 3. klassis – 14 korda. 1. klassis katsetati materjale kuus korda, 2. klassis seitse korda. Enim tuli tagasisidet arvutamisega seotud õppematerjalide kohta, kuna selles kategoorias oli kõige enam erinevaid materjale.

**Tabel 2.** Vastanute arv teemade ja klasside kaupa

Teema	1. klass	2. klass	3. klass	Kokku
Kujundid	4	2	2	8
Arvutamine	2	5	10	17
Murrud			2	2
<b>Kokku</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>27</b>

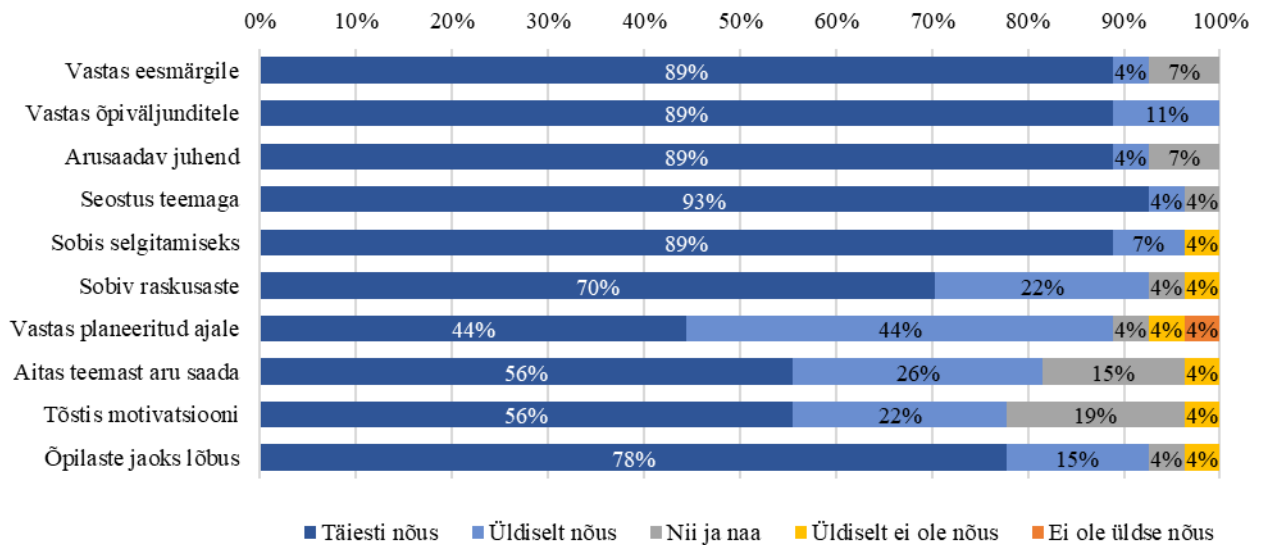
Tagasisidet anti 12 erineva õppematerjali kohta. Tabelis 3 on välja toodud kõikide õppematerjalide nimed ning materjali õpilastega katsetanud ja tagasisidet andnud õpetajate arv.

**Tabel 3.** Vastanute arv õppematerjalide kaupa

Teema	Õppematerjal	Vastanute arv
Kujundid	Kass	3
	Koer	1
	Luik	3
	Vares	1
	Kuup	0
Arvutamine	Hambuline ketas	4
	Hammasratas	1
	Korrutamise maja	1
	Lehvik	4
	Lennuk	2
	Rukkilill	1
	Soolatops	4
	Liitmise maja	0
	Murrud	Kahendik ja neljandik
<b>Kokku</b>		<b>27</b>

Kõige rohkem katsetati õppematerjale „Hambuline ketas“, „Lehvik“ ja „Soolatops“, kõigile neile andis tagasisidet neli õpetajat. Tagasisideta jäid kaks õppematerjali – „Liitmise maja“ ja „Kuup“. Ülejäänud õppematerjalid said tagasisidet 1–3 õpetajalt.

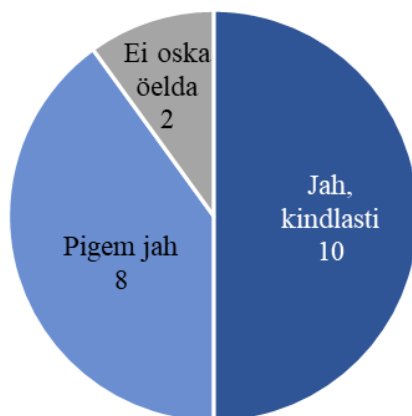
Eristamata matemaatikateemasid ja klasse, olid kõik õppematerjale kasutanud õpetajad nõus, et sisu vastas õppematerjali alguses toodud õpiväljunditele (joonis 1).



**Joonis 1.** Likerti skaalal antud vastused õppematerjalide kasutamise kohta (n = 27)

Enamasti oldi nõus, et õppematerjal seostus õpetatava teemaga (97% olid täiesti või üldiselt nõus), sobis õpetaja jaoks vastava matemaatikateema selgitamiseks (96%), materjal vastas eesmärgile (93%) ja juhendid olid arusaadavad (93%). Veidi vähem oldi nõus sellega, et õppematerjali kasutamine võttis planeeritud aja tunnist (88%), voltimine aitas õpilastel teemast aru saada (82%) ning tõstis nõrgemate õpilaste motivatsiooni kaasatöötamiseks (78%). Täpsemad andmed konkreetsete õppematerjalide kohta on toodud alapeatükis 3.2.

Origami kasutamine matemaikatunnis ei olnud enamikele õpetajatest võõras. Origami kasutamise üldistele küsimustele vastuse andnud 16-st tagasisideküsitluse täitnud õpetajatest rohkem kui kolm neljandikku oli ka varem matemaatika õpetamisel origamit kasutanud, kolm õpetajat ei olnud seda varem teinud.



**Joonis 2.** Vastanute arv selle alusel, kas nad kasutaksid meelsasti origamit matemaikatunnis ka edaspidi (n = 20)

Kõik vastanud olid positiivselt meelestatud origami kasutamise osas matemaatika õpetamisel ka tulevikus. Ükski õpetajatest ei välistanud, et ta võiks tulevikus origamit matemaatikatunnis kasutada. Kümme vastanut arvas, et teeb seda tulevikus kindlasti, kaheksa teevad seda suure tõenäosusega (joonis 2). Nendest, kes olid ka juba varem origamit kasutanud, on kõik kindlapeale valmis seda edaspidi tegema.

## 3.2. Õpetajate tagasiside teemade kaupa

### 3.2.1. Kujundid

Kujundeid puudutavatele õppematerjalide anti kokku kaheksa tagasisidet. Õppematerjali „Kass“ tegi 1. klassi matemaatikatunnis läbi kolm õpetajat, õppematerjali „Koer“ tegi 1. klassi matemaatikatunnis läbi üks õpetaja, õppematerjali „Luik“ tegi 2. klassi matemaatikatunnis läbi kolm õpetajat ning õppematerjali „Vares“ tegi 3. klassi matemaatikatunnis läbi üks õpetaja (vt tabel 1; tabel 2).

Kõikide kujundeid puudutavate õppematerjalide puhul olid õpetajad täiesti nõus, et juhend on arusaadav ja vastab eesmärgile. Üldiselt või täiesti nõus oldi sellega, et õppematerjal vastas õpiväljunditele, seostus teemaga, sobis kujundite teema selgitamiseks, vastas etteantud ajale ja tegevus oli õpilaste jaoks lõbus. Ajalise sobivuse puhul sõltus tulemus suuresti klassist ja õpetajast. Õppematerjali „Luik“ puhul oli planeeritav aeg 20 minutit. Ühe õpetaja arvates oli tegevus piisava pikkusega, et õpilastel oleks põnev, aga tegevus ei muutuks tüütuks. Teise õpetaja sõnul kulus voltimiseks ja aruteluks kokku 15 minutit, kolmandal õpetajal sama materjali puhul aga 30 minutit. Sarnast olukorda võis näha õppematerjali „Kass“ puhul, kus ühel õpetajal kulus materjali katsetamiseks 10 minutit, teisel õpetajal 20 minutit.

Peaaegu kõik õpetajad arvasid, et õppematerjalide raskusaste on eakohane ja sobilik. Nii mõnigi õpetaja tõi välja, et oli ka abivajavaid õpilasi, aga pigem oli materjal siiski sobiva raskusastmega. Õpetaja, kes kasutas õppematerjali „Kass“ väikeklassiga, ei olnud raskusastme sobivuses väga kindel, kuna õpilaste jaoks oli keeruline aru saada ja voltida. Õppematerjalile „Vares“ tagasisidet andnud õpetaja arvates oli materjal üldiselt jõukohane, aga lõpus valminud tuttavast soolatosi kujust varese saamine vajas toetamist ja lisatuge.

Küsimuse puhul, kus töö autor soovis õpetajatelt teada saada, kui võrd tõstis voltimine matemaatikatunnis õpilaste motivatsiooni, oli erinevaid vastuseid. Nii „Kassi“, „Koera“ kui ka „Luige“ puhul oli vähemalt üks õpetaja, kes nõustus täielikult, et õpilaste motivatsioon tõusis. „Varese“ puhul oli õpetaja väitega üldiselt nõus, aga selgitavad lisakommentaariid puudusid. Oli õpetajaid, kes olid väitega üldiselt nõus, näiteks ühe õpetaja meelest tuli

nõrgemaid õpilasi küll aidata, aga nad töötasid siiski keskendunult. Teise õpetaja silme läbi töötas suurem osa lapsi kaasa motiveeritult, aga oli üks õpilane, kelle jaoks jäi tegevus raskeks. Paar õpetajat arvas, et voltimine õpilaste motivatsiooni matemaatikat õppida ei tõstnud, kuna klassis on käelisel nõrgemad õpilased. Samas tuli ka vastuseid, kus kõik õpilased olid motiveeritud kaasa töötama.

Õpetajate tagasiside õpilaste suhtumisse voltimise osas oli positiivne ja innustas neid sama teemaga veel edasi töötama. Näiteks olid ühe klassi õpilased peale „Kassi“ voltimist liiminud kassi pea paberile ja juurde joonistanud keha. Lisaks tuli „Koera“ ja „Luige“ voltimise tagasisidest välja, et õpilased olid voltinud vahetundides looma kujundeid juurde. Õpetajad ise olid samuti õppematerjalide osas positiivsed ja kuus õpetajat seitsmest kasutaksid origamit meelsasti matemaatikatundides ka edaspidi. Üks vastanud õpetajatest oli selle küsimuse osas kõhkleva seisukohal.

Peaaegu kõik vastanud õpetajatest arvasid, et õppematerjalid aitasid teemast paremini aru saada. Toodi välja, et materjalid sobivad paremini teema kordamiseks kui uue teema õpetamiseks, sest ajaliselt läks pigem kauem aega. Õpetajad olid nõus, et õppematerjalid on arusaadavad ning tegevused on etapiliselt lahti kirjutatud ja selgitatud. Õppematerjali „Vares“ puhul oli õpetaja ise ülesandeid täiendanud, kus õpilastel oli võimalus mõõta küljepikkuseid ning luua seoseid ruudu ja risküliliku vahel.

### 3.2.2. Arvutamine

Arvutamist puudutavatele õppematerjalide anti kokku 17 tagasisidet. Õppematerjali „Hambuline ketas“ katsetas 2. klassi ja 3. klassi matemaatikatunnis neli õpetajat, õppematerjali „Hammasratas“ tegi 2. klassi matemaatikatunnis läbi üks õpetaja. Ühe korra prooviti 3. klassis õppematerjali „Korrutamise maja“ ja „Rukkilill“. Õppematerjali „Lehvik“ tehti nii 1., 2. kui ka 3. klassis, kokku tuli neli tagasisidet. „Lennukit“ katsetati kaks korda, ühe korra nii 1. klassis kui ka 2. klassis. Õppematerjali „Soolatops“ kohta tuli neli tagasisidet 3. klassi õpetajatelt (vt tabel 1; tabel 2).

Kõik materjale katsetanud õpetajad olid täiesti või üldiselt nõus, et õppematerjalid vastavad õpiväljunditele. Üldjuhul olid vastanud õpetajad nõus sellega, et eesmärk on sobilik, aga „Lehvik“ puhul märgiti, et matemaatika osa toimub peale voltimist, mitte käelise tegevuse ajal. Üldjuhul olid õpetajad täiesti või üldiselt nõus väidetega, et õppematerjal seostus teemaga, sobis teema selgitamiseks ja raskusaste oli õpilaste jaoks paras. Erand oli õppematerjal „Rukkilill“, mille puhul vastanud õpetaja pigem ei olnud eelnevate väidetega nõus, aga lisakommentaari seisukoha põhjendamiseks puudusid.

Juhendi arusaadavuse puhul oli enamik õpetajad nõus väitega, et juhend on arusaadav. Siiski tuli „Lehvik“ puhul välja, et mõned töö etapid kadusid teksti vahele ära ja õppematerjali „Rukkilill“ pidas õpetaja 3. klassile liiga keeruliseks. Õpetajad olid enamasti nõus, et õppematerjal oli kasulik teemast arusaamisel. Mõned õpetajad ei olnud selles väga kindlad, kuid nad ei selgitanud täpsemalt, mis oli nende arvates õppematerjalidest puudu. Samas olid need õpetajad arvamusel, et materjal oli õpilastele jõukohane.

Üldjuhul mahtusid õpetajad peaaegu iga õppematerjali puhul planeeritud aja sisse. Mõnel läks veidi kauem, kuid lisakommentaaries märkiti, et aeg sõltus suuresti klassist ja õpilaste eripärast. „Lennuki“ puhul oli tulemuste põhjal märgata, et aega mõjutas ka see, mis klassiga tööd tehti. 1. klassis läks aega planeeritust mõni minut kauem, aga 3. klassi õpilastega sai õpetaja töö planeeritust kiiremini valmis. „Hambulise ketta“ puhul oli üks õpetaja mõelnud ise lisategevusi juurde, aga oli siiski planeeritud ajaga hakkama saanud. „Rukkilille“ katsetanud õpetaja arvates kulub voltimisele rohkem aega, kuna materjal jääb õpilastele keeruliseks.

Õpetajate arvates olid õpilased voltimise ajal pigem motiveeritud. Oli õpetajaid, kes olid sellega täiesti või üldiselt nõus, samas oli õpetajaid, kes olid pigem kõhklevad. Üks õpetaja tõi välja, et varasemalt oli juba volditud „Luuke“ ja seetõttu oli „Hambulise ketta“ voltimine õpilastele pigem igavavõitu. Ka teine õpetaja mainis, et kuna varasemalt on õpilastega tundides volditud keerulisemaid mudeleid, siis „Hammasratas“ ei valmistanud nii palju elevust, kuid siiski õpilastele meeldis. Õpetajad täheldasid veel seda, et enamasti oli voltimine õpilaste jaoks lõbus tegevus. Tagasisidest selgus, et õpilased võtsid uudse tegevuse meeeldi vastu ja olid voltimisest elevil. Rõõmu valmistas voltimine ka neile õpilastele, kes olid seda varasemalt tundides harjutanud. Arvutamist puudutavate materjalide puhul oli vastustest märgata, et nõrgemad õpilased olid tänu voltimisele motiveeritud rohkem kaasa töötama kui tavalises tunnis. Näiteks oli „Soolatopsi“ ja „Lennuki“ puhul tegevus mänguline. Volditud lennuki kasutamine arvutustehte kordamiseks oli lastele lõbus, sest igapäevaselt ei tohi klassiruumis lennukeid lennutada. Nii mõnigi õpetaja mõtles ise peale voltimist õpilaste jaoks mängu juurde.

Arvutamisele mõeldud õppematerjalide kohta andsid õpetajad tagasisidet materjalide täiendamiseks. „Hambulise ketta“ puhul andis üks õpetaja mõtte, et korrutamise teemale lisada juurde murrud – kuna tegemist on ringikujulise paberiga, mis volditakse pooleks, siis saab üle korrata ka murrude teema. Korrutamise maja kohta soovitati arvutustehteid ühe paberi kohta juurde lisada, et ruumi paremini ära kasutada. Õppematerjali „Lehvik“ puhul soovitati muuta eesmärki, et see läheks sisuga paremini kokku, ja tehti ettepanek lisada

väljaprintitavale skeemile juurde voltejooned, mis oleks õpilastele abiks.

Parendamissoovitusi sai veel õppematerjal „Soolatops“, kus õpetaja oleks tahtnud täpsustust, kuidas sõrmed soolatopsi „pesadesse“ asetada ja neid arvutustehete nägemiseks liigutada.

### 3.2.3. Murrud

Murdude teema alla kuulus üks õppematerjal „Kahendik ja neljandik“, millele andis tagasisidet kaks 3. klassi õpetajat (vt tabel 1; tabel 2). Mõlemad õpetajad olid täiesti nõus, et õppematerjal vastas eesmärgile ja õpiväljunditele, juhend oli arusaadav, seostus teemaga, sobis teema selgitamiseks ja aitas lastel teemast paremini aru saada. Mõlemad õpetajad olid täiesti nõus, et raskusaste oli õpilastele sobiv. Õpetajad olid täiesti või üldiselt nõus, et voltimine võttis tunnist planeeritud aja, ühel õpetajal kulus planeeritust vähem aega. Mõlemad õpetajad olid täiesti nõus, et voltimine oli õpilaste jaoks lõbus ja motiveeris nõrgemaid õpilasi kaasa töötama. Üks õpetaja tegi ka alternatiivse ettepaneku õppematerjali kasutamiseks, kus ta kasutaks peale ringi veel mõnda teist kujundit, näiteks ruutu ja kolmnurka.

## 4. Arutelu

Käesolev magistritöö on arendusuuring, mille raames koostati esimese kooliastme matemaatikatundide jaoks origami-projektide õppematerjalid, mis lähtuvad põhikooli riiklikust õppekavast. Õpetajad katsetasid kujundeid, arvutamist ja murde käsitlevaid õppematerjale matemaatikatundides. Nende tagasisidest selgus, et koostatud õppematerjalid olid esimese kooliastme jaoks sobilikud ning nende põhjal oli lihtne õpilasi juhendada. Kokkuvõttes olid nii õpetajad kui ka õpilased origami kasutamise osas positiivselt meelestatud. Alljärgnevalt arutletakse täpsemalt uuringu tulemuste üle, tuuakse välja õppematerjalide parendamiskohad õpetajate tagasiside põhjal ja kirjeldatakse töö praktilist väärtust.

Magistritöö esimese uurimisküsimusega otsiti vastust, milliseid teemasid saab origami abil õpetada esimese kooliastme matemaatikatunnis. Põhikooli riiklikus õppekavas (2011) on määratletud, et õpilane leiab ümbritsevast õppetundides käsitletud tasandilisi ja ruumilisi kujundeid, kasutab asjakohast keelt ümbruses esinevate ruumiliste vormide kirjeldamiseks, eristab lihtsamaid geomeetrilisi kujundeid (punkt, sirg-, kõver- ja murdjoon, lõik, ring, hulknurk, kolmnurk, nelinurk, ruut, ristkülik, kuup) ja nende põhilisi elemente. Kujundite teemal koostas autor viis õppematerjali. Kuna käesoleva uuringu raames proovisid õppematerjale katsetada üksikud õpetajad, siis nende tagasiside ei pruugi näidata terviklikku



ja kõikehõlmavat tulemust. Samas on uuringud kinnitanud, et origami avaldab õpilastele positiivset mõju geomeetria õppimisel ja kujunditest arusaamisel (Boakes, 2009; Cakmak *et al.*, 2014).

Samuti on põhikooli riiklikus õppekavas (2011) kirjeldatud, et esimese kooliastme lõpuks õpilane muu hulgas liidab ja lahutab peast arve 100 piires ning korrutab ja jagab peast ühekohalise arvuga 100 piires. Arvutamise teemal koostas magistritöö autor kaheksa õppematerjali. Õpilastele võib tekitada raskusi seoste loomine tehete vahel ja arvutuste päheõppimine võib tekitada ärevust. Õpetajad saavad kasutada mitmekesiseid strateegiaid, rõhudes sooritusele, mitte tulemustele, ja arendada õpilastes iseseisva töö oskust (Klee *et al.*, 2022). Kirjaliku arvutamise puhul on vaja arusaama, kuidas numbreid õigesti liigutada. Teadlased seostavad seda oskust ruumilise mõtlemisega ning uuringud on leidnud kinnitust, et origami aitab kaasa ruumilise mõtlemise arengule (Boakes, 2009; Burte *et al.*, 2017).

Põhikooli riikliku õppekava (2011) alusel tuleb õpetada ka murdude teemat. Õppekava sätestab, et õpilane selgitab murdude  $1/2$  ja  $1/4$  tähendust osana kujundist ja osana hulgast. Murdude teemal koostas autor ühe õppematerjali. Origami annab võimaluse matemaatilisi mõisteid visualiseerida ja muuta need „käegakatsutavaks“ (Wares, 2016). Murdude õpetamist origami abil saab teha erinevalt, näiteks Russell (2017) kasutab väljaprintitavat mudelit, mille põhjal voltida ja seejärel arutelu käigus harjutada murdude teemat. Valminud murdude õppematerjal on üles ehitatud sarnasele tegevusele, kus paberi voltimise käigus tekib arutelu murdude teema õppimiseks.

Magistritöö autori koostatud õppematerjalid lähtuvad seega põhikooli riiklikust õppekavast, õpetavad kujundeid, arvutamist või murde ja juhendite koostamisel on arvesse võetud matemaatilisi termineid. Kõige rohkem õppematerjale koostas töö autor arvutamise teemal (kaheksa materjali), kujundite teemal on viis materjali ja murdude jaoks üks materjal. Kuna iga origami sisaldab endas kujundeid, siis neid saab tegelikult läbivalt õppida kõiki õppematerjale kasutades.

Teise uurimisküsimusega soovis töö autor teada saada, milline on tegevõpetajate tagasiside õppematerjalile, mida nad oma klassiga matemaatikatunnis läbi katsetasid, ning kui võrd on materjalid esimese kooliastme õpilaste jaoks käeliselt ja temaatiliselt sobilikud. Õpetajate 27 vastuse põhjal saadi tagasisidet 12 õppematerjalile.

Voltimist kasutades on oluline jälgida materjalide sõnastust, et see oleks arusaadav ja vajadusel seda kohandada, et ka õpilane saaks juhendist aru (Cipoletti & Wilson, 2004). Käesoleva uuringu tagasisidena toodi välja, et juhendid olid arusaadavad, tegevused etapiliselt lahti kirjutatud ja nende põhjal oli lihtne õpilasi juhendada.

Õpetajad kinnitasid oma tagasisides, et voltimine oli õpilaste jaoks lõbus tegevus. Õpilased võtsid uudse tegevuse meeleldi vastu ja olid voltimisest evelil. Suuremas osas olid vastanud õpetajad nõus, et õppematerjalid sobivad kasutamiseks matemaatika õpetamiseks ning origami toetab ja motiveerib õpilast kaasa tegema. Mõnel juhul tuli õpetajal küll nõrgemaid õpilasi voltimisel aidata, kuid õpetaja sõnul töötasid nad siiski keskendunult ja mänguline lähenemine sobis nende jaoks hästi. Ka Heukerott (1988) on kirjutanud, et valmis volditud kujundist eduelamuse saamisel on õpilased motiveeritud teinegi kord tunnis voltimist kasutama. Käesoleva uuringu tagasisidena toodi välja, et mitmel juhul voltisid õpilased vahetundides iseseisvalt kujundeid juurde.

Õpetajate tagasiside põhjal ilmnas asjaolu, et käeliselt nõrkadel õpilastel oli keeruline origamit tunnis kaasa teha, neid tuli voltimisel aidata või tegevuseks planeeritud aega pikendada. Uuringutes on aga leitud, et kahe nädala jooksul järjepidavalt origamit tehes arenevad õpilaste motoorsed oskused (Harsismanto *et al*, 2021). Samuti võib voltimisele järgnev tegevus kaasa aidata motoorsele arengule, kui mudel seda võimaldab (Pradipta & Dewantoro, 2019). Siinkohal võiksid õpetajad olla järjepidevad ja katsetada voltimist tundides korduvalt, sest esimesel korral on tegevus õpilaste jaoks uudne ja võibki tekitada rohkem raskusi.

Kuigi käesoleva uuringu raames katsetasid õpetajad origamit matemaatika õppimiseks, ei välistanud see võimalust rakendada sealjuures ka loovust. Mitu õpetajat tõi välja, et mõtlesid voltimisele tegevusi ja mängu juurde, näiteks joonistasid lapsed voltimisel tekkinud loomale silmad ja suu või kleepisid looma pea paberile ja joonistasid juurde keha. Õpetajate sõnul voltisid mõned õpilased omal algatusel lisaks veel sarnaseid kujundeid juurde. Origami tähtsust loovuse arengul on rõhutanud ka uuringud, kus tuuakse välja, et voltimine annab õpilastele võimaluse ise avastada ja midagi luua (Hunter-Doniger, 2016; Nishida 2019).

Õpetajate tagasiside põhjal tegi töö autor järeldused, millised õppematerjalid vajavad täiendusi. Mida rohkem tagasisidet anti ühe õppematerjali kohta, seda parema ülevaate annavad vastused, mida tuleks materjalide puhul muuta. Viis õppematerjali said tagasiside vaid ühelt õpetajalt, mida parendamisel arvesse võtta. Vähest tagasisidet saanud materjalide osas otsustas töö autor subjektiivselt, kas ja mida õppematerjalis muuta. Kõikidele õppematerjalidele lisati iga lehe päisesse juurde õppematerjali nimetus. Korrutamise õppimiseks mõeldud õppematerjal „Hambuline ketas“, mida katsetas neli õpetajat, lisas töö autor juurde mõisteid ja seostas seda murdude teemaga. Õppematerjali „Korrutamise maja“ täiendas autor lisamärkusega, et paberi kokkuhoiu mõttes võib kirjutada ühte ruutu mitu

korrustustehet, kuna kastid numbrite kirjutamiseks on piisavalt suured. „Lehvi“ puhul parendas töö autor eesmärgi sõnastust, pikendas eeldatavat aega, mis voltimiseks kulub, ja lisas soovitusmaterjal välja printida, et etteantud jooned paigast ei nihkuks. Täiendusi tehti veel õppematerjalis „Soolatops“, kus viimane etapp soolatopsi saamiseks kirjeldati detailsemalt lahti.

Käesoleva magistr töö piirangute hulka võib lugeda, et saadud tagasiside õppematerjalide kohta oli piiratud. Üksikute õpetajate arvamuse alusel ei ole võimalik muuta õppematerjali selliseks, mis sobiks laiemale üldsusele ning pakuks kõigile rahulolutunnet. Lisaks võib välja tuua asjaolu, et küsitlus toimus veebikeskkonnas ning avatud küsimused ei olnud kohustuslikud. Seetõttu võisid vastajad põhjendada oma vastuseid liiga üldistatult ja lühidalt või jätta üldse vastamata.

Magistr töö praktiline väärtus seisneb 14 õppematerjali väljatöötamises, mis on suunatud origami kasutamiseks esimese kooliastme matemaatikatundides, et õpetajad saaksid seeläbi matemaatikat õpilaste jaoks atraktiivsemaks muuta. Õppematerjale on klassiõpetajad oma tundides läbi katsetanud ning nende arvamuse põhjal tehti muudatusi ja parendusi, mis tagaksid materjalide parema kvaliteedi ja sobivuse kasutamiseks laiemas koolikeskkonnas. Koolimatemaatika 2022. aasta aastaraamatu magistr töö autoriga kaastöös valminud voltimist puudutav artikkel (Peinar-Järve *et al.*, 2022) on sissejuhatav eestikeelne materjal origami kasutamiseks matemaatikatundides ning käesolev magistr töö täiendab seda praktiliste eestikeelsete materjalidega klassiõpetaja jaoks. Koostatud õppematerjalid saab teha õpetajatele kättesaadavaks mõnes digitaalse õppevara portaalis. Samuti saab töö raames valminud õppematerjale modifitseerides kasutada origamit ka teistes ainetundides temade kordamisel ja tundide mängulisemaks muutmisel.

## **Tänu sõnad**

Soovin tänada enda juhendajaid Maarja Sõrmust ja Tiina Kraavi nende tagasiside ja toe eest. Samuti olen tänulik kõikidele klassiõpetajatele, kes olid valmis õppematerjale katsetama ja selle kohta tagasisidet andma. Lisaks tänan kõiki oma pereliikmeid ja lähedasi, kes olid mulle emotsionaalseks toeks kogu protsessi vältel.

## **Autorsuse kinnitus**

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

Helen Riisalu

/digitaalselt allkirjastatud/

17.05.2023

## Kasutatud kirjandus

- Anez-Moronta, F., Piepenbring, J., & Roufuth, T. (2021). Origami as a Tool for Social Workers to Assess School-Age Children. *ASEAN Journal of Psychiatry*, 22(3), 1–17.
- Archer, E. (2019). Design Research: Developing effective feedback interventions for school-based monitoring. In S. Laher, A. Fynn, & S. Kramer (Eds.), *Transforming Research Methods in the Social Sciences: Case Studies from South Africa* (pp. 317–336). Wits University Press.
- Atnafu, M. (2018). Mathematics Teachers' Responses and Perceptions in Paper Folding Activities in Teaching Mathematics. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*, 12(1), 101–122.
- Boakes, N. J. (2009). Origami Instruction in the Middle School Mathematics Classroom: Its Impact on Spatial Visualization and Geometry Knowledge of Students. *RMLE Online*, 32(7), 1–12.
- Budinski, N., Zsolt, L., Kristof, F., & Dragica, M. (2020). Developing Primary School Students' Formal Geometric. *International electronic journal of mathematics education*, 15(2). <https://doi.org/10.29333/iejme/6266>
- Burte, H., Gardony, A., Hutton, A., Taylor, H. (2017). Think3d!: Improving mathematics learning through embodied spatial training. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 1–18.
- Cakmak, S., Isiksal, M., & Koc, Y. (2014). Investigating Effect of Origami-Based Instruction on Elementary Students' Spatial Skills and Perceptions. *The Journal of Educational Research*, 107(1), 59–68.
- Chen, K. (2006). Math in Motion: Origami Math for Students Who Are Deaf and Hard of Hearing. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 11(2), 262–266.
- Cipoletti, B., & Wilson, N. (2004). Turning Origami into the Language of Mathematics. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 10(1), 26–31.
- Devlin, K. (2021). Teaching mathematics as a way of thinking – not calculating. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 9(1), 33–59.  
doi:<https://doi.org/10.12697/eha.2021.9.1.02b>
- En, C. Y., & Chang, P. K. (2022). Effect on Background Music on Origami Task Performance Among Pre-school Children. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(3). <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i3.1381>

- Georgeson, J. (2011). Fold in Origami and Unfold Math. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 16(6), 354–361.
- Golan, M. (2011). Origametria and the van Hiele Theory of Teaching Geometry. P.Wang-Iverson, R. J. Lang, & M. Yim (Toim), *Origami 5: Fifth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (lk 141–150). A K Peters/CRC Press.
- Haridus- ja Noorteamet (s.a.). *Riiklike õppekavade asjakohastamine 2022*.  
<https://oppekava.ee/oppekavade-ajakohastamine/>
- Harsismanto, J., Fredrika, L., Wati, N., Padila, S. D., & Yandrizar. (2021). Effectiveness of Playing Origami Intervention on Improvement of Fine Motor Development Pre School Children. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1), 1107–1112.
- Hea teadustava (2017). Tartu Ülikooli eetikakeskus.  
[https://www.eetika.ee/sites/default/files/www\\_ut/hea\\_teadustava\\_trukis.pdf](https://www.eetika.ee/sites/default/files/www_ut/hea_teadustava_trukis.pdf)
- Heukerott, P. B. (1988). Origami: Paper Folding—the Algorithmic Way. *The Arithmetic Teacher*, 35(5), 4–8.
- Hunter-Doniger, T. (2016). Snapdragons and Math: Using Creativity to Inspire, Motivate, and Engage. *YC Young Children*, 71(3), 30–35.
- Klee, H. L., Buehl, M. M., & Miller, A. D. (2022). Strategies for Alleviating Students’ Math Anxiety: Control-Value Theory in Practice. *Theory Into Practice*, 61(1), 49–61.  
<https://doi.org/10.1080/00405841.2021.1932157>
- Kobayashi, T. (2007). Use of origami for children with traumatic experiences. S. L. Brook (Toim.), *The use of the creative therapies with sexual abuse survivors* (lk 102–119). Charles C Thomas Publisher.
- Kucian, K., McCaskey, U., O’Gorman Tuura, R., & von Aster, M. (2018). Neurostructural correlate of math anxiety in the brain of children. *Translational Psychiatry*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-018-0320-6>
- Kögce, D. (2020). Use of Origami in Mathematics Teaching: An Exemplary Activity. *Asian Journal of Education and Training*, 6(2), 284–296.
- Mastin, M. (2007). Storytelling + Origami = Storigami Mathematics. *Teaching Children Mathematics*, 14(4), 206–212.
- McMinn, M., & Aldridge, J. (2020). Learning environment and anxiety for learning and teaching mathematics among preservice teachers. *Learning Environments Research*, 23(3), 331–345. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09304-y>
- Miles, V. L. (2011). Modular Origami: Moving beyond Cubes. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 17(3), 180–187.

- Nishida, Y. (2019). Something old, something new, something borrowed, and something Froebel? *Pedagogica Historica*, 55(4), 529–547.
- Ono, M., & Ono, R. (2011). *Origami lastele*. Koolibri.
- Origami guide (s.a.). *Pure Origami & Pureland Origami*. <https://origami.guide/pure-origami/>
- Peinar-Järve, M., Riisalu, H., Sõrmus, M., Kraav, T. (2022). Voltimine matemaatikaõppe teenistuses. Kerli Orav-Puurand, Sirje Pihlap (Toim.). *Koolimatemaatika XLVIII*. (lk 32–37). Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). *Riigi Teataja I*. 08.03.2023, 5  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021010?leiaKehtiv>
- Pradipta, R. F., & Dewantoro, D. A. (2019). Origami and fine motoric ability of intellectual disability students. *International Journal of Innovation*, 5(5), 531–545.
- Robinson, N. (2005). *Origami entsüklopeedia*. Sinisukk.
- Robinson, N. (2023). Origami. *Encyclopaedia Britannica*.  
<https://www.britannica.com/art/origami>
- Russell, R. A. (2017). Fractions in Origami Pinwheels. *Teaching Children Mathematics*, 23(9), 532–540.
- Shalev, N. (s.a.). As the paper folds, the mind unfolds.  
<http://www.parentguidenews.com/Articles/AsthePaperFoldstheMindUnfolds>
- Stoehr, K. J. (2019). Moments of mathematics anxiety in the elementary classroom. *Teaching Children Mathematics*, 25(4), 197–200.
- Taimalu, M., Uibu, K., & Leola, H. (2020). Eesti keele ja matemaatika õppevara valiku põhimõtted ja eesmärgid lasteaia- ja klassiõpetajate hinnangul. *Eesti Haridusteaduste Ajakiri. Estonian Journal of Education*, 8(2), 164–191.  
<https://doi.org/10.12697/eha.2020.8.2.07>
- van Hiele, P. M. (1999). Developing Geometric Thinking through Activities That Begin with Play. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 310–316.
- Vojkuvkova, I. (2012). The van Hiele model of geometric thinking. *WDS'12 Proceedings of Contributed Papers*, 1, 72–75.
- Vukovic, R. K., Kieffer, M. J., Bailey, S. P., & Harari, R. R. (2013). Mathematics anxiety in young children: Concurrent and longitudinal associations with mathematical performance. *Contemporary Educational Psychology*, 38(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.09.001>
- Wallin, C. (2018). *Using origami to practice mindfulness and create a growth mindset*. Teachers Institute of Philadelphia


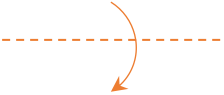


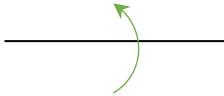
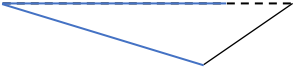




[https://theteachersinstitute.org/curriculum\\_unit/using-origami-to-practice-mindfulness-and-create-a-growth-mindset/?fbclid=IwAR1fxtWC](https://theteachersinstitute.org/curriculum_unit/using-origami-to-practice-mindfulness-and-create-a-growth-mindset/?fbclid=IwAR1fxtWC)

Wares, A. (2016). Mathematical thinking and origami. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(1), 155–163.

Õunapuu, L. (2014). *Kvalitatiivne ja kvantitatiivne uurimisviis sotsiaalteadustes*. Tartu Ülikooli Kirjastus.



## Lisa 1. Voltimise skeemidel kasutatud tähistused

Tähistus skeemil	Kirjeldus	Tähendus või tegevus
	Must pidevjoon	Kujundi välisserv
	Oranž katkendjoon koos noolega	Vastavas etapis tehtav murdejoon ja voltimise suund
	Must katkendjoon	Eelnevates etappides sissevolditud murdejoon
	Punased täpid	Tipud, mis tuleb omavahel ühendada
	Roheline nool	Lahtivoltimise suund
	Sinine pidevjoon	Küljed, mis peavad omavahel kattuma
	Roheline keerdus nool	Töö ümberpööramine
	Sinised noolekesed ja sinine tekst	Selgitus
	Käärid	Käärde kasutamine lõikamiseks
	Oranž sirge nool	Kujundi või kujundi osa nihutamine vastavas suunas

## Lisa 2. Õppematerjal „Kass“

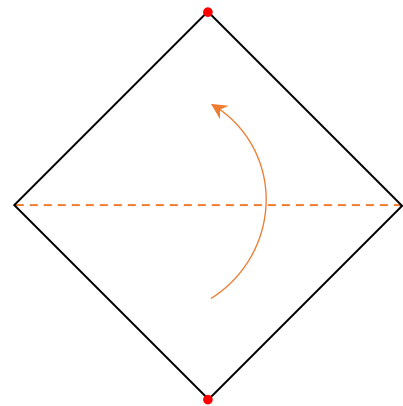
### KASS

Matemaatikateema:	Kujundid
Vanuseaste:	1. klass
Aeg:	15 min
Eesmärk:	Õpilane õpib läbi käelise tegevuse kolmnurga ja ruudu omadusi
Õpiväljundid:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Õpilane tunneb lihtsamaid geomeetrilisi kujundeid (ruut, kolmnurk)</li><li>• Õpilane eristab ruudu ja kolmnurga elemente (külge, tipp, diagonaal)</li><li>• Õpilane võib õpetaja juhendamisel paberist kujundi</li></ul>
Mõisted:	Ruut, kolmnurk, diagonaal, külge, tipp
Materjal:	Ruudukujuline paber

### Tööjuhend

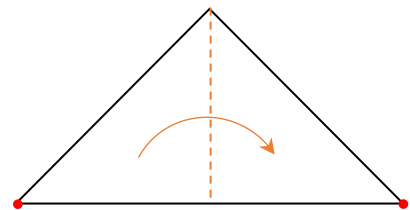
1. Kujundi vaatlemine, mõistete õppimine (ruut, mitu külge, mitu tippu, diagonaal).

**VOLDI RUUT DIAGONAALSELT POOLEKS, NII ET JOONISEL PUNASEGA MÄRGITUD TIPUD KATTUKSID.**



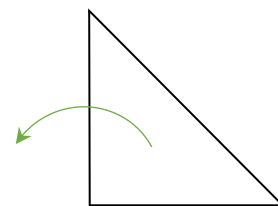
2. Moodustus kolmnurk. Kujundi vaatlemine, mõistete õppimine (mitu külge, mitu tippu).

**VOLDI KOLMNURK KESKELT POOLEKS, NII ET JOONISEL PUNASEGA MÄRGITUD TIPUD KATTUKSID.**

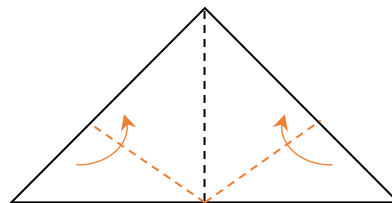


3. Mis kujund nüüd tekkis?

VOLDI KUJUND UUESTI LAHTI.

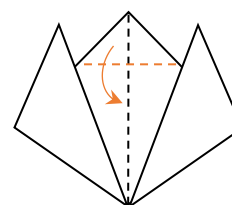


4. VOLDI KOLMNURGA ALUMISED TIPUD TÖÖ PEALE, MITTE PÄRIS KESKJOONENI, AGA NII ET NENDEST TEKIVAD NAGU KASSI KÕRVAD.



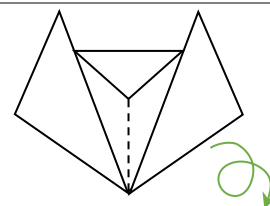
5. Mis kujundid on kassi kõrvadeks?

VOLDI TÖÖ ÜLEMINE TIPP VÄIKSELT TÖÖ PEALE, SELLEST TEKIB KASSI PEALAGI.



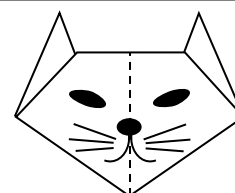
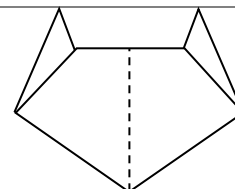
6. Mitu kolmnurka on kujundil kokku?

KEERA TÖÖ TEINE KÜLG ETTE.



7. Milliseid kujundeid näed?

JOONISTA KASSILE SILMAD NINA JA VURRUD.



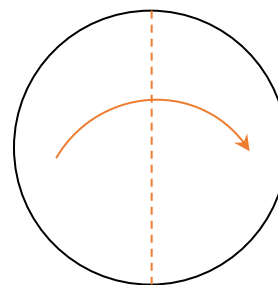
## Lisa 3. Õppematerjal „Hambuline ketas“

### HAMBULINE KETAS (2ga korrutamine)

Matemaatikateema:	Korrutamine
Vanuseaste:	2. klass, 3. klass
Aeg:	15 min
Eesmärk:	Õpilane õpib läbi käelise tegevuse, mida tähendab arvude korrutamine
Õpiväljundid:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Õpilane mõistab, mida tähendab arvude korrutamine</li><li>• Õpilane oskab sooritada korrutamist arvuga kaks</li></ul>
Mõisted:	Tegur, korrutis, 1/2, pool
Materjal:	Õpetaja valmistab ette ringikujulise paberi läbimõõduga 15-20 cm

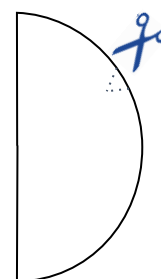
#### Tööjuhend

1. VOLDI RING POOLEKS, ET TEKIKS POOLKUU KUJUND.

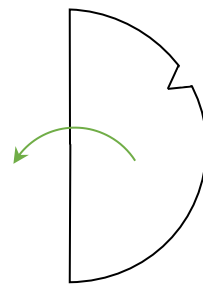


2. Paberil on nüüd kaks kihti. LÕIKA KÄÄRIDEGA KUJUNDI ÜMARASSE SERVA LÄBI MÕLEMA KIHHI ÜKS SAKK (1-2 CM).

(Õpetada lastele, kuidas sakk lõigata: kõigepealt väike lõige ühest küljest ja siis väike lõige teisest küljest sellele vastu, et lõiked saavad kokku.)



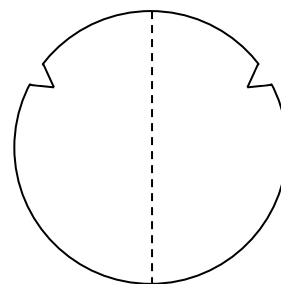
3. VOLDI PABER UUESTI LAHTI.



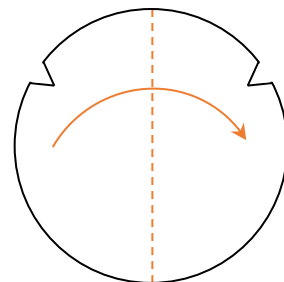
4. Ühe saki asemel on kaks sakk. Kuna paber oli kahekordne, saab siin teha korrutamistehte.

Kaks kihti ja üks sakk teeb kokku kaks sakk.

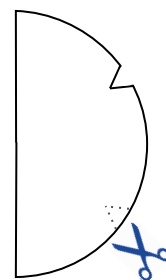
$$2 \times 1 = 2$$



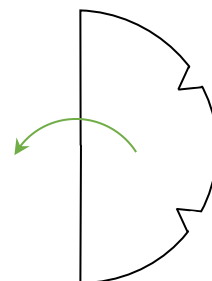
5. VOLDI PABER UUESTI KOKKU, NII ET VÄLJALÕIGATUD SAKID JÄÄKSID ILUSTI KOHAKUTI.



6. LÕIKA KUJUNDI ÜMARASSE SERVA VEEL ÜKS SAKK.



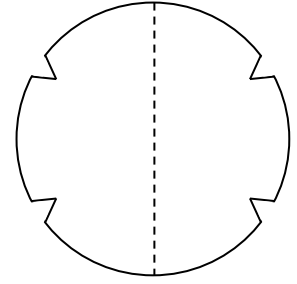
7. VOLDI PABER UUESTI LAHTI.



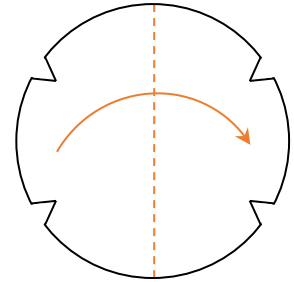
8. Kahe saki asemel on nüüd neli sakki. Kuna paber oli kahekordne, saab siin teha jälle korrutamistehte.

Kaks kihti ja kaks sakki teeb kokku neli sakki.

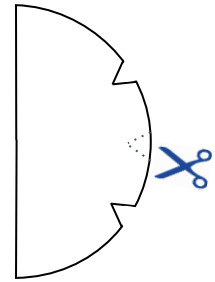
$$2 \times 2 = 4$$



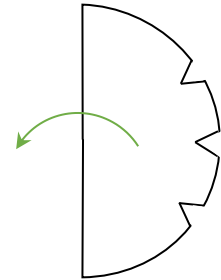
9. VOLDI PABER UUESTI KOKKU, NII ET VÄLJALÕIGATUD SAKID JÄÄKSID ILUSTI KOHAKUTI.



10. LÕIKA KUJUNDI ÜMARASSE SERVA VEEL ÜKS SAKK.



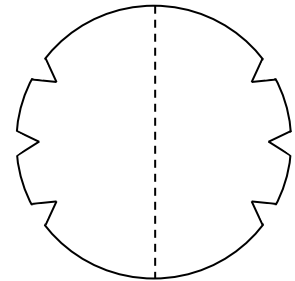
11. VOLDI PABER UUESTI LAHTI.



12. Kolme saki asemel on nüüd kuus sakki. Kuna paber oli kahekordne, saab siin teha jälle korrutamistehte.

Kaks kihti ja kolm sakki teeb kokku kuus sakki.

$$2 \times 3 = 6$$



Jne.

Kui sakke tekib juba palju, võib seletada, et neid on päris raske kokku lugeda. Lihtsam variant on need korrutamise vastused pähe õppida, sest korrutamist läheb elus kogu aeg igal pool vaja ning siis on hea, kui vastust kohe peast tead ja ei pea hakkama sakke lugema.

Tuua erinevad näited elust, kus läheb vaja korrutustehet. Näiteks ema ütleb, et too aiast endale viis õuna ja õele viis õuna. Kaks inimest ja viis õuna – mitu õuna see kokku teeb? Sooritamie tehte:  $2 \times 5 = 10$ .

Lapsed võivad välja mõelda eri näiteid kahega korrutamise kohta.

Teemat saab seostada murdudega. Peale korrutamise tegevust saab harjutada mõistet „pool“, sest murdejoon läheb paberi keskelt. Õpilastel võib lasta näiteks 1/2 peale lasta midagi joonistada või kirjutada.

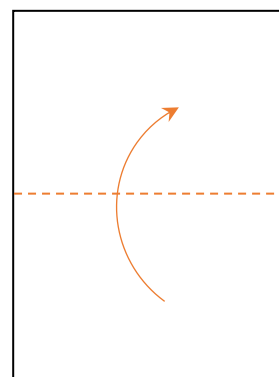
## Lisa 4. Õppematerjal „Kahendik ja neljandik“

### KAHENDIK JA NELJANDIK

Matemaatikateema:	Tervik ja osa
Vanuseaste:	3. klass
Aeg:	10 min
Eesmärk:	Õpilane õpib läbi käelise tegevuse tundma terviku ja osaga seotud mõisteid
Õpiväljundid:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Õpilane eristab terviku ja osaga seotud mõisteid (pool, 1/2, veerand, neljandik, 1/4)</li><li>• Õpilane oskab leida tervikust pool ja neljandiku</li></ul>
Mõisted:	1/2, kahendik, pool, 1/4, neljandik, veerand
Materjal:	A4 paber (võib ka väiksem)

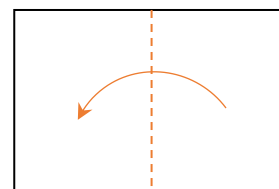
#### Tööjuhend

1. VOLDI PABER POOLEKS.



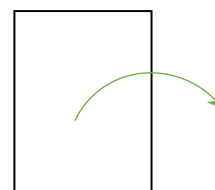
2. Mitu kihti on paberil? Tegime ühest paberist kaks kihti, kaks võrdset osa. Nähtav on sellest kahest kihist ainult üks. See on üks kahendik ehk pool.

VOLDI PABER VEEL TEISTPIDI POOLEKS.



3. Mitu kihti on tekkinud paberil? Tegime ühest paberist neli kihti, neli võrdset osa. Nähtav on sellest neljast osast ainult üks. See on üks neljandik.

VOLDI PABER ÜKS KORD LAHTI.



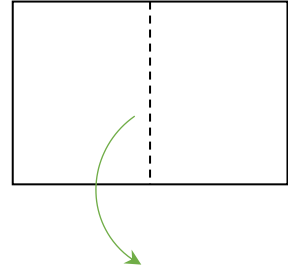


4. Mitu kihti on tekkinud paberil? Kaks kihti, millest nähtav on üks kiht ( $1/2$ ). Samas on need kihid murdejoonega kaheks osaks jagatud.

Mitu osa on kokku? Mitu osa on nähtav? Kokku on neli osa, nähtav on kaks osa ehk  $2/4$ .

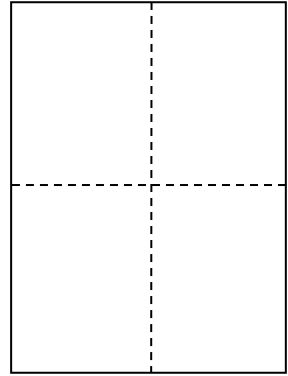
$1/2$  on sama mis  $2/4$ .

VOLDI PABER TÄIESTI LAHTI.



5. Näha on neli osa. Üks terve, mis on jagatud neljaks võrdseks osaks.

Korrata veel sama paberiga kokkuvoltimist, mitu osa on näha jne.



Lõpetuseks võib teha loomingulisi ülesandeid, näiteks värvi  $1/4$  paberist siniseks, joonista  $1/4$  paberile täpid ja ülejäänud  $1/2$  paberile joonista enda lemmikloom.

## Lisa 5. Küsitlusankeet õpetajatele

### Tagasiside origami kasutamise kohta

Tere

Olen Helen Riisalu ja õpin viimast aastat Tartu Ülikooli klassiõpetaja õppekaval. Minu valmiva lõputöö teema on **origami kasutamine esimese kooliastme matemaatikatundides**. Lõputöös analüüsin, kuidas origami aitab matemaatika õpetamist mitmekesisemaks muuta, ning olen koostanud õppematerjale eri teemade kohta. Olen tänulik õpetajatele, kes on nõus minu õppematerjale õpilastega läbi proovima. Õpetajatelt saadud tagasisidest teen kokkuvõtte ning kajastan seda anonüümselt oma magistritöös ja täiendan selle põhjal õppematerjale. Vastamine võtab aega 5–10 minutit.

**Õppematerjali pealkiri:** \_\_\_\_\_

**Klass:**

1. klass
2. klass
3. klass

### Küsimused konkreetse õppematerjali kohta

Hinda viiepallisel skaalal, kuivõrd oled nõus allolevate väidetega õppematerjali kohta. Märgi vastus igal real.

	Täiesti nõus	Üldiselt nõus	Nii ja naa	Üldiselt ei ole nõus	Ei ole üldse nõus
Õppematerjal vastas materjali alguses toodud eesmärgile					
Õppematerjal vastas materjali alguses toodud õpiväljunditele					
Voltimise juhend oli õpetaja jaoks arusaadav					
Õppematerjal oli seotud konkreetse matemaatikateemaga					
Voltimine oli sobiv alternatiiv konkreetse teema selgitamiseks/kordamiseks					
Voltimise raskusaste oli õpilastele jõukohane					
Voltimine võttis planeeritud aja tunnist					

Voltimine aitas kaasa õpilaste arusaamisele vastavast teemast					
Voltimine tõstis matemaatikas nõrgemate õpilaste motivatsiooni õppimiseks ja kaasatöötamiseks					
Voltimine oli õpilaste jaoks lõbus					

### **Palun kirjutada vabas vormis kommentaarid järgmistele küsimustele**

Millised punktid õppematerjalis vajaksid täiendamist, parandamist või rohkemat selgitamist?

Kas materjali kasutamise keskel tekkis olukordi, kus tuli materjali jooksvalt kohandada? Kui jah, siis kirjelda lühidalt.

Milline oli voltimise raskusaste õpilaste jaoks? (jõukohane, liiga keeruline vms)

Kui suure aja võttis voltimine tunnist? (liiga aeganõudev vms)

Kuidas õpilased voltimisse suhtusid?

Kuivõrd motiveeris voltimine matemaatikas nõrgemaid õpilasi kaasa töötama?

(keskendumine, distsipliin jms)

Muud kommentaarid

### **Üldised küsimused**

Kui oled juba mõnele teisele õppematerjalile tagasisidet andnud, siis vali „Olen sellele juba vastanud“.

Olen matemaatika õpetamisel ka varem origamit kasutanud:

- Sageli
- Mõnikord
- Harva
- Mitte kunagi
- Olen sellele juba vastanud

Kasutaksin meelsasti origamit matemaatikatundides ka edaspidi:

- Jah, kindlasti
- Pigem jah
- Ei oska öelda
- Pigem mitte
- Kindlasti mitte
- Olen sellele juba vastanud

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Helen Riisalu,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose „Matemaatika õpetamine origami abil I kooliastmes“, mille juhendajad on Maarja Sõrmus ja Tiina Kraav, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Helen Riisalu*

*17.05.2023*