Tartu Ülikool

Humanitaarteaduste ja kunstide valdkond

Kunsti, käsitöö ja kodunduse õpetaja õppekava

Evelyn Reemann

Origami ehk voltimiskunst koolitundides. Õppevahend esimesele, teisele ja kolmandale kooliastmele

Magistritöö

Juhendaja: Keret Altpere

Tartu 2019

Sisukord

Sisukord 2
Sissejuhatus 5
1. Origami - iidne kunst tänapäeval 7
1.1. Origami hariduses 7
1.2. Origami võimalused hariduses 8
1.2.1. Motoorika paranemine 9
1.2.2. Ruumilise mõtlemise areng voltides 9
1.2.3. Matemaatika õppimine läbi mängulise tegevuse 10
1.2.4. Matemaatikahirmu vähenemine 11
1.3. Matemaatika õppimise toetamine origami abil 11
1.4. Origami mõju õpilase matemaatilisele võimekusele 13
1.5. Iisraeli programm „Origameetria“ 15
1.5.1. Programmi sünd ja hetkeseis 15
1.5.2. Programmi edukuse põhjused 17
1.5.3. Origameetria tunni ülesehitus 18
1.5.4. Õpetamise metoodika Origameetria programmis 19
2. Õppevahend „Voltimine koolis“ 21
2.1. Õppevahendi tutvustus 21
2.2. Õppevahendi eesmärk 22
2.3. Õppevahendi ülesehitus 23
2.3.1. Avaleht 23
2.3.2. Mudelid 23
2.3.3. Metoodika 24
2.3.4. Ajalugu 24
2.3.5. Põnevat 25
2.3.6. Blogi 25

2.3.7. Viited 25
2.4. Mudelite valik 26
2.4.1. Loomingulisust arendavad mudelid 26
2.4.2. Raskusastmeid võimaldavad mudelid 26
2.4.3. Traditsioonilised mudelid 27
2.5. Õpetamise metoodika 27
2.5.1. Piisav praktika mudeliga 28
2.5.2. Voltimise jagamine etappideks 28
2.5.3. Üheselt arusaadav sõnastus juhendamisel 29
2.5.4. Täpsuse nõudmine vastavalt õpilase võimetele 29
2.5.5. Liigsest abistamisest hoidumine 29
2.6. Õpetaja võimalused origamit õpetades 30
2.7. Läbiviidud origamitundide kirjeldused ja analüüs 32
2.7.1. Kogemus lasteaialastega 32
2.7.2. Tund kolmanda klassiga. Laevukese voltimine 33
2.7.3. Tund seitsmenda klassiga. Moodulitest kuup 35
2.7.4. Tund üheksanda klassiga. Joonise loetavuse test 36
2.8. Tagasiside õpetajatelt õppevahendi ülesehitusele 37
2.8.1. Õpetajatele koostatud küsimused 37
2.8.2. Õpetajatelt saadud vastused 38
Kokkuvõte 42
Summary 44
Kasutatud materjalid 46
Lisa 1. Origami-matemaatika näidistunni materjal-1 48
Origami-matemaatika näidistunni materjal-2 49
Lisa 2. Origameetria tunni õppematerjal-1 50
Origameetria tunni õppematerjal-2 51
Origameetria tunni õppematerjal-3 52

Origameetria tunni õppematerjal-4 53
Lisa 3. Joonis kodulehel 54
Lisa 4. Kolmanda klassi laevukesed 55
Lisa 5. Seitsmenda klassi kuubid 56
Lisa 6. Joonis kodulehel. Moodulitest kuup 57
Tänusõnad 58
Autorluse kinnitamine 59

Sissejuhatus

Origami seostest matemaatika, teaduse ja sealtkaudu ka haridusega räägitakse järjest enam. Origamiga tegelevad tänapäeval väga erinevate valdkondade esindajad üle maailma. 2018. aasta septembris toimus Oxfordis rahvusvaheline origamikogukonna kokkusaamine, konverents OSME7, mille osalejate hulgas oli nii matemaatikuid, teadlaseid, insenere, kunstnikke kui õpetajaid (Rudanovski, 2018). Iidne kunst on leidnud tänasel päeval rakendust nii kosmoses, disainis, kui kooliklassis.

2018. aasta oktoobris külastas origamikunstnik ja paljude origami raamatute autor Paul Jackson Tartus Paberimuuseumi. Tartus viibides andis Jackson põhjaliku intervjuu ajakirjale „Sirp", kus ta räägib oma mõtetest ja kogemustest seoses origami ja haridusega.

Voltimiskunst aitab kasvatada käeosavust ja treenib kannatlikkust - voltides töötavad nii parem käsi kui vasak käsi koostöös ja seega teevad koostööd ka parem ajupoolkera ning vasak ajupoolkera - sellega saab seletada rahu, mis valdab inimest, kes tegeleb origamiga, rääkis Paberimuuseumis õpetajaid koolitanud Paul Jackson.

Magistritöö eesmärgiks on uurida origami kasutamist hariduses. Oma töö esimeses pooles uurin, kuidas kasutatakse origamit õppetöös, millised on eesmärgid origami kasutamisel, ja kas osatakse välja tuua mõõdetavaid tulemusi? Siinkohal keskendun välismaistele uuringutele, seda eeskätt seetõttu, et minu andmetel ei ole Eestis hetkel veel kogemust süsteemse ja järjepideva origami õpetamisega koolis.

Käesolevas töös huvitab mind eriti origami abil matemaatika lõimimine kunstitunniga. Olen olnud kaheksa aastat seotud Paberimuuseumis toimuvate paberikunsti töötubadega ja isiklik praktika voltimise õpetamisel on viinud mind tõdemuseni, et matemaatika avastamine selles põnevas tegevuses on lastele meeltmööda ja aitab vähendada aukartust ja hirmu matemaatika ees. Tahan teada, kas matemaatiliste võimete parandamiseks kasutatakse origamit, ja kas tulemusi on mõõdetud.

Tulenevalt huvist matemaatika ja origami sidumise vastu hariduses, kirjeldan magistritöös ka Iisraelis kasutusel olevat Origameetria programmi, millest rääkis Paul Jackson Paberimuuseumis. Origameetria on Iisraeli riiklikus õppekavas olev origami tund, mis on seotud geomeetria õppekavaga. Tahan teada kuidas programm sündis, milline on õpetamise metoodika, milliseid nõuandeid jagavad pikaajalise kogemusega õpetajad ja mis on programmi edukuse taga.

Loetud materjalidele tuginedes valmib magisrtitöö käigus õppevahend, milleks on internetilehekülg „Voltimine koolis". Õppevahendi loomise eesmärgiks on eestikeelne

keskkond internetis origami mudelite, õpetamise metoodika ja valdkonda puudutava ajaloolise taustaga. Magistritöö teises pooles kirjeldan loodud õppevahendi eesmärki ja ülesehitust. Kirjeldan sihtgruppi, kellele on õppevahend mõeldud ja põhjendan mudelite valikut. Pikemalt peatun õpetamise metoodikal - arvan, et õigesti valitud metoodika on väga oluline, et tund õnnestuks ja eesmärgid saaksid täidetud. Töö käigus viin koolis läbi origamitunnid, et testida värsket õppevahendit ja lisan tööle nende tundide kirjeldused ja analüüsi. Lõpetuseks palun õpetajatel hinnata kodulehe ülesehitust ja sisukust, esitan õpetajatele sellekohased küsimused ja annan ülevaate õpetajate tagasisidest.

Kasutan käesolevas töös sõnu „origami“ ja „voltimiskunst“ sünonüümidena. Origami on Jaapani sõna paberi voltimise kunsti kohta. Kuna eestlastel puudub omakeelne vaste selle Jaapanist pärit kunstivormi kohta, on ka meil levinud sõna origami kasutamine. Voltimine on ilus ja asjalik eesti keelne tegusõna ja sealt tulenevalt leian, et on sobiv välismaise origamiga kõrvuti kasutada eestikeelseid termineid „voltimiskunst“ või „voltimise kunst“.

1. Origami - iidne kunst tänapäeval

Jaapani juurtega origami on laialt levinud meelelahutuslik kunstivorm. Enamik inimese teab, mis on origami - raamatupoodidest leiab erialaseid raamatuid ja internetis pakutakse rohkelt videomaterjali. Origamiga tegelemine ei ole kallis hobi, küll aga nõuab origami harrastajalt süvenemist, täpsust, rahulikku meelt ja kannatlikkust.

Origamit kasutatakse kunstis ja disainis, kuid järjest enam räägitakse origamist ka hariduses ja teaduses. Origamiõpetaja ja paljude origami raamatute autor Paul Jackson kinnitab: „Origami ühendab teaduse ja kunsti. See on visuaalne, ekspressiivne, skulptuurne, disaini puudutav, aga olemuslikult matemaatiline" (Rudanovski, 2018). Robert J. Lang räägib erinevaid valdkondasid läbi origami puudutavate artiklite kogumiku „Origami4" sissejuhatuses, et näiliselt teineteisest nii kaugel olevad distsipliinid nagu sadu aastaid vana origamikunst ning range ja ratsionalistlik teaduslik mõtlemine mõjutavad teineteist märkimisväärselt juba mõnda aega. Mitu aastakümmet on olnud väga huvitavaks teemaks origami, matemaatika, teaduse, tehnoloogia ja hariduse vahelised sidemed. Paljud teadlased, matemaatikud ja tehnoloogid janunevad oma töös ilu, korra ja elegantsi järele samavõrd, nagu ka maalikunstnik, kirjanik või skulptor. Eduka teadlase sees peitub alati kunstnik, kinnitab Lang. (Lang, 2009)

Üle maailma tegutsevad paljud origamit propageerivad ja sellega tegelevad organisatsioonid. Eelmisel aastal tähistas Briti Origami Selts oma 50. aastapäeva. Koos selle sündmuse tähistamisega toimus 2018. aasta septembris Oxfordi ülikoolis 7. rahvusvaheline origamikogukonna kokkusaamine 7OSME *(7th International Meeting on Origami in Science, Mathematics and Education).* See oli seitsmes konverents, mis uuris origami ja voltimise rakendusvõimalusi teaduses, hariduses ja kunstis. 7OSME osalejate hulgas oli nii kunstnikke, matemaatikuid, teadlaseid, insenere kui õpetajaid. (Rudanovski, 2018)

1.1. Origami hariduses

Origami hariduses ei ole uus nähtus. Origamit on kasutatud ja kasutatakse ka praegu koolis nii meelelahutuslikel eesmärkidel, kui laste käelise osavuse parandamiseks. Voltides areneb laste fantaasia ja paraneb ruumiline mõtlemine. Lisaks saab origamit käsitleda ka kultuuriõpetuse osana. Kätkeb ju origmikunst endas Jaapani kultuurile omaseid elemente: täpsust, esteetikat, kannatlikkust ja rahu.

80ndatel populariseeris arhitektuuriprofessor Masahiro Chatani tehnika, mida tuntakse

arhitektuurse origamina *(Origamic Architecture)*. Lihtsate võtetega ühtainsat paberilehte lõigates ja voltides lõi professor Chatani seeria ehitisi ja abstraktseid vorme. Tema raamatud ja näitused inspireerisid paljusid disainereid ja amatööre tehnikat kasutusele võtma. (Jackson, 2014:8) See tehnika on suurepärane võimalus õpilaste ruumilise mõtlemise proovilepanekuks. Väga lihtsate võtetega sünnib kahemõõtmelisest paberilehest kolmemõõtmeline mudel. Koolidest, kes on Paberimuuseumit viimastel aastatel külastanud, on paljud tehnikaga tuttavad (autori kommentaar).

Barbara Pearl, kes on raamatu „Math in Motion: Origami in the Classroom and Whale of a Tale" autor, taustalt matemaatikaõpetaja, leidis Jaapani koolides töötubasid läbi viies et, nii nagu tema enda tööruum, olid ka sealsed klassiruumid täidetud origamidega (Pearl, i.a). Origami on kaasatud haridusse paljudes riikides. Uuringud on näidanud, et paberi voltimine, eriti põhikooli astmel, on õppekavasse lisatuna väärtuslik. Origami ei ole lihtsalt lõbus, see sisaldab tervet hulka võimalusi, mis aitavad lapsel arendada hariduslikke, kultuurilisi ja sotsiaalseid oskuseid. Jaapanis on origami juba lasteaias loomulik, kinnitab Pearl. (Pearl, i.a)

Paul Jackson ütleb oma kogemusele viidates, et olukord Euroopas on palju muutunud. „Olin esimene inimene Euroopas, kes teenis elatist origamiga. Kui alustasin, polnud selliseid inimesi kuigi palju. Oli aeg, mil teadsin kõiki origamiga tegelejaid maailmas. Praegu see enam nii pole, pilt on muutunud. Organisatsioonid nagu OSME jt. on palju ära teinud. Olin hiljaaegu Soulis. 10 000 inimest õpetavad seal origamit professionaalsel tasemel. Origamiõpetaja on seal elukutse." (Rudanovski, 2018)

1.2. Origami võimalused hariduses

Origami kasvatab kannatlikkust, sihikindlust ja täpsust. See parandab mälu üksteisele järgnevate protsesside meelespidamisel. Mudeli lõpetamine tekitab õpilases rahulolu, ja rahulolu õnnestumise üle kandub suhtumisse õppimisse üldiselt, kirjeldab enda kogemust origami õpetamisel Barbara Pearl. (Pearl, i.a)

Iisraeli origamikeskuse, lühendatult IOC, asutaja ning programmi „Origami as a Learning Tool" eestvedaja ja algataja Miri Golan hakkas origamit koolides eraldi ainena õpetama juba 25 aastat tagasi sügavas usus origami kasulikkusest (Shuval, 2012:6). Origami abil taheti parandada laste eneseusku ja rahuldada saavutusvajadust, samal ajal arendades ka sellised oskuseid nagu: käte motoorika, ruumitaju, loogiline mõtlemine, silmade ja käte vaheline koordinatsioon, keskendumisoskus, esteetikataju ja ruumiline mõtlemine. (Golan, Jackson, 2009:459)

1.2.1. Motoorika paranemine

Origami harrastajal paraneb käeline osavus, peenmotoorika. Origamiga tegelemine on aega ja täpsust nõudev tegevus. Paberist mudeli voltimine on sündmuste jada ja tulemus ei tule kohe kätte. Isegi paberi pooleks murdmine ei ole lapsele esialgu lihtne - sedagi peab kannatlikult harjutama. Pidevalt praktiseerides tekivad töövõtted, mis edaspidi aitavad. Tekib rahulolu arengu üle ja käeline kindlus kasvab. Tänapäevases maailmas, kus järjest enam tegevusi on mehhaniseeritud ja inimese hooleks jääb arvuti abil masinate töö kontrollimine, vajab nii käelise tegevuse propageerimine, kui ka käeosavuse arendamine erilist tähelepanu. Paljud õpetajad, kes on Paberimuuseumi külastanud, kinnitavad, et laste käeline osavus on viimaste aastate jooksul vähenenud (autori kommentaar).

Origamiõpetaja Iisraelist, Paul Jackson, kirjeldab: „Probleem on selles, et praegu kasvavad lapsed ei tee kätega midagi ise. 4-5-aastaselt jõuavad nad lasteaedadesse ja mõni neist ei oska pliiatsitki käes hoida. Neil on füüsiliselt raske isegi kirjutama õppida.“ Ta lisab, et koolid alustavad origami õpetamist, et arendada laste näputugevust, motoorseid oskuseid. Kätega tegemisel ei saa laps olla vaatleja, ta on füüsiliselt kaasatud (Rudanovski, 2018).

1.2.2. Ruumilise mõtlemise areng voltides

> ***Ruumitaju*** *on sügavustunnetus mille abil saab inimene tõlgendada kahemõõtmelisi objekte kolmemõõtmeliseks ja vastupidi. Matemaatika õppimisel, eeskätt selle geomeetria harus, puutume kokku tasapindselt kujutatud kujunditega, mille peame ruumitaju ehk kolmemõõtmelise mõtlemise abil suutma ruumiliseks mõelda.*
> (NTCM, 2000:41)

Matemaatikat õppides on lapse ruumitaju arendamine õppimisega samal ajal väga oluline (Boakes, 2008:1). Eriti soovitav on kahemõõtmeliste objektide kolmemõõtmeliseks ehitamine ja kolmemõõtmeliste objektide dekonstrueerimine nende kahemõõtmelisteks ekvivalentideks. Läbi sellist laadi tegevuste paraneb õpilaste ruumiline mõtlemine. Selgelt ja üheselt on matemaatikaõpetajate hulgas kõigil õppeastmetel arusaam, et paberi voltimine on hea õppevahend. Origamiga tegelemine tähendab õppija jaoks instruktsioone järgides kahemõõtmeliselt ruudult edasi liikumist kolmemõõtmelise kujundi või figuuri juurde. (Boakes, 2008:2)

1.2.3. Matemaatika õppimine läbi mängulise tegevuse

Mäng on lapse töö, öeldakse. Mängu tähtsust arengus ei tohi alahinnata, sest laps õpib mängides - mängulistes situatsioonides arenevad sotsiaalsed oskused, läbi rollimängude õpitakse tundma iseennast, areneb kõne. Õpetaja ülesandeks peaks olema, mitte maha suruda lapse loomulikku valmidust mängida, vaid kasutada seda õppimiseks. Luues olukorra, kus saab õppida läbi mängu, on laste valmidus õppida suurem.

Paul Jackson kirjeldab võimalust õppida matemaatikat läbi pealtnäha meelelahutusliku tegevuse: „Origami on väga hea viis matemaatika õpetamiseks, näiteks geomeetria abstraktsete mõistete selgitamiseks lasteaiaealistele. Lapsed õpivad kõige paremini ise tehes ja voltimine on vägagi füüsiline tegevus. Selle asemel, et abstraktsete kujundite pilte raamatust vaadata, voldivad nad valmis origami mudeli. Tegevuse käigus astuvad matemaatilised mõisted lapse mõtlemisse justkui tagaukse kaudu. Motivatsioon tuleb aga protsessist enesest, sest laps saab hakkama mõne lihtsa mudeli tegemisega, on selleks siis karp, loom, süda – mis iganes! Rahulolu millegi tegemisest ja avastamisest, et armastad matemaatikat, et seda saab käega katsuda ja vaadata! Kuid eesmärk pole mudeli valmimine, vaid matemaatilised küsimused, mida küsida. Paberilehe voltimise kaudu saavad mõisted ilmsiks ja selgeks. Voldime lehe pooleks. Kuidas me teame, mis on pool mingist pinnast? Kuidas arvutada pindala? Ja nii edasi. (Rudanovski, 2018)

Oluline on, mida ja kuidas õpetada. „Võin õpetada voltima jänest või karpi, ja sa õpidki neid mudeleid tegema, aga sa ei õpi sellega matemaatikat. Kuid ma võin ka õpetada viisil, kus räägin voltimisel hoopis kolmnurga aluse voltimisest kolmnurga tippu, õpetada matemaatikat silmas pidades, kasutada matemaatika sõnavara," ütleb Jackson. (Rudanovski, 2018)

Õpilased kasutavad voltides oma käsi ja aju koos. Interaktiivne õpe - paberilehe füüsiline muutumine, aitab neil mõista abstraktseid termineid, mida matemaatika käsitleb. Iisraelis tehti uurimus, mille tulemused näitasid, et traditsioonilisel viisil geomeetriat õppivad alla 12-aastased lapsed unustavad 80% õpitust. Kui kasutada voltimist ja origamit, teisisõnu interaktiivset õpet, omandab/mäletab 80% lastest, mis on trapets, kus on sümmeetria joon, mis on ümbermõõt jne., räägib Jackson. (Rudanovski, 2018) Eriti tuleb see ilmsiks õpiraskustega laste puhul. Kui laps on nutikas, omandab ta uued teadmised eri meetoditega kiirelt. Kui lapsel on õpiraskused, näiteks düsleksia, keskendumisprobleemid - siis on füüsilise mudeldamise abil õppimine oluline - nii mõistavad nad paremini, kui pliiatsi ja paberi abil abstraktseid mõisteid kasutades, lisab Jackson. (Rudanovski, 2018)

1.2.4. Matemaatikahirmu vähenemine

Origami võib olla meeldiv ja mänguline võimalus matemaatikaga tegelemiseks. Matemaatikaõpetaja Norma Boakes selgitab mida õpetaja peab arvestama - lapse tasandilt vaadatuna võib matemaatika õppimine tekitada lapses ärevust.

Origami annab lastele võimaluse näha matemaatikat teises kontekstis, läheneda matemaatikale teistmoodi ja uurida oma ideid ja mõtteid matemaatika kohta. Origami näib olevat väärtuslik õppevahend, et vähendada laste ärevust matemaatika suhtes, suurendada nende motivatsiooni matemaatika õppimisel ja teha matemaatika neile kütkestavaks. (Boakes, 2008:7)

1.3. Matemaatika õppimise toetamine origami abil

Voltimine on kunst, mis kõneleb matemaatika keeles. Iga paberil tehtud volti saab kirjeldada läbi matemaatika. Paul Jackson selgitab oma mõtet, et origami on oma olemuselt matemaatiline: „Raske oleks teha ühtki volti nii, et puuduks seos matemaatikaga. Isegi kui matemaatika pole väga huvitav, on see siiski matemaatika. Lehe pooleks voltimine ei paku erilist silmailu, kuid on siiski matemaatika. Voltimisprotsessi iga samm sisaldab matemaatikat, seda on raske vältida, alates juba sirgest joonest paberil, mille asukohta paberil saab määrata.“ (Rudanovski, 2018)

Origami kasutamine kooli matemaatika tunnis ei ole ebatavaline. Origami-matemaatika tundide *(Origami-Mathematics Lessons)* loojal Norma Boakes`il on palju kogemusi origamiga ja selle sulandamisega matemaatika õppekavva. Olles teinud nii kohalikul kui rahvusvahelisel tasandil mitmeid ettekandeid Rahvusvahelisele Matemaatikaõpetajate Nõukogule *(National Council of Teachers of Mathematics)*, võib ta kindlalt väita, et matemaatikaõpetajad armastavad origami kasutamist. Paljud õpetajad ütlevad, et kasutavad juba origamit ja tahavad õppida juurde uusi mudeleid. Teised pole sellest veel kuulnud, kuid tunnevad vajadust leida motiveerivaid „käed-külge“ õpetamise tehnikaid. Osalejate seas valitseb konsensus, et origami kui õppevahend sobib õpilastele mitmel moel, kui seda siduda matemaatiliste instruktsioonidega. (Boakes, 2008:6)

Uuringuid origami mõjust laste matemaatilistele võimetele võiks teha rohkem, arvab Norma Boakes. Seniste uuringute autorid ei ole mitte lihtsalt üksmeelel, et origami ja matemaatikal on palju ühist - nad avaldavad arvamust, et origami abil saab parandada geomeetrilist mõtlemisoskust (Boakes, 2006:7). Geomeetria on üheks parimaks võimaluseks tutvustada lapsele matemaatikat (Swoboda, Vighi, 2016:3).

Geomeetria *- matemaatika haru, mis uurib ruumilisi vahekordi ja vorme* (Eesti keele sõnaraamat ÕS, 1999).

Geomeetriline maailm avaneb lapsele väga varakult, kuna geomeetrilised teadmised suhtestuvad väga hästi lapse loomuliku kognitiivsusega. Erinevate tajude abil saadav informatsioon on lapsele väga tähtis. Õppimine tähendab väikese lapse jaoks jälgimist - ta jälgib maailma, mis koosneb objektidest. Objektide üks omadustest on nende kuju. Kui miski lapsi huvitab, on nende tähelepanu kerge äratada ja laste motivatsioon tegutseda on loomulik. Tegevused, mille läbi on hõlbus kujunditega tutvuda, arendavad intuitsiooni ja arusaamist kujundite kontseptsioonist. See on peamiseks põhjuseks, miks geomeetrilised süsteemid, mida saab laps õppida läbi tajude, on lapsele võimete-kohasemad kui aritmeetilised. (Swoboda, Vighi, 2016:3)

Manipuleeritavate materjalide kasutamist peetakse üheks efektiivseimaks õppimise viisiks. Swoboda ja Vighi nimetavad sõbralikuks ja loomulikuks tegevuseks kujundite moodustamist - klotsidest, pusletükkidest, plasteliinist, reastatud pisipiltidest, figuuridest või joonistustest. Sellised spontaansed tegevused, mis annavad loomisrõõmu ilma, et peaks muretsema tulemuse pärast, loovad võimaluse end väljendada ilma, et peaks kartma kriitikat. Need võimaldavad realiseerida iseenda idee ja motiveerivad last käeliseks ja intellektuaalseks tegevuseks. (Swoboda, Vighi, 2016:4)

Rahvusvaheline Matemaatikaõpetajate Nõukogu *(National Council of Teachers of Mathematics ehk NCTM)* rõhutab 2000. aasta artiklite kogumikus vajadust anda õpilastele võimalus uurida ja arendada oma teadmisi kujunditest ja struktuuridest läbi „käed-külge" tegevuse, et seeläbi parandada oma ruumitaju. (NCTM, 2000:41) Lapsed peavad saama uurida geomeetrilisi kujundeid ja objekte esmalt oma kätega - nii areneb neil välja oma arusaam geomeetrilistest suhetest. Geomeetria õppimine, klassides 3 kuni 5, nõuab nii mõtlemist, kui tegutsemist. Kui õpilased sorteerivad, ehitavad, joonistavad, modelleerivad, kopeerivad, mõõdavad ja konstrueerivad, siis nende võimekus visualiseerida geomeetrilisi suhteid areneb. (NCTM, 2000:165) Sedalaadi uuriv õppimine nõuab erinevate vahendite - näiteks nagu paber, joonlauad, mustrilehed, geomeetrilised kujundid kasutamist, toetatuna veel elektroonilistest abivahenditest (NCTM, 2000:165). Kas see on siis kolmemõõtmelise mudeli ehitamine või kahemõõtmelise kujundi joonistamine - sellist laadi aktiivne tegevus suurendab laste ruumilise mõtlemise oskust (Boakes, 2008:2).

Origamiga tegelemine vastab suurepäraselt „käed-külge" õppimise nõuetele. Origami võimaldab õpilastel mõelda, tegutseda ja uurida. Iisraeli koolides aastaid origamit käsitööna

õpetanud Miri Golan sidus origami õpetamise geomeetria ainekavaga Tema eesmärgiks oli kestlikult lülitada origami kooli õppekavva ja aidata origamitundide abil kaasa õpilaste geomeetrilise mõtlemisoskuse paranemisele. Pärast aastate pikkust edukat tegutsemist ja ka laienemist, tekkis mõte integreerida origami mõnda õppekavva, täpsemalt geomeetria õppekavasse, selgitavad Golan ja Jackson. (Golan, Jackson. 2009:460)

1.4. Origami mõju õpilase matemaatilisele võimekusele

Boakes täheldab, et kuigi on kirjutatud arvukalt artikleid, mis pooldavad origami kasutamist matemaatika õppimisel, on tehtud vähe uuringuid, mis mõõdaksid origami mõju matemaatika õppimisele ja matemaatiliste teadmiste üles-ehitamisele (Boakes, 2009:69). Ka Boakesi enda uuring 2006. aastal lõppes tõdemusega, et ta küll tõestas oma uuringu abil origami kui õppevahendi potentsiaali, kuid oleks hädavajalik teha selles valdkonnas lisauuringuid (Boakes, 2006:135).

Aastal 2006. kaitses Norma Boakes doktorikraadi, uurides origami mõju õpilaste ruumilise visualiseerimise oskusele, arenemisele ja seitsemenda klassi taseme saavutamisele matemaatikas *(„The effects of Origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh grade classroom").* Oma väitekirjas kirjeldab ta uuringut ja selle tulemusi. Eesmärgiks oli uurida õpilaste ruumilise mõtlemise paranemist origami-matemaatika tundide läbi.

> ***Origami-matemaatika tund*** *(Origami-mathematics lesson) – termin viitab matemaatika tunnile, kus kasutatakse origamikunsti, et luua voltimise käigus seoseid õpilaste matemaatika teadmiste ja oskustega. Tund lõppeb origami figuuri valmimisega* (Boakes, 2006:12).

Selleks, et hinnata origami-matemaatika tundide mõju ruumilise mõtlemise võimekusele, loodi kaksteist origami-matemaatika tundi ja seoti need ühe kuu pikkuse geomeetria õppeühikuga matemaatika kursusel. Uuringus kasutati kahte gruppi seitsmenda klassi õpilasi. Üks grupp läbis matemaatika kursuse traditsioonilisel moel, samal ajal läbis teine grupp kuu aja jooksul, lisaks tavapärasele matemaatikaõppele, ka origami tunnid. (Boakes, 2008:2)

Et teha järeldused, kas ja kuidas origami lisamine matemaatika õppele õpilaste ruumilise mõtlemise oskust ja matemaatilist võimekust mõjutas, viidi läbi *pre-* ja *post-* testid - ehk õpilaste taset testiti enne ja pärast katse toimumist. Faktorina käsitleti nii kuulumist ühte

kahest grupist, kui ka õpilase sugu. Eesmärgiks oli uurida, kuidas matemaatikatundi integreeritud origami mõjutab õpilaste ruumilist mõtlemist ja pigem üldist matemaatilist võimekust. (Boakes, 2006:133)

Hinnates neid kahte parameetrit saadi erinevad tulemused, ja seega võib öelda, et origami oli kasulik mingil määral. Eksperimentaalgrupi õpilastel oli vähem füüsilist kontakti nende päris õpetajaga, kuna osa ajast tegelesid nad origamiga. Hoolimata sellest näitasid testi tulemused katse lõppedes, et nad olid, võrreldes tavalist õpet läbivate õpilastega, jõudnud samale tasemele. See laseb uskuda, et origami on efektiivne meetod matemaatika õpetamisel, täpsemalt geomeetria mõistete ja terminite õpetamisel. (Boakes, 2006:134)

Origami mõju õpilaste ruumilise mõtlemise võimekusele oli selle katse põhjal küllalt erinev. Tulemused näitasid, et poisid saavutasid võrreldes tüdrukutega paremaid tulemusi. Tüdrukutele sobisid paremini traditsioonilise instrueerimise tingimused. Uuringu autor järeldab uuringu tulemustest siiski, et „ ...origamil näib olevat mõju ruumilise mõtlemise tugevdamisele. Tüdrukute puhul ei ole see nii tõenäoline“ (Boakes, 2006:134).

Boakes leiab, et selle uuringu abil on tõestatud origami kui õppevahendi potentsiaal (Boakes, 2006:134). Uuringu autor selgitab: „On hädavajalik teha rohkem uuringuid selles valdkonnas, et laiendada ja korrata seda, mis selle uurimuse käigus leiti. Lisauuringuid on vaja, et jõuda järeldusteni, kas origami on võrdselt kasulik nii meestele kui naistele“ (Boakes, 2006:135).

Oma doktoritööle on Boakes lisanud ka uuringu käigus kasutatud kaheteistkümne origami-matemaatika tunni materjalid. Lisasin ühe Norma Boakes`i origami-matemaatika tunni näidismaterjali magistritööle, sooviga näidata millisteks etappideks on jagatud voltimise protsess ja milliseid küsimusi saab esitada voltimisprotsessi käigus õpilastele. Materjal on Norma Boakes`i doktoritöö osa ja on lisatud käesolevale tööle ilma eestikeelse tõlketa. (Lisa 1. Origami-matemaatika näidistunni materjal)

Samal ajal kui origami kasutamist peab kindlasti veel uurima, on osalejatelt ja õpetajatelt saadud tagasiside pakkunud küllalt tõendeid selle kohta, et uuringuid on põhjust teha. Norma Boakes loodab näha edasist süvenemist origamisse, rohkem origami-matemaatika tunde, ja näha ka jätkuvaid uuringuid origami mõjudest matemaatika tundides. Boakes, 2008:8).

1.5. Iisraeli programm „Origameetria“

Origameetria programm Iisraelis on kasvanud välja pikaajalisest praktikast haridussüsteemis origamit õpetada. Origameetria programmi tutvustas paberikunsti huvilistele 2018. aastal Tartus, Paberimuuseumis, õpetajatele suunatud koolitusel origamiõpetaja Paul Jackson. Miri Golan, kes on programmi üks eestvedajatestest esines 2018. aasta rahvusvahelisel konverentsil OSME7, ettekandega põhikooli õpetajate suhtumise muutumisest geomeetriasse pärast origameetria programmi abil geomeetria õpetamist, kasutades selleks interaktiivset e-õppe programmi *(„A Study of Elementary Teachers' Changing Attitudes Towards Geometry Using the Interactive e-Learning Origametria Program for Teaching Geometry“)* (Programme ...).

Golani ja Jacksoni artikkel Origameetria programmist *„Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami“*, mis räägib sellest kuidas origamikunsti abil õpetatakse geomeetriat ja arendatakse õpioskuseid, ilmus artiklite kogumikus „Origami4“ aastal 2009. See artikkel on ka käesolevas magistritöös peamiseks allikaks programmi tutvustamisel.

1.5.1. Programmi sünd ja hetkeseis

Iisraeli koolides 25 aastat origamit õpetanud Miri Golan alustas origami õpetamist käsitööna (Rudanovski, 2018). Aine kandis nime - Origami kui õppevahend *(Origami as a Learning Tool)* (Shuval, 2012:6). Programm kujunes edukaks - aasta-aastalt suurenes koolide hulk, kus origamit õpetati. Läbimurdeks oli õpetamine Tel Avivi hariduslike erivajadustega laste koolis. Golani märkimisväärne edukus nende lastega töötamisel sillutas programmile teed teistesse koolidesse (Borkovski, 2007).

„Mõned düslektilised lapsed kannatasid raevuhoogude all, kuid origami aitas neil rahuneda ja keskenduda. Veelgi enam: need lapsed olid intelligentsed, kuid raskused lugemisel ja kirjutamisel kahjustasid nende enesehinnangut ja nad tundsid endid ebaõnnestujatena,“ ütleb Golan. Golan meenutab õpilast, kes möödudes tema klassist ütles iseendale: „See on see ruum, kus asjad lähevad mul õigesti“. (Borkovski, 2007)

Pärast otsust siduda origami õppeaine kindla ainega kooli õppekavas - nimelt geomeetriaga, sai projekt endale uue nime Origameetria *(Origametria).* Origameetria koosneb kahest omavahel ühendatud sõnast „geomeetria“ ja „origami“ ja tähendab geomeetria õpetamist läbi origami. (Golan, Jackson, 2009:459) Programmi arendamisse on lisaks

programmi loojale ja arendajale Miri Golanile kaasatud ka tema abikaasa Paul Jackson.

Kindel otsus hakata arendama varasema programmi Origami kui õppevahend asemel Origameetria programmi, sündis pärast kohtumist ja arutelu Iisraeli Ha`Achimi Koolis. Märkimisväärsed erinevused ilmnesid kahe paralleelklassi ruumitaju ja geomeetria oskuste vahel. Üks klassidest oli läbinud eelnevalt IOC (Iisraeli Origami Keskus) koordineeritud programmi alusel origami kursuse, teine klass mitte. „See andis IOC-le kindluse hakata laiendama origameetria programmi. (Golan, Jackson, 2009:460)

Aastane pilootprojekt kinnitas, et Origameetria on tõesti oluline ja võimas moodus parandada õpilaste teadmisi geomeetriast (Golan, Jackson, 2009:460). Origameetria on meetod, mis kasutab voltimise käigus ette tulevaid geomeetrilisi elemente õpetamisel. Origami mudeli loomise protsess seotakse erinevate geomeetriliste kujude loomisega. Nii saavad õpilased visualiseerida oma abstraktsed tähelepanekud mudeli valmistamise käigus. Golan ütleb, et võimaluseks, mille haridussüsteem jätab tihti kasutamata, on laste kujutlusvõime ekstreemne areng vanuses kolm kuni üheksa. Sel hetkel, kui haridussüsteemis hakatakse noorukitele õpetama kõrgema taseme geomeetriat, on nende mõtted tihti hõivatud teiste teemadega. (Borkovski, 2007)

Miri Golan ise usub, et parim vanus teadmiste omandamiseks on aastad kolmest kuni üheksani. Selles vanuses lastel on kujutlusvõime kõige aktiivsem. Kujutlusvõime aitab lastel kiiresti ja kindlalt aru saada kolmemõõtmelisusest ja abstraktsest. Just kujutlusvõime vähenemine vanemas eas õpilaste puhul, vähendab ruumilise ja abstraktse mõtlemise oskust. Miri Golan võtab teema kokku väites end uskuvat, et mida varem hakata õpetama lastele Origameetriat, seda paremini saab ära kasutada laste kujutlusvõimet, et õpetada neile geomeetriat. (Golan, Jackson, 2009:464-465) Tel Avivi Broshimi erihariduskooli näitel kirjeldab ta kogemust, mille sai õpetades erineva vanusega õpilasi. „Viies pilootprojektina läbi Origameetria programmi, õpetasin nii esimest klassi, kui ka vanemaid õpilasi. Ilmnes, et noorematel õpilastel oli juba pärast esimest tundi lihtsam mõista geomeetrilisi termineid ja mõisteid - arvestades, et vanemad õpilased vajasid lisatunde.“ (Golan, Jackson, 2009:464)

Aastal 2017 kinnitati programm Iisraeli riiklikku õppekavva ja see oli kasutusel enam kui tuhandes klassis. Origameetria on tänaseks osa Iisraeli riiklikust õppekavast. Jackson räägib hetkeseisust: „Ministeerium on lisanud origameetria õppekavasse, õpetajad saavad seda valida ja kasutada. Eelmisel aastal programm kinnitati ja sel aastal on esimene täisakadeemiline aasta. Juba praegu on programm kasutusel enam kui tuhandes klassis ja arvame, et kasv jätkub. See oli meeldiv tunnustus meie tööle. Origameetria on seni ainus aine, mis pole tulnud ülikoolist. Meie riigi ajaloos on tegu pretsedendiga, mitte ühtegi sõltumatu

organisatsiooni poolt välja töötatud programmi (vanuseastmes lasteaiast kuni 18. eluaastani) pole varem ministeeriumi poolt kinnitatud. Oleme uhked, aastaid tööd ja konsultatsioone matemaatikaprofessorite ja -õpetajatega on andnud kindlustunde. Meeldiv on saada vaimustunud tagasiside õpetajatelt, samuti lastelt." (Rudanovski, 2018)

Õpilased leiavad tunni olevat põneva, paljude jaoks on see lemmik-tund nädalas. Neile meeldib voltida ja nad uurivad koos õpetajaga heal meelel teemat. See on õpilastele mäng, kus tuleb kasutada erinevaid oskusi ja mis annab neile positiivse kogemuse. Õpilaste teadmised paranevad ja nad on motiveeritud rohkem teada saama. Sel moel õppides püsivad teadmised hästi meeles - õpilased mäletavad õpitut isegi pärast mitmeid aastaid. (Golan, Jackson, 2009:462)

1.5.2. Programmi edukuse põhjused

Paljud koolid on andnud programmile väga positiivse tagasiside. Näib, et on mitmeid põhjuseid, miks Origameetria on edukas ja miks see jätkab kasvamist (Golan, Jackson, 2009:463). Edu põhjustena toovad Golan ja Jackson välja punktid, mis on nende arvates olnud olulised:

1) Didaktilised põhimõtted, mida tundides rangelt järgitakse;
2) Igas tunnis on tähelepanu all vaid üks geomeetria teema;
3) Spetsiaalsete meetoditega õpetatud origami tagab õpilaste edukuse ja rahulolu oma tööga;
4) On tihe koostöö IOC-poolse origameetria õpetaja ja kooli matemaatika õpetaja(te) vahel, uut teemat õpetatakse paralleelselt. Origameetria tunnis õpitut saavad õpilased kohe kasutada tavapärases geomeetria tunnis;
5) IOC-õpetajaid koolitatakse pidevalt. Kord kuus läbivad nad spetsiaalse treeningu seenior-juhendajate käe all. Organisatsiooni tasandil tegeldakse innovatsiooniga, omavahel jagatakse töökogemusi ning uusi ja huvitavaid ideid. (Golan, Jackson, 2009:463)

Kommenteerides kolmandat punkti loetelus, on Golan ja Jackson tunnistanud, et kui mindi üle programmilt Origami kui õppevahend, kus origamit õpetati eraldi õppeainena ja kui käsitööd, Origameetria programmile, ilmnesid probleemid õpetajatega.

Senised õpetajad olid valdavalt kunsti-, mitte matemaatikaalase taustaga, ja neil tekkisid raskused geomeetria õpetamisel. Õpetajad, kes orienteerusid hästi eelmises programmis, ei suutnud omaks võtta uue programmi põhimõtteid. Aastal 2002 vahetati

Tartu Ülikooli Raamatukogu
ARHIIVKOGU

peaaegu kõik senised õpetajad välja. Kõik uued õpetajad, keda koolitati, olid matemaatika taustaga. Lisaks muudele faktoritele - oli ka see üheks programmi edukuse põhjuseks. (Golan, Jackson, 2009:460)

Programmi edukust saab Golani sõnul kirjeldada ja mõõta kolmel tasandil: kognitiivne, emotsionaalne, ja motoorne tasand. Kognitiivsel tasandil toob ta välja ruumitaju, loogilise mõtlemise, visuaalse taju, kujutlusvõime ja teadmiste arengu. Emotsionaalsel tasandil paraneb õpilaste enesekindlus ja õpilased kogevad eduelamust. Motoorsetest oskustest areneb käeline osavus ning paraneb käte ja silmade vaheline koostöö. (Golan, Jackson, 2009:463)

1.5.3. Origameetria tunni ülesehitus

Origameetria tundidel on kindel struktuur. Tunni ettevalmistamine ja läbiviimine juhindub tunni eesmärgist, mis tuleneb omakorda õppekavas olevast. Enne tunni alustamist peab olema valitud tunni teema, teema valitakse tihtipeale konsulteerides kooli matemaatikaõpetajaga. Teemad on seotud riiklike õppekavadega.Teemast sõltuvalt valitakse välja origami mudel, mis oma voltimise etappides on suunatud valitud teemale. Näiteks võib mudel koosneda paljudest erinevatest kolmnurkadest, spetsiifilisemalt täisnurksetest kolmnurkadest, hulknurkadest jne. (Golan, Jackson, 2009:460-461).

Vaadates ükskõik millist mudelit, leiab sellelt rohkelt geomeetrilisi teemasid. Diagonaalid, vastasküljed, ruudud, ristkülikud, kolmnurgad. Golan selgitab: „Näiteks tunnis, milles käsitleme diagonaale, otsime voltides diagonaale. Kontrollime, kas erinevad voltimisjooned on diagonaalid ja uurime diagonaalide omadusi, kuni viimaks lõpetame oma mudeli.“ (Golan, Jackson, 2009:462) Lisasin näite origameeria tunni õppematerjalist. Sellel on näha voltimise etapid koos tunni teema, tunni eesmärgi ja mõistetega, mida selles tunnis käsitletakse. Tegu on õpetajale mõeldud tunnikonspektiga tunni läbiviimiseks. Materjal on pärit kogumikust „Origami4“ ja on ingliskeelne. (Lisa 2. Origameetria tunni õppematerjal)

Mudeli voltimise ajal, pärast igat etappi, teeb õpetaja pausi, kontrollib, kas õpilased on järele jõudnud ja ka seda, kas õpilased on uued teadmised valitud teemas omandanud. Lisaks seostab õpetaja õpitavat varasemaga, püüdes leida varasemate mudelitega sarnasusi ja erinevusi. Kokkuvõttes: läbi voltimise jõutakse arusaamiseni - uurimine toimub kogu voltimise protsessi jooksul, olulised märksõnad on „omadused“ ja „kontekst“. Suurt rõhku pannakse varem õpitu kordamisele ja meelde tuletamisele. Iga tunni lõppedes kontrollitakse,

kas õpilased on saavutanud selle tunni eesmärgid. Edasist õppimist motiveerib ja tundi tulemist kindlustab iga tunni lõpuks valminud mudel. (Golan, Jackson, 2009:461)

1.5.4. Õpetamise metoodika Origameetria programmis

Programmil on rohkem kui kahekümne-aastane kogemus lastele origami õpetamisel. Eriti väärtuslikuks on osutunud kogemused erivajadustega lastega Tel Avivi eriharidus-koolis ja lasteaialastega.

Õpetamine Borshimi erihariduskoolis on dünaamiline protsess. Igas tunnis kasvab meie arusaam ja me leiame võimalusi tõhustada programmi, räägib Golan (Golan, Jackson, 20019:464). Selles koolis on eraldi ruum origami jaoks, õppetöö toimub väikestes gruppides või üks-ühele koos õpetajaga. Toetudes oma kogemusele selliste lastega, töötas Golan välja seeria mudeleid, millede voltimine ei nõudnud täpset tööd. Tähtis oli tagada kõigi laste edu voltimisel - ka nende laste, kelle töö ei olnud tehtud täpselt. Need mudelid avasid nägemuse uuele lähenemise õpetada voltimise abil lihtsamat geomeetriat ka eelkooliealistele lastele. Didaktilised meetodid on samad, mis vanemate laste puhul, kuid lihtsad mudelid tagavad ka eelkooliealise lapse edu ja parandavad seeläbi lapse eneseusku ja tugevdavad voltimisest saadud positiivset elamust. (Golan, Jackson, 20019:464)

Origameetria programmi juures omab vähe tähtsust mudel, mida õpetatakse. Märksa olulisem on viis, mil moel õpetatakse. Aastatega välja-kujunenud ja rangelt kinni peetavaid didaktilisi meetodeid, peavad Golan ja Jackson programmi edu üheks põhjuseks. Golan ja Jackson nimetavad mõned olulised printsiibid origameetria programmi õpetamisel:

1) Õpetamise viis. Tundides ei kasutata kunagi negatiivseid termineid. Näiteks ei öelda kunagi: „nii ei ole õige“. Selle asemel suunatakse õpilane õigele teele edasise juhendamise abil. See kindlustab ka nõrgemate õpilaste järele jõudmise. Igaüks peab saama positiivse tagasiside.
2) Kunagi ei kontrollita töö täpsust. Õpetaja rõhutab töö täpsuse olulisust, aga samas ta mõistab, et see on suhteline termin, mis erineb õpilaste vahel. Kui õpilane küsib õpetajalt, kas tema töö on täpne, pöörab õpetaja küsimuse õpilasele tagasi, küsides õpilaselt, kuidas õpilane ise oma tööd hindab ja kas see on kõige täpsem, mis ta suudab. Nii tekib olukord, kus õpilased kontrollivad ise oma tööd ja voldivad nii täpselt, kui suudavad. Selline lähenemine parandab õpilase korrektsust töötamisel ja ennetab pettumust oma töös.

3) Meie õpetaja ei puuduta kunagi õpilase tööd. Õpetaja näitab töö järgmist etappi vajadusel õpilasele palju kordi, kuid kasutab selleks oma paberit. See tagab õpilase tugevama omanikutunde oma töö suhtes ja annab talle suurema rahulolutunde, kui ta saab töö valmis ilma kõrvalise abita.
4) Mudelite valik. Hoolega valitakse välja voltimiseks sobivad mudelid ja jagatakse mudeli voltimine etappideks nii, et õpetaja selgitused oleksid selged ja piisavad juba esimesel korral – ja et õpilastel oleks võimalikult kerge õpetajat jälgida.
5) Positiivne tagasisidestamine. Pärast iga etappi vaatab õpetaja üle õpilase töö ja julgustab jaapani keelse hüüdega „Ichiban sugoi!“, mis tähendab tõlkes „See on suurepärane!“
6) Kunagi ei öelda ette, mida volditakse. Sellel on mitu põhjust. Esiteks aitab selline lähenemine õpilasel keskenduda volditava etapi geomeetriale, mitte näha selles „jalga“ või midagi muud sellist. Teiseks avab selline lähenemine voltija kujutlusvõime. Kolmandaks tagab see õpetajale parema kontrolli õppeprotsessi üle ning tund lõppeb üllatusega. (Golan, Jackson, 2009:462)

Golani ja Jacksoni kogemused ja pikaajaline visa töö kajastuvad ka programmi edus. Programm on osa Iisraeli haridussüsteemist. Magistritöö kontekstis on Origameetria programmi õpetajate didaktilised meetodid väärtuslikuks materjaliks, et loodavas õppevahendis jagada Eesti õpetajatele soovitusi, Iisraeli haridussüsteemis juba oma kindla koha leidnud ja mitmel moel kasulikuks osutunud, origamitundide läbi viimiseks ka Eestis.

2. Õppevahend „Voltimine koolis“

2.1. Õppevahendi tutvustus

Praktilise tööna valmis õppevahend „Voltimine koolis“. Õppevahendiks on internetist leitav kodulehekülg aadressil: voltiminekoolis.weebly.com, mis propageerib origami kasutamist koolis. Õppevahend on mõeldud kasutamiseks õpetajatele, koolitajatele, origamist huvitatutele. Sealseid õpiülesandeid saab käsitleda tunni osana või eraldi-seisva tunnina. See sõltub olukorrast: kas tunni eesmärgist või mõnel juhul ajalistest võimalustest. Õppevahend ei ole mõeldud õpilastele iseseisvaks kasutamiseks.

Õppevahendi loomise eesmärgiks oli luua keskkond, kuhu on kokku kogutud nii origami mudelid, kui ka paberi ja voltimise ajalugu puudutav info. Norma Boakes kinnitab isiklikule origami õpetamise kogemusele tuginedes. Et vältida vastuseisu, mis võib tekkida lapses, kes pole varem origamiga kokku puutunud, võiks õpilastele pakkuda kerget ülevaadet origami ajaloost (Boakes, 2008:6). Seda kunsti ümbritseb kultuuriline ja ajalooline taust. Iga õppija, kes alustab, peab tunnistama, et see seisab distsipliinil, sihikindlusel, rahulikkusel ja reflektsioonil - need väärtused on osa sellest kunstist (Boruga, 2011:33). Algajale võib origamikunst tunduda esialgu võõras ja keeruline oma täpsuse ning reeglitega. Kuid kui rääkida sissejuhatueks näiteks Jaapani kultuurist, kust origamikunst pärineb, on õppijal kergem reegleid mõista ja alustada.

Ise origami õpetamisega kokku puutununa võin väita, et lastele meeldivad nii teadmised, kui arutelu. Origamikunsti ja paberi ajaloost leiab fakte, mis on nii täiskasvanud õppijale, kui lapsele huvi pakkuvad. Olen kogenud erinevust tundide vahel, kus lisaks mudeli voltimisele motiveeritakse õppijaid näiteks faktiga, et origami näol on tegemist alaga, kus tegutsevad insenerid, füüsikud ja matemaatikud ja mis võimaldab paberist mudelite üle kandmist teistesse materjalidesse. Näitena saab rääkida origamikunstist, mille abil ehitatakse kosmosesse energiasäästlikke kokku volditavaid päikesepaneele. Valdkonda laiemalt näha aitavat taustainfot hindan tunni osana väga kõrgelt ja seetõttu pidasin vajalikuks luua keskkond, kus on lisaks mudelitele nii ajalugu kui tänapäeva puudutav info ja ka viited edasiseks lugemiseks.

Ühe käsitöö õpetaja kogemus rahutute poistega oli selline, et kui õpetaja oli rääkinud neile Teisest Maailmasõjast ja sellega seoses ka tuntud loo leukeemiahaigest Jaapani tüdrukust Sadako Sasakist, kes soovides terveneda, voltis 644 kurge, voltisid poisid suure innuga ka ise kurgesid.

2.2. Õppevahendi eesmärk

Erinevate autorite uuringud on välja toonud origami positiivse mõju õpilaste enesehinnangule, keskendumisvõimele ja käelisele osavusele. Samuti väidavad mitmed uuringud, et origami tundides kogetud rahulolu kandub edasi suhtumisse teistesse ainetessse.

„Pärast viit kohtumist, märkasin, et minu suhe lastega muutus, nad muutusid sõbralikumaks ja sallivamaks, nii tundides kui vahetundides. Minu inglise keele tundidele mõjusid voltimistunnid rahustavalt, õpilased olid tähelepanelikumad ja rahulikumad. Võin kindlalt väita, et origami tundide atmosfäär, mõjutas atmosfääri inglise keele tundides." (Boruga, 2011:34)

Origami parandab enesehinnangut, usub Miri Golan, kes on juba 25 aastat lastele origamit õpetanud. „Lapsevanemad ja koolipersonal on näinud laste käitumise märkimisväärset paranemist tänu origami kursusele. Lapsed õpivad keskenduma, rahulikumalt tegutsema ja olema üksteisega viisakamad. (Shuval, 2012)

Lisaks enesehinnangu tõstmisele, sihikindlusele tegutsemisel ja sallivuse kasvatamisele on origamikunstist abi õpilastele matemaatika õpetamisel. Hetkel on matemaatikal hariduses väga suur roll. Lähtudes tehnoloogia arengust ja inimeste soovist aina enam kõike mehhaniseerida, on tõenäosus, et tänapäevasel tööturul konkureerimiseks on vaja osata reaalaineid, sealhulgas matemaatikat, suur.

Origamil ja matemaatikal on väga palju ühist. Iga volti paberil saab selgitada lapsele läbi matemaatika. Lapsed õpivad mängides ja eneselegi märkamatult hea meelega matemaatikat, kui seda teadlikult integreerida voltimise protsessi. Kui lapsi midagi huvitab, on nende soov tegutseda loomulik. Norma Boakes ütleb, et origami annab lastele võimaluse näha matemaatikat teises kontekstis, läheneda matemaatikale teistmoodi ning uurida oma ideid ja mõtteid matemaatika kohta. Origami näib olevat väärtuslik õppevahend, et vähendada laste ärevust matemaatika suhtes, suurendada nende motivatsiooni matemaatika õppimisel ja teha matemaatika neile kütkestavaks. (Boakes, 2008:7)

Eesmärgiks on, et loodud õppevahend oleks kasutuskõlblik ja motiveeriv keskkond, kuhu on süsteemselt kogutud teave valdkonnast - nii mudelite, metoodika kui ajaloo kujul. Minu töö esialgne eesmärk ei ole - mitte niivõrd rikkaliku mudelite valiku pakkumine, pigem suuna näitamine ja võimalustele osutamine origami õpetamisel. Väga oluliseks pean kirjeldatud metoodika järgimist õpetamisel. Metoodilise tegevuse läbi saab õpetaja toetada õpilast kõigis eelpool nimetatud arengusuundades.

Õppevahendi abil loodan õpetajaid innustada origamit oma tundides kasutama - samuti

julgustada neid voltimist lõimima matemaatikaga. Püüan omalt poolt tagada tundide õnnestumise, andes õpetamiseks vajalikke nõuandeid, ja pakkuda viidete näol võimalused lisalugemiseks.

2.3. Õppevahendi ülesehitus

Õppevahendiks on internetikeskkonnas olev kodulehekülg. Kodulehel olev info on jagatud seitsmesse alajaotusesse: avaleht, mudelid, metoodika, ajalugu, põnevat, blogi ja viited.

2.3.1. Avaleht

Avalehelt saab lugeja kerge ülevaate kodulehe ülesehitusest ja kodulehe eesmärkidest. Kirjeldan sihtgruppi, kellele on koduleht mõeldud. Selgitan sõnade „origami" ja „voltimine" paralleelset kasutamist kodulehel.

2.3.2. Mudelid

Mudelite lehekülg avaneb sissejuhatava tekstina ja kuue pildina pakutavatest mudelitest. Mudelid on jagatud kategooriatesse: vedrud, karbid, pop-up, raamatud, moodulid ja traditsioon.

Sissejuhatav tekst, mis kategooriatele eelneb, selgitab kuut alajaotust, selgitab iga alajaotuse all pakutava materjali eesmärki ja kasutamist. Lisaks on seal lõik metoodilise nõuandega kasutada voltimist õpetades matemaatilist sõnavara. Seda nõuannet lisades juhindun ühest enda magistritöö eesmärgist: õhutada õpetajat voltimisprotsessis peituvat matemaatikat positiivses mõttes ära kasutama ja matemaatikat õpilastele teises kontekstis õpetama.

Kõik mudelid on esitatud illustratiivsete piltidena, samuti on iga mudeli juures joonis või mõnel juhul video, mille abil õpetaja saab endale selgeks teha voltimise käigu. Olen tööle lisanud ka ühe joonise, mis avaneb kodulehel vastavale lingile vajutades eraldi aknas. (Lisa 3. Joonis kodulehel).

Mudelite juures on lisatud paksus *(bold)* kirjas matemaatilised mõisted, mida õpetaja saab õpetamisel kasutada. Punases kirjas on paljude mudelite juures „ülesanded". „Ülesanne" on võimalus õpetajale, et mudelit edasi arendada või tekitada klassis arutelu. „Ülesanded" on loodud suunisega õhutada õpetajat otsima ka ise võimalusi õpitava oskuse loovaks käsitluseks.

Mõne tehnika või mudeli juurde on lisatud visuaalset materjali pakkuvad või mõnd tehnikat tutvustavad internetilingid. Nende läbi võib õpetajal tekkida loomingulisi, iseseisvaid ideid, mida edaspidi õppetöös rakendada.

2.3.3. Metoodika

Metoodika leheküljel on uuringutest lähtuvalt ja magistritöö käigus läbi töötatud materjalidele tuginedes välja toodud origami võimalikud mõjud õpilastele hariduses. Oluliseimaks osaks metoodika jaotuses pean õpetamise metoodikat. Siinkohal toon ära nii praktikute nõuannetel põhineva, kui ka isiklikul kogemusel baseeruva. Lisatud on kaheksa punktina oluliseim, mis võiks hõlbustada origami õpetamist koolis. Suunan õpetajaid kasutama matemaatilist sõnavara, et kaasata õpetamise protsessi matemaatilised mõisted.

Puudutan ka videote järgi voltimise praktikat. Olgugi, et olen kodulehele lisanud videosid, ka voltimist õpetavaid videosid - ei propageeri ma videote järgi voltimist tunnis. Videote järgi voltimisel väheneb dialoog õpilastega ja seetõttu ei pruugi voltimisel enam olla seost matemaatiliste võimete paranemisega. Video järgi voltides sõltub voltimise tempo videost. Võib juhtuda, et aeglased lapsed jäävad maha ja tunnevad pettumust. „Õpetamise viisiks on samm-sammuline demonstratsioon, kuidas voltida mudelit. ...Kõigist ülejäänud viisidest, diagrammidest, fotodest, videotest, on samm-sammuline elav demonstratsioon parim ja asjakohaseim algajaid õpetades. Järgides reaalajas elavat demonstratsiooni, korrates etappe õpetaja abil, jõuab iga laps arusaamiseni ja valitseb tööprotsessi“ (Boruga, 2011:34).

Leheküljel „Metoodika“ räägin veel ka autorikaitsest, mis on origamikunstis, nagu igas teises loomevaldkonnas, oluline. Traditsioonilised mudelid, mille loojat ei tea keegi, on vabad kasutamiseks kõigile, kuid on hulk mudeleid, millel on autor ja kelle loomingut ei tohi kasutada kommertslikel eesmärkidel ilma luba küsimata.

2.3.4. Ajalugu

Ajaloo leheküljele olen kogunud origami õpetamiseks olulisi taustateadmisi, nii paberi kui ka voltimise ajaloost. Siit leiab õpetaja informatsiooni origami tunni sisse juhatamiseks ja täiendamiseks. Antud konteksti arvestades ei ole kodulehel võimalik anda tõeliselt põhjalikku ja ammendavat ülevaadet sellisest ulatuslikust valdkonnast, nagu seda on paberi leiutamine. Sama kehtib voltimise ajaloo kohta. Olen püüdnud leida tasakaalu infohulga ja oluliseima ära märkimise vahel. Lisahuvi korral eeldan, et antud informatsioon kodulehel võimaldab edasist

iseseisvat uurimist. Videod, nii paberi ajalugu kui origamit puudutava kohta, lisasin eesmärgiga anda õpetajatele võimalus rikastada tundi põneva materjali näol.

2.3.5. Põnevat

Paberikunsti maailmas on väga palju erinevaid tehnikaid ja tegijaid. Mitte ainult origami ei ole see tehnika, mille läbi saab paberit ruumiliseks muuta. Paberikunstis orienteerujana tundsin vajadust jagada oma leide paberikunsti-maailmas ka kodulehe külastajatega. Kuna olen kodulehe autor, plaanin täiendada ja uuendada seda rubriiki vastavalt uutele leidudele. „Põnevat" on lisatud eesmärgiga innustada inimesi uurima paberikunsti ja paberi-kunstnikke, ning lootuses, et seeläbi tekivad ideed loomingulisteks impulssideks. Õpetaja saab kasutada seal olevaid videosid ja pilte õpilaste inspireerimiseks ja ergutamiseks.

2.3.6. Blogi

Blogi on koht kuhu hakkan lisama pildimaterjali ja ideid. Kuna õpetamine on dünaamiline protsess ja toimub õpetaja ja õpilase vahelises koostöös, on ka kõik voltimistunnid erinevad - igal juhul tekib uusi ideid. Need ei sünni vaid õpetaja peas, nagu võiks eeldada. Tavaliselt tulevad uuendused õpilastega koos töötades, õpilased hakkavad tavaliselt õpetaja ülesannet tõlgendades otsima loomingulisi väljapääse. Õpetaja valmisolekust märgata sündivaid uusi lahendusi, ja kaasa aidata nende sünnile, sõltub tihti tunni käik. Nõnda saavad alguse projektid, mida õpetaja ülesannet koostades ei oska ette näha ega tunnikonspekti kirja panna. Edasiarendused ja põnevad leiud saavad kajastatud blogis.

2.3.7. Viited

Viidete lehel on kodulehel kasutatud materjalide ülevaade, kaasa arvatud kõigi kasutatud piltide ja videote aadressid. Lisaks kasutatud materjalile on viidete all internetilingid lisalugemiseks, eesmärgiga muuta huvitavate faktide ja vajaliku info leidmine lihtsamaks. Samuti olen viidete alla lisanud ühe uurimistöö veebiaadressi. Valisin väga häid ja praktikas järele proovitud metoodilisi nõuandeid sisaldavad uurimistöö, mida kasutasin ka ise magistritöö kirjutamisel. See on Miri Golani ja Paul Jacksoni artikkel: „Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami", milles on kirja pandud enam kui 20-aastane kogemus origami õpetamisel. Seal olevad

metoodilised nõuanded lähtuvad küll origami abil matemaatika õpetamise printsiibist, kuid on suurepäraselt käsitletavad ka origami õpetamisel üldiselt.

2.4. Mudelite valik

Mudelite valimisel lähtusin vähemalt ühest neist printsiipidest:

1) mudel võimaldab loomingulist „mängu" ja edasi arendamist;
2) mudel võimaldab erinevaid raskusastmeid töötamisel;

2.4.1. Loomingulisust arendavad mudelid

Loomingulist vabadust võimaldav töö arendab õpilase loovust - õpilane saab kombineerida omavahel kas erinevaid tehnikaid, kujundada eset meelepäraselt, õpitud tehnika abil oma ideed väljendada või disainida praktilise otstarbega ese.

Mõnes-mõttes annavad suurima loomingulise võimaluse just lihtsamad võtted. Vedru on hea näide. On rohkelt võimalusi vedrule loominguliselt läheneneda. Vedru voltimine on jõukohane juba lasteaialapsele, samas on vedru võimalik voltida akordionvoltimise võtet kasutades ja sedapuhku on tegu tööga, mis on ka 3. kooliastmele piisava raskusastmega. Kui voltida mitte kitsast pabeririba, vaid võtta kvaliteetne paber, saab voltida korraliku voldiku, millest õpilane saab kujundada kas pildialbumi või sõbrapäeviku, piltide ja kirjutiste kogumiseks klassikaaslastelt.

2.4.2. Raskusastmeid võimaldavad mudelid

Erinevaid raskusastmeid pakkuvad mudelid valisin soovist pakkuda võimalust samas tehnikas jõukohaselt voltida, nii algklassi õpilasel kui ka 9. klassi õpilasel. Mõned mudelitest, näiteks Sonoba kuup, pakuvad võimalust töötada väga erinevates raskusastmetes. Kõige lihtsam variant, kolme mooduli ühendamine, on jõukohane ka esimese klassi õpilasele. Kuuest moodulist koosnev kuup on teisele ja kolmandale kooliastmele piisava raskusega mõttetööks. Kaheteistkümnest moodulist saab kokku oktaeedri ja kolmekümnest ikosaeedri. Kaks viimast nimetud mudelit, on väljakutseks ka asjast huvitatud gümnasistile või täiskasvanule. Alustama peaks enne nende juurde asumist siiski lihtsamast - ehk kas kolmest või kuuest moodulist koosnevast kujundist.

Erinevaid raskusastmeid võimaldab ka pop-up tehnika ja raamatute tegemine.

Samamoodi saab käsitleda ka vedrude ja karpide tegemist. Siinjuures sõltub palju õpetajast. Erineva raskusastmega töötamisel on oluline õpetaja pädevus, uudishimu ja loov suhtumine.

2.4.3. Traditsioonilised mudelid

Lisaks on kodulehel ka valik traditsioonilisi mudeleid. Origamikunst seostub nii täiskasvanutel kui lastel volditud figuuridega - tihtipeale voldivad origami-kunstnikud loomi või linde. Kõige lihtsamad origami-tehnikas figuurid on mõne voldi abil edasi antud esemed või olendid. Mida osavamaks muutub origami-kunstnik, seda enam hakkavad tema figuurid sarnanema päris maailmale.

Traditsiooniliste mudelite voltimisel on õpilastel võimalus teha tutvust erinevate kultuuridega. Suur hulk traditsioonilisi mudeleid on pärit Jaapanist, kuid leiab ka teiste maade traditsioonilisi mudeleid, näiteks Pajarito - väike lind Hispaaniast. Paljudel tuntud origami figuuridel on rääkida oma lugu. Õpetaja ülesandeks on viia end kurssi mudeli juures oleva infoga ja vajadusel end täiendada. Huvist klassikalise origami vastu võib saada tulevane elukutse – paberikunstnik või paberiinsener.

2.5. Õpetamise metoodika

Metoodika määrab, milliseks kujuneb tund, nii rõhuasetus tunnis kui õpitulemus. Õigesti valitud metoodilist lähenemist pean origami õpetamisel lastele väga oluliseks. Õpetamisviisist sõltub nii õpetaja enda kui laste rahulolu tunniga ja mõlema osapoole edasine huvi voltimise vastu.

Magistritöö kirjutamise käigus lugesin praktikute nõuandeid ja võrdlesin neid enda kogemusega voltimise õpetamisel. Paljuski sain kinnitust oma avastustele lastega töötamisel. Mõned nõuanded olid minu jaoks uued ja inspireerivad. Näiteks Golan ja Jackson väidavad, et oma praktikas ei ütle nad õpilastele tunni alguses, mida voltima hakatakse. Sedasi hoiavad nad õpilaste tähelepanu tööl, fantaasiat arenemas ja tagavad õpetajale suurema kontrolli õppeprotsessi üle (Golan, Jackson, 2009:462). Minul sellise praktikaga puudub kogemus, kuid nõustun teoreetiliselt eelpool öelduga - usun, et õpilastele võib meeldida selline tunni ülesehitus ja nad töötavad innukalt üllatuse nimel.

Õpetada tasub pigem vähem ja sügavuti. Ühe tunni plaaniks tasub võtta vaid üks mudel, süveneda selle mudeli voltimisse ja vastavalt siis tunni eesmärgile - kas disainida mõnd eset, või uurida voltimise käigus figuuri geomeetriat.

2.5.1. Piisav praktika mudeliga

Kindlasti on vaja isiklikku praktilist kogemust volditava mudeliga. Mida kindlamalt tunneb end õpetaja, seda dünaamilisemalt suudab ta juhtida tunnis toimuvat ja reageerida ootamatustele. Lapsed on loovad, nad satuvad tihti olukordadesse, millisesse täiskasvanud inimene ei satu. Selleks, et taibata, kuidas on õpilane oma paberiga suutnud midagi täiesti ennenägematut korda saata, on hea omada varasemat praktikat mudeli voltimisel.

Kindel soovitus õpetajale on enne tundi minekut läbi proovida mudel, mida ta õpetama hakkab. Mitte ainult üks kord, vaid paar korda kindlasti. Ka õpetaja, kes on varem juba voltinud, peaks endale voltimise etapid meelde tuletama. Õpetaja, kes esimest korda voldib, vajab kindlustunde saavutamiseks enam praktikat ja võib proovida õpetada kedagi teist - nii saab ta harjutada juhendamiseks vajalikku sõnavara.

2.5.2. Voltimise jagamine etappideks

On hea jagada õpetused selgeteks, õpilastele piisava raskusastmega, etappideks. Õpetada maksab etapp-etapi haaval. Oluline on oodata pärast igat etappi järele kõik õpilased. Kindlasti on klassis nii kiiremaid kui aeglasemaid lapsi. Õpilastele saab tunni alguses selgitada töö käiku ja sellise korralduse vajalikkust. Üldiselt on õpilased nõus, ja nad harjuvad selliselt ülesehitatud tundidega. Kiirematel võib lubada kaaslast juhendada, tingimusel, et teise eest ei tohi tööd ära teha.

Kui anda järele kiusatusele lasta igal õpilasel omas tempos töötada, tekib olukord, kus kasvab segadus - tuleb jälgida iga last eraldi, kes kui kaugel on. Kasvab ka rahulolematute laste hulk - kõik ootavad korraga abi. Teha tunnis mudelit kaks korda, üks etapp-etapi haaval üheskoos ja teine omas tempos mälu järgi, on hea praktika. Nii on õpilaste lisaülesandeks veel ka voltimise etappide järgnevuse meelde jätmine. See treenib mälu ja kasvab õpilaste vaheline asjalik arutelu.

Lastel on elav fantaasia. Vahepeal on etappide meelde jätmisel abi, kui meenutada tööprotsesse kujundliku mõtteviisi abil. Pabervorm meenutab mingis etapis näiteks maja. „Maja kolmnurkne katus tuleb alla voltida“, „maja tuleb pooleks murda“ jne. Ka õpetajat ennast võib selline lähenemisviis etappide meeleshoidmisel aidata. Lisaks on võimalik töötempot all hoida sellega, et lasta lastel uurida paberit, millega nad töötavad. Õpilastel saab pikapeale harjumuseks uurida pabervormi pärast iga etappi, et leida sealt informatsiooni ja jagada seda teistega.

2.5.3. Üheselt arusaadav sõnastus juhendamisel

Etapp-haaval õpetamist peab saatma õpetaja-poolne instrueerimine, mis on selge ja üheselt arusaadav kõigile. Selles aitab õpetajat üheselt mõistetava matemaatilise terminoloogia kasutamine juhendamisel. Kui õpilased õpivad matemaatikas, et kuubil on tahud, siis oleks õige ka kuupi voltides kasutada mõistet „tahk". Õpetajal on vaja väga täpselt jälgida õpilaste reaktsiooni juhendamisele - kui klassis tekib segadus, on küsimus juhendamise selguses. Segadust tekitanud tööetapp tuleb jagada, kas veel väiksemateks ühikuteks, või tuleb õpetajal reflekteerida oma sõnastust.

2.5.4. Täpsuse nõudmine vastavalt õpilase võimetele

Õpetaja ei peaks esialgu üle tähtsustama õpilase töö täpsust, kuna täpsus kasvab koos käelise osavuse arenemisega. Miri Golan, suure praktikaga origamiõpetaja, ütleb: „Me ei kontrolli kunagi töö täpsust. Me rõhutame, et täpsus on oluline, kuid mõistame, et see on suhteline termin, mis erineb õpilaste vahel" (Golan, Jackson, 2009:461). Et mitte takerduda ülemäära täpsusesse, vaid lasta õpilasel „sisse elada" ja kogeda eduelamust ka algaja voltijana, on mõistlik valida esialgu sellised mudelid, mis seda võimaldavad.

On mudeleid, mille puhul on täpsus tõesti oluline. Mittetäpse töö korral on tulemus selgelt kehv või modulaarse origami korral ei pruugi moodulid omavahel kokku minna. Kuid on ka mudeleid, mille puhul ei ole ebatäpsus määrav. Algajale on hea anda sellised mudelid, mis ei nõua temalt esialgu liiga palju. Käelise osavuse kasvades teeb õpilane ise oma töös korrektuurid. Ta hakkab ise endalt nõudma paremat tulemust.

2.5.5. Liigsest abistamisest hoidumine

Õpetaja ei tohiks õpilase eest tema tööd valmis teha. On õpilasi, kes on aeglased või kellele tekitab ruumiliselt mõtlemine esialgu segadust. Õpetaja loomulik reaktsioon on appi tõtata ja õpilast tema raskes olukorras aidata. Praktikud Golan ja Jackson väidavad, et nemad ei puutu kunagi õpilase tööd. Nad soovitavad näidata õpilasele vajadusel mitmeid kordi ette, kuid oma paberil. „Selline praktika tagab õpilasele suurema rahulolutunde ja tugevama omanikutunde oma töö suhtes" (Golan, Jackson, 2009:462).

Tuleb tunnistada, et lapse abistamisest hoidumine, teda voltimises aidates, on olnud minule üheks raskemaks ülesandeks õpilastega töötades. Ka tahavad lapsed ise üksteist aidata, koostöö ja abivalmidus on head ja õpilasi tuleb innustada üksteist abistama, kuid neile peab

selgitama, et ei tohi teiste tööd valmis teha. Õpilasele võib seejuures olla põnevaks väljakutseks proovida sõnade abil kaaslast aidata.

2.6. Õpetaja võimalused origamit õpetades

Õpetaja võimalused voltimist õpetades:

1) Õpetaja saab õpetamisel keskenduda volditava eseme valmistamisele – näiteks on tunni eesmärgiks voltida kurg.
2) Õpetaja seab eesmärgiks volditud eseme loomingulise edasiarenduse, näiteks volditud kurgede ühistööna eksponeerimine. Siin tuleb õpilastel lisaks lahendada ka loomingulised küsimused seoses kontseptsiooni ja vormistusega. Voltimistööle lisanduvad sotsiaalne suhtlus, arutelud ja kokkulepped.
3) Õpetaja kaasab kure voltimisprotsessi ka matemaatika. Paberil toimuvat saab kirjeldada läbi matemaatika, kasutades matemaatilist sõnavara, ja õhutades ka õpilasi seda märkama.

Kõigi kolme loetletud variandi puhul saab õpetaja rikastada tundi ka ajalooga. Kui jätkata volditud kure näitel, siis traditsiooniliselt volditud kurel on oma lugu seoses II maailmasõjaga ja Jaapani osalemisega selles - lugu tüdrukust nimega Sadako Sasaki. Lisaks käib kurgede voltimisega kaasas uskumus, et tuhande kure voltijal täitub üks soov. Laiema tausta avamine võib olla õpilastele huvitav, õpilastel võib tekkida huvi ajaloo või Jaapani kultuuri vastu.

Kui õpetaja soovib origami kasutamisel õppetöös lisaks konkreetse mudeli valmistamisele, õpetada ka matemaatikat, eelkõige selle geomeetria haru, siis kõige lihtsam viis selleks on kasutada voltimisel ette tulevate protsesside kirjeldamiseks ja analüüsimiseks matemaatilist sõnavara.

Paberi voltimisel kohtab matemaatikat igal sammul. Paberil on tipud, keskpunkt, servad. Lisaks tekivad voltimisel nurgad, mis on kas tervanurgad, nürinurgad, täisnurgad. Kuna õpilased käsitlevad neid mõisteid matemaatikas, on mõistlik neid kasutada ka voltimisel. Ka enda praktikas hakkasin ühel hetkel juhendama kasutades matemaatilist sõnavara. See ei toimunud esialgu teadliku ja eesmärgipärase otsusena matemaatikat lõimida, vaid selleks, et end selgemalt õpilastele kommunikeerida. Matemaatilise sõnavara kasutamine on õpetajale võimaluseks õpilastele üheselt ja arusaadavalt protsessi kirjeldada. Õpilaste seisukohalt pakub selline käsitlus võimalust näha matemaatikat teistsuguses kontekstis.

Õpilased õpivad hea meelega ja märkamatult. Läbi mängulise tegevuse toimub vabatahtlik ja innukas õppimine. „Voltimine on hea võimalus lõimida pealtnäha meelelahutuslik tegevus õppimisega. Avastasin ka, et töötades figuuridega, mis nõuavad suuremat mõttejõudu, on paranenud õpilaste loogiline mõtlemine. Samal ajal kasutavad nad matemaatilisi termineid, eriti geomeetria alaseid. Seda seetõttu, et origami ja matemaatika on tihedalt seotud. Lisaks sellele saavad õpilased paremini aru mõistetest nagu fraktalid, kujundid, nurgad, ja seda seetõttu, et neil on võimalik neid näha ja kasutada teises olukorras. Olukorras, mis on tähenduslik ja lõbu pakkuv. Selline praktiline õppimine puudub tänases matemaatika tunnis," kirjeldab oma kogemust origami õpetamisel Rumeenias Andreass Boruga. (Boruga, 2011:36)

Tihtipeale on õpilastel keeruline viia õpitud teadmist klassiruumist välja. Tõeline arusaam saabub siis, kui õpilane oskab oma teadmisi rakendada ka teistes valdkondades ja praktilistes elulistes olukordades. Et õpilased omandaksid teadusmõisted ja mitte lihtsalt verbalismid, on vaja õpilast suunata märkama ja teadvustama ühte ja sama nähtust eri teadmiste valdkondades (Toomela, 2004:16). „Õpetaja esitatud teadmise tegeliku omandamise kontrollimiseks tuleb esitada ülesanne, milletaolist õppeprotsessis otseselt treenitud pole. Uudne teadmine on omandatud alles siis, kui õppija suudab teadmise kanda üle tegevuslikku mõtlemisse uues kontekstis, ülesande lahendamisse. ...Seetõttu peab, teoreetiliselt, ehitama õppeprotsessi üles kogemuse ja tegevuse arendamise vahelduvatele tsüklitele," kinnitab Tartu Ülikooli õppekava arenduskeskuse ekspert Aaro Toomela. (Toomela, 2004:17) Kunsti ja matemaatika sidumine voltimisel on suurepärane võimalus lõimitud õppe kavandamisel.

Norma Boakes, matemaatikaõpetaja, kes uuris origami mõju õpilaste geomeetriaalastele teadmistele, kirjeldab oma katse tulemusi: „Õpilased tunnistavad, et on eksperimendiga rahul, nad tunnevad, et see aitab neil geomeetriat paremini mõista ja arvavad isegi, et see võiks olla neile kasulik matemaatika teistes harudes" (Boakes, 2008:7). Idee on selles, et juhendaja, keskendudes eelkõige origami mudeli voltimisele, viib selles tunnis kokku samm-sammult teostatava origami mudeli voltimise, matemaatilised terminid ning nende sisu, kirjeldab Boakes oma tunde (Boakes, 2008:3).

Kokkuvõtlikult võib öelda, et õpetaja poolt valitud õpetamise metoodikast ja tunnile seatud eesmärkidest sõltub:

1) mida õpilane tunnis õpib;
2) kui motiveeritult ta tunnis tegutseb;
3) õpilase rahulolu nii tunni, tulemuse kui iseendaga;

Õpilane saab origami abil treenida oma ruumilist mõtlemist kasutades seejuures matemaatilist sõnavara, arendada kujutlusvõimet ja loovust. Õpilased kogevad õige juhendamise korral eduelamust, paraneb nende enesehinnang ja kasvab enesekindlus. Lisaks areneb voltija käeline osavus. Paraneb peenmotoorika, õige juhendamise korral muutuvad õpilased rahulikumaks, õpivad tegutsema sihikindlalt ning reflekteerivad oma tööd ise. Õpilaste sotsiaalsed oskused paranevad - areneb suhtlusoskus üksteist tunnustades, toetades ja juhendades. Õpilased õpivad hindama töö väärtust.

2.7. Läbiviidud origamitundide kirjeldused ja analüüs

Kuigi oman origami töötubade juhendamise kogemust Paberimuuseumis, siis antud töö raames ja tagasiside huvides loodud õppevahendile, voltisin õpilastega spetsiaalselt kodulehele valitud mudeleid. Kumbagi valitud mudeleist, ei laevukest ega ka moodulitest kuupi, ei olnud ma varem lastega voltinud. Tundides juhindusin õpetamise printsiipidest, mida rõhutan olulistena ka oma õppevahendi metoodika peatükis. Kirjeldan ja analüüsin lühidalt neid nelja tundi. Esimene kirjeldatud tundidest, kogemus lasteaialastega, ei olnud kodulehe teenistuses, vaid toimus paar kuud varem kui teised tunnid. Otsustasin ta lisada, kuna on positiivne näide spontaansuse ja kogemuse kombineerumisest.

2.7.1. Kogemus lasteaialastega

Kogemus lasteaialastega on värske, põnev ja õpetlik. See ei olnud ette planeeritud tund. Lasteaialapsed, kes olid viie-kuue aastased, tulid paberi valmistamise töötuppa Paberimuuseumis. Kuna tekkinud olid viivitused ja vaja oli sisustada järjekorras paberi valmistamise võimalust ootavate laste aega, läksin appi. Andsin lastele ülesande rebida paberit pisikesteks tükkideks, et neist tükkidest saaks hiljem jälle paberit teha. Esialgu tahtis enamik lastest ikkagi järjekorras seista, et võimalikult ruttu paberit saaks teha. Mõned viisakad ja vastutulelikud, tulid paberit rebima. Märkasin, et üks laps rebib väga suured tükid. Juhtisin laste tähelepanu sellele ja näitasin, et saab teha nii suuri kui ka väga väikseid tükke.

Panime erineva suurusega paberitükid ritta.

Siis tegi keegi ühest paberitükist purjeka. Ta voltis ühe paberitüki serva üles, pani selle lauale ja näitas meile valminud „purjekat". Avastasin, et see on võimalus edasi minna, kiitsin, ja tegin ka ise ühest paberitükist paadi. Laste fantaasia hakkas tööle ja kõik hakkasid midagi voltima. Neile ei olnud oluline, et paberid oleksid sirged või ühesuurused, kasutasime samu paberitükke, mida oli plaanis rebida. Paljud järjekorras seisvad lapsed tulid ka meie juurde.

Laste motivatsioon tegutseda oli tugev ja loomulik. Hämmastas nende fantaasia - mitte keegi ei pidanud pikalt aru, kõigil oli mingi mõte. Keegi küsis liimi, keegi kääre. Minu roll oli kiita ja huvi tunda. Meie laud täitus kõiksuguste erinevate objektidega - pisemate ja suurematega. Üks poiss ehitas midagi väga põhjalikku, muudkui lisas oma ehitisele mingeid olulisi, vaid talle arusaadavaid detaile, mõned lapsed tegid seeria erineva suurusega samasuguseid asju. Lastega kaasas olnud õpetajad olid hämmastunud laste kirest voltida - neid üllatas laste innukus ja tegutsemisrõõm. Mulle jäi mulje, et see oli positiivne kogemus kõigile. Abstraktsus, mis laste töödes säilis, ja fantaasia vaba lend olid aspektid, mis mind pikka aega hiljemgi hämmastasid.

Et selgitada õnnestunud tundi, toon selle tunni juures välja järgmised, minu arvates olulised, aspektid:

- Minul ei olnud tunniks oma nägemust, kuna pidin reageerima koheselt, oli aga valmidus märgata ja kaasa minna õpilase algatusega;
- Samuti on mul varasem kogemus voltimisega, nii sain omalt poolt anda väikseid vihjeid ja suunata neid keda vaja;
- Olin toetav ja kiitsin palju;
- Voltisin ka ise koos lastega;
- Mul olid vajaminevad vahendid ja materjalid kohe võtta, nii sain reageerida igale ideele vastavalt;
- Õnnestumine ja rahulolu oma töö üle kandus edasi õpilaselt õpilasele, nad tundsid huvi üksteise tööde vastu ja kiitsid üksteist;
- Õpetajad tunnustasid lapsi, tundsid nende töö vastu huvi ja ei kiirustanud lapsi tagant;

2.7.2. Tund kolmanda klassiga. Laevukese voltimine

Laevuke on kodulehel traditsiooniliste mudelite leheküljel. Laevukese voltimine on keskmise raskusastmega töö. Voltimine sisaldab endas kaheksat etappi ja see on heaks mudeliks, et rääkida ruutudest ja kolmnurkadest, sest voltimise käigus kohtab mitmel korral ruudu

muutumist kolmnurgaks ja vastupidi. Laeva viimane etapp - laeva „avamine“ on põnev ja meeldib lastele.

Plaan praktiliseks tegevuseks oli voltida ühises tempos esimene paat. Seejärel oli võimalus kõigil mälu järgi proovida teine paat ise voltida, seejuures võisid lapsed õpetajalt abistavaid vihjeid küsida. Kolmas paat tuli veel iseseisvamalt voltida. Eesmärgiks oli, et õpilased püüaksid protsesside järgnevust meelde jätta.

Õpilased voltisid hea meelega. Klassis oli paar kiiret õpilast ja mõned aeglased õpilased ka. Selgitasin kõigile enne alustamist, et voldime etapp-etapi haaval ja ootame alati teised järele. Me ei kiirustanud. Uurisime vahepeal paberist tekkinud kujundeid - ühel hetkel oli see „maja“, kui paberil olid kolmnurgad, lugesime üle kolmnurgad ja rääkisime kolmnurkade nurkadest, siis muutus paber mütsiks, kõik proovisid seda pähe ja see tegi neile nalja, sest müts oli väga pisike.

Kui esimene paat oli valmis, võisid kõik proovida nüüd omas tempos ja enda mälu järgi teist paati voltida. Teise paadi voltimisel vajasid õpilased mõnevõrra abi. Kolmanda paadi tegemiseks oli pooltel õpilastel voltimine meelde jäänud. Mõned küsisid aeg-ajalt abi. Lõikasin ühe A4 paberi pooleks ja sellest sai A5 paber, küsisin, kas keegi tahab proovida voltimist poole väiksema paberiga - kõik soovisid. Seejärel lõikasin lauale vajaminevad A5 paberid. Kui õpilased olid paadi ka A5 paberiga voltinud, küsisin, kas keegi tahab veel poole väiksemaga proovida ja lõikasin ka A6 paberid lauale. Jõudsime paari õpilasega kuni A9 formaadini. Tunni lõpus mõõtsime kõige väiksemaid laevukesi, mis olid vaid 2 cm. pikad. Mõned õpilased palusid ka suuremat paberit kui A4. Katsetasime ka A3 formaadiga. Lisasin magistritööle foto ühe õpilase laevukestest ja ühest pidikesest paadist, mis tunnis valmis. (Lisa 4. Kolmanda klassi laevukesed)

Õpilased olid oma laevadega rahul, mõned neist tegid väga korralikud paadid. Paaril õpilasel oli tegemist, et iseseisvalt voltimise etappe meelde jätta, kuid rahulolu enesega paistsid ka nemad tundvat. Planeerisin tunni lõpetuseks näidata videot, mis on kodulehel laevukese voltimisõpetuse juures. Lugu räägib vaprast kaptenist, tema paadist ja tormisest merest, kuid video jaoks aega ei jäänud, ma ei raatsinud tublisid voltijaid nende tegevuses katkestada. Voltisime tunni lõpuni erineva suurusega paate.

Tundi tagantjärele analüüsides loen tunni õnnestunuks. Ma ei osanud ette näha sellist indu voltimisel. Õpilastele valmistas nalja märgata poole voltimise pealt hoopis mütsi. Proovisin neid suunata märkama geomeetriat ja kujundeid erinevais etappides, et neil oleks järgmist laeva voltides lihtsam meenutada etappide järjekorda.

Õpilased olid teineteise suhtes tähelepanelikud ja abivalmid. Nad tahtsid üksteisele

näidata oma paate ja tundsid huvi ka kaaslaste töö vastu. Abivalmid tüdrukud tahtsid aidata segaduses poisse. Pidin paluma neid, mitte teiste eest valmis voltida vaid proovida sõnade abil aidata. Tekkis väike võistlusmoment - kes suudab teha kõige pisema paadi. Õpilased näitasid oma töid pärast tundi ka teistele õpetajatele ja juhendasid järgmises vahetunnis paari vanema klassi õpilast, kes asja vastu huvi tundsid.

Märkusena ütlen, et oleksin võinud end juba enne tunni algust erinevat formaati paberitega varustada. Mõtlesin küll poole väiksema ja poole suurema paadi voltimise peale, aga ei osanud ette näha seda võistluslikkust, mis tekkis aina väiksemaks minnes, kuni A9-ni välja. Tekkis mõte korrata tundi ka kolmandas kooliastmes, pannes seal rõhku formaatide õppimisele, ja siduda teooria seejärel praktilise tegevusega erineva suurusega laevu voltides.

2.7.3. Tund seitsmenda klassiga. Moodulitest kuup

Moodulitest kuup on kodulehel moodulite leheküljel. Moodulitest kuubi voltimine on keskmise raskusastmega töö. Kuubi kokkupanek nõuab ruumilist ettekujutust kuubist, ühendamise süsteemi taipamine võtab pisut aega ja vajab katsetamist. Moodulite tegemine on lihtne selles mõttes, et see ei nõua tegijalt väga suurt täpsust. Kappi oli aastate jooksul palju värvilisi pabereid kogunenud ja nad said valida terve hulga erinevate toonide vahel. Lõikasin enne tunni algust paberid ise ruutudeks. Olnuks tegu 2x45-minutilise tunniga, oleksin hea meelega lasknud neil endil paberid ruutudeks teha.

Planeerisin juhendada esimese mooduli valmistamist etapp-haaval ja seejärel lasta õpilastel ülejäänud viis moodulit omas tempos valmis teha. Moodulite kuubiks ühendamist otsustasin juhendada juba jooksvalt. Tunni kestvuseks oli 45 minutit ja seega ma pikka teoreetilist sissejuhatust ei teinud. Motiveerisin õpilasi mainides, et üheksas klass voltis samu kuupe, kuid teistsugusel meetodil- nemad lugesid ise jooniseid ja proovisid vaid jooniste abil hakkama saada. Selgitasin õpilastele, et liigume etapp-haaval: näitan kõigile ühiselt igat etappi ja ootame kõik järele. Küsisin, et mitut moodulit on tarvis kuubi tegemiseks ning vastus oli kuus moodulit, sest kuubil on kuus tahku.

Mooduli tegemine ei valmistanud õpilastele raskuseid. Minu ülesanne oli püüda võimalikult täpselt instrueerida. Keeruline oli selgitada, et kõik moodulid peavad olema ühesuunalised (s.t kõigil kuuel moodulil teravnurksed tipud üleval ja all samale poole kaldu). Seda oleksin pidanud kohe tunni alguses rõhutama, järgmisel korral oleks hea tahvlile joonis teha, et õpilased saaksid end ise kontrollida.

Mooduli ühendamisel oli võimalus rääkida teravnurkadest, sest just neid pidi

ühendamisel jälgima ja kasutama. Mõned õpilased said kiiresti aru, mida tuleb teha, mõnel õpilasel oli rohkem abi ja toetust vaja. Vanusest tulenevalt võis pisikenegi ebaõnn töörõõmu rikkuda.

Valmis moodulit oli hea kontrollida arvutuste abil. Kodulehel on see mudeli juures ülesandena kirjas. Kontrollküsimus on: „Kui palju on kuubi tahkudel kokku kolmnurkasid ja kui palju ruute?“ Vastus on 24 kolmnurka ja 12 ruutu. Kui vastus on õige, on ka kuup õigesti kokku pandud. Kokkuvõttes olid õpilased rahul oma kuupidega ja tunnistasid, et voltimine polnudki nii „hull“.

Tund läks paremini, kui ma arvasin. Kuna tegemist on keerulise klassiga, kartsin, et nad ei keskendu piisavalt ja annavad enne lõppu alla. Kuue mooduli voltimine nõuab omajagu kannatlikkust. Uskusin, et kui nad teevad valmis moodulid, on ühendamise etapp juba lihtsam, sest see on põnevam kui moodulite tegemise monotoonsus.

Mida oleksin võinud ette näha ja paremini teha, oli moodulite voltimisel tekkinud segadus nende ühepoolsusega. Oluline on, et kõik kuus moodulid oleksid ühesuunalised – ainult siis saab neid omavahel ühendada. Seda saab selgitada ka lihtsa joonise abil tahvlil. Enne tundi oleksin võinud tahvlile joonise teha ja sellele juhendamisel osutada, nii oleks olnud õpilastel võimalik ise endi tööd kontrollida. Ei sündinud küll suurt segadust, kuid mõnel juhul pidime osad moodulid ümber voltima.

Väga hea on kasutada kodulehel olevat ülesannet kontrollimaks, kas kuup on valmis. Õige ühendamise korral tekib kuubi ühele tahule 4 kolmnurka ja 2 ruutu. Õpilane võib lugeda kokku kolmnurgad ja ruudud kõigil kuuel tahul, kavalamad mõtlevad välja tehte ja korrutavad kolmnurkade ja ruutude arvu ühel tahul 6-ga. Magistritööle on lisatud ka mõned selles tunnis valminud kuupidest. (Lisa 5. Seitsmenda klassi kuubid)

2.7.4. Tund üheksanda klassiga. Joonise loetavuse test

Kodulehel olevad joonised on mõeldud eelkõige õpetajale. Õpetaja saab joonise abil õppida selgeks võtte, mida hiljem õpilastele õpetada. Olen testinud kodulehel olevate jooniste arusaadavust täiskasvanute peal. Samuti palusin ka ühel põhikooli õpilasel, ühel gümnasistil ja ühel tudengil jooniste järgi voltida. Läbi nende katsete sain tagasisidet ja tegin joonistele ka mõned parandused.

9. klassi tunnis voltisin õpilastega moodulitest koosnevat kuupi. Tahtsin veelkord tagasisidet joonise kohta: kas joonis on loetav, millised etapid tekitavad segadust, millised mitte. Seetõttu ei juhendanud ma selles tunnis ise moodulite voltimist ja kuubiks ühendamist,

vaid andsin õpilastele paari peale ühe joonise ja palusin joonise abil voltida. Valisin testimiseks moodulitest kuubi joonise, kuna see mudel on rohkete etappidega ja joonisena keerulisem kui teised. Enne alustamist selgitasin õpilastele veel modulaarse origami mõistet, rääkisime kuubist ja kuubi tahkude arvust ja jõudsime arutelu tulemusel järeldusele, et kuubi jaoks on vaja voltida kuus moodulit.

Õpilased võisid paaristöös omavahel nõu pidada ja ka minu käest vajadusel abi küsida. See tund oli väärtuslik tagasiside, sain joonist katsetada terve hulga erineva tasemega ja erinevalt motiveeritud õpilaste peal. Joonisel oli koht, mis tekitas paljudes õpilastes segadust, sain ka aru mis segaduse põhjustas ja parandasin joonist. Etapp joonisel, mille loetavuses polnud kindel mina ise, samas ei osutunud õpilastele keeruliseks.

Õpilased küsisid tunni jooksul minult mudeli kohta küsimusi: kas ma mõtlesin ise mudeli välja ja kui mitte, kes siis mõtles. Nad arvasid, et võiksid voltida ka matemaatikatunnis. Tunni lõpus palusin neil kontrollida, kas nad on kuubi õigesti ühendanud. Andsin ülesandeks lugeda kokku kolmnurgad ja ruudud kuubi tahkudel. Enamik õpilasi hakkas neid ükshaaval lugema, paar õpilast tegid vastuse saamiseks korrutustehte. Järgmises tunnis näitasid nad kuupe matemaatika õpetajale, kes kasutas võimalust ja palus neil arvutada kuubi pindala. Lisan oma tööle ka kõnealuse joonise. (Lisa 6. Joonis kodulehel. Moodulitest kuup)

2.8. Tagasiside õpetajatelt õppevahendi ülesehitusele

2.8.1. Õpetajatele koostatud küsimused

Sooviga saada kodulehe kohta tagasisidet, palusin õpetajatel kodulehega tutvuda ja vastata neljale küsimusele. Õpetajateks, kes õppevahendit hindasid olid: üks klassiõpetaja, üks kunstiõpetaja, üks käsitööõpetaja ja üks matemaatikaõpetaja.

Soovisin teada, kas õpetajate hinnangul on orienteerumine kodulehel lihtne ja kas kodulehe ülesehitus on arusaadav. Mind huvitas, milliseks hindavad õpetajad mudelite hulka ja kas kodulehel pakutav info on nende arvates sisuline ja piisav. Ja viimaseks - küsimus, mis oli minu jaoks väga oluline - kas õpetamise metoodika, millega arvestamine võib aidata õpetajat voltimistunni läbiviimisel, on leitav.

Koostasin õpetajatele neli küsimust:

1) Kas kodulehe ülesehitus on Teile arusaadav ja loogiline?
2) Kas mudeleid tundub olevat vähe, palju või piisavas koguses?
3) Kas kodulehel olev info on Teie arvates sisukas ja piisav?
4) Kas kodulehe autori soovituslik õpetamise metoodika (õpilaste sõnaline juhendamine ja etapp-haaval instrueerimine) on leitav? Kui jah, siis kas see on piisava selgusega põhjendatud?

2.8.2. Õpetajatelt saadud vastused

Õpetajate vastused olid positiivsed. Kõik õpetajad tunnistasid, et sellist õppevahendit saaksid nad oma tunnis kasutada. Toon alljärgnevalt ära mõned lõigud õpetajate vastustest.

1) Kas kodulehe ülesehitus on Teile arusaadav ja loogiline?

„Kodulehe ülesehitus on arusaadav ja loogiline. Ka esmakordselt lehel olles on lihtne aru saada, mida kust leida. Lehel edastav info on korrektse ja ilusa keelekasutusega ning lihtsalt mõistetav.“

- matemaatikaõpetaja

„...arvan, et koduleheküIg on väga põhjalik ja ülesehitus tundub loogiline ja lihtsasti hoomatav. Väga hea on lehel orienteeruda tänu rohkele pildi- ja videomaterjalile.“

- kunstiõpetaja

„Ülesehitus on igati loogiline, arusaadav ning visuaalselt korrektne.“

- klassiõpetaja

2) Kas mudeleid tundub olevat vähe, palju või piisavas koguses?

„Minu kui origamiga alustava õpetaja jaoks on mudeleid täpselt nii palju, et tekitada huvi ja ideid, ent mitte ajada segadusse ja uputada valikuvõimalustesse. Mudelite rohkusest olulisemaks pean autori kommentaare, näpunäiteid, viiteid matemaatilisele terminoloogiale ning vormi järk-järgulisele arendamist. Töötades pakutud valikud läbi, olen loodetavasti omandanud mudeli, kuidas origamit klassis teadlikult kasutada.“

- matemaatikaõpetaja

„Mudeleid tundub olevat piisavalt, kuid tore oleks, kui sa edaspidi oma lehte veel uute ideedega täiendaksid, sest mina hakkan kindlasti seda lehekülge kasutama.“

- kunstiõpetaja

„Minule, kui võrdlemisi algajale voltijale, on mudeleid piisavalt.“
- klassiõpetaja

3) Kas kodulehel olev info on Teie arvates sisukas ja piisav?

„Kodulehel olev info on sisukas - lugesin seda huviga, sain teada palju uut ja praktilist. Arvestades, et origami on väga iidne kunst, oleks infot arvatavasti veel ja veel. Mulle meeldib, et autor on teinud valiku. Kodulehega tutvudes tekkis autori vastu usaldus, arvan, et kodulehel esitatud info on piisav, et selle põhjal origami tundi tuua. Ajaloo alajaotus on huvitav ja põhjalik. Positiivne on see, et autor on välja sõelunud olulisima ning lisainfo juurde viib link ja videosoovitused. Nii ei ole koduleht üle koormatud ent pakub teavet erineval tasemel.“
- matemaatikaõpetaja

„Kodulehel olev info on sisukas. Hea, et paberi temaatikat on käsitletud avara vaatenurga alt. On nii klassikaslisi mudeleid kui ka vabamas vormis paberikunsti.

Info on tõesti piisavalt sisukas. Piisav ka edasijõudnud huvilisele, samas on väga hea, et pikad lingid edasijõudnuile ei suru end peale, vaid on viidetena.“
- käsitööõpetaja

„Info on piisav, huvitav lugeda (kindlasti loen Sinu kogutud huvitavaid fakte ka hiljem), faktid väga head, mida ka lastega kasutada ning joonised, videod informatiivsed, abistavad.“
- klassiõpetaja

4) Kas kodulehe autori soovituslik õpetamise metoodika (õpilaste sõnaline juhendamine ja etapp-haaval instrueerimine) on leitav? Kui jah, siis kas see on piisava selgusega põhjendatud?

„Õpetamise metoodika alajaotuse juures on eriti tänuväärsed autori antud nipid origami õpetamiseks. Need on välja toodud lühidalt ja arusaadavalt, annavad praktilist nõu ja loovad mulle õpetajana turvatunnet, et tean, millele toetuda. ... Origami vallas algajana olen ise voltimist õppinud internetis leiduvate videote abil. Olen autorile tänulik, et ta on lühidalt ja teaduspõhiselt kirjeldanud, millal ja miks ei ole klassis soovitav videote järgi õppimist kasutada.“
- matemaatikaõpetaja

„Õpetamise metoodika on leitav ja arusaadav. Ehk võiks julgemaltki ergutada ka teisi õpetajaid (matemaatika jne.) kasutama antud materjali.“

„... Seda, et videote kasutamine tunnis pole otstarbekas võin omast kogemusest kinnitada. Ma isegi ei tea põhjendada, aga rohkem ma seda ilmselt ei kasutaks.“
- käsitööõpetaja

„Metoodika on leitav, praegu tundub, et sellesse peab rohkem süvenema, kuid materjal tervikuna mõjub julgustavalt.“
- klassiõpetaja

Lisaks veel õpetajate tähelepanekuid ja soovitusi:

„Alajaotus "Põnevat" on tõesti põnev ning käepärane viis nt tunni alguses huvi tekitamiseks. Oleks vahva, kui see alajaotus uueneks ajas.“
- matemaatikaõpetaja

„Lõik "Vajaminevad vahendid" võib esmapilgul tunduda elementaarne ja seetõttu pisut üleliigne, ent on õnneks piisavalt lühike, et sellel siiski peatuda ja läbi lugeda. Lugedes selgub, et ka seal on välja toodud olulised nüansid, millele kogenematuna mõelda ei oska (nt paberite täpsed grammkaalud).“
- matemaatikaõpetaja

„Väga vajalik on autoriõiguste käsitlemine, mis ühelt poolt annab õpetajale kindlustunde, kuidas internetist leitavaid instruktsioone ja näidiseid kasutada tohib, teisalt kinnistab mudelit, et iga asja juures on autoriõigustele mõtlemine oluline.“
- matemaatikaõpetaja

„....olen väga tänulik, et sellline oluline materjal on niimoodi ühel kodulehel (paberi valmistamine näiteks). Nii hea, et ei pea ise eraldi vaeva nägema selliste videote otsimisega. Võib-olla kusagil oleks praktiline mainida kuidas hõlpsalt paberit ruuduks lõigata - giljotiiniga. Võib juhtuda, et kõigile polegi see nii iseenesest mõistetav. Ja minu kogemus ütleb, et algklassi lastega on hõlpsam töötada, kui teha see etapp neile ära. Neil enestel ei tule see veel nii hästi välja. Lisaks mõnede mudelite puhul on see diagonaaljoon paberil häiriv.“
- käsitööõpetaja

„Lisaks kirjalikule seletusele on alati hea, kui video on juures. Mõnel näitel on video ja mõnel mitte. Näiteks selle kahe paberiribaga vedru puhul, ma ei saa täpselt aru, et kuidas seda tegema peaks.“
- kunstiõpetaja

Õpetajate vastused minu küsimustele, nende soovitused ja lisakommentaarid, on asjalikud ja väärtuslikud nõuanded edaspidiseks. Need üllatasid mind põhjalikkuse ja sõbralikkusega. Hämmastas, kui kvaliteetset tagasisidet ma sain. Enamik õpetajatest oli uurinud kodulehte väga põhjalikult. Tagasiside kodulehele oli julgustav ja asjalik. Järeldan, et õpetajatel on huvi integreerida õppetöösse uusi ideid ja nad on huvitatud õppevahenditest, mis neid pakuvad.

Kokkuvõte

Magistritöö eesmärgiks oli uurida origami kasutamist hariduses. Kuna Eestis puudub süsteemne ja järjekindel kogemus origami õpetamisel, siis uurisin teemat teiste maade praktikale tuginedes. Minu magistritöö tulemuseks on õppevahend - eestikeelne veebikeskkond, mis koondab mudelid, õpetamise metoodika ja ajaloolised taustateadmised. Uurimistöö käigus selgus, et origami kasutamine hariduses on levinud praktika ja seetõttu leidsin uurimismaterjali piisavalt. Tegin valikud lähtuvalt püstitatud eesmärgist - uurida eriti põhjalikult origami võimalusi matemaatika õppimise toetamisel.

Võin kinnitada, et origamit kasutatakse hariduses. Origami positiivsete mõjudena tuuakse ära: origami kasvatab sihikindlust, kannatlikkust ja täpsust, parandab enesehinnangut, loob sõbraliku atmosfääri ja parandab õpilaste eneseusku. Nimetatakse veel käelise osavuse paranemist ja esteetikataju arengut.

Oriagmi on väga hea viis matemaatika õppimiseks. Rahvusvaheline Matemaatikaõpetajate Nõukogu (*(National Council of Teachers of Mathematics ehk NCTM)* rõhutab 2000. aasta kogumikus, et vaja on anda lastele võimalus uurida ja arendada oma teadmisi kujunditest ja struktuuridest läbi „käed-külge" tegevuse. Paljud õpetajad tunnistavad, origami sobib õpilastele mitmel moel. Stocktoni Ülikooli professor Norma Boakes väidab, et matemaatikaõpetajad armastavad origamit. Tuleb välja, et origami on eriti hea viis matemaatikat õpetada õpiraskustega lastele. Füüsilise mudeldamise abil on neil lihtsam mõista abstraktseid mõisteid. Interaktiivse õppe puhul kinnistuvad teadmised paremini, kinnitab Iisraelis tehtud uurimus. Origami abil matemaatikaga tegelemine vähendab õpilastes ärevust matemaatika suhtes.

Origami mõju ruumilise mõtlemise oskusele ja matemaatiliste võimete paranemisele peab teaduslike meetoditega kindlasti veel uurima. Norma Boakesi 2006. aastal tehtud uuring osutas, et matemaatikaga seotud origami tundidel näis olevat positiivne mõju poiste ruumitaju arengule, samal ajal kui tüdrukute puhul ei olnud see nii ilmne.

Uurides Origameetria programmi Iisraelis, sain väga väärtuslikku materjali õpetamise metoodika osas. Enam kui kahekümne aastaga on õpetajatel kogunenud tähelepanuväärne kogemus origami õpetamisel erinevas vanuses lastele, didaktilisi meetodeid peavad programmi rajajad peamisteks edu põhjusteks. Neid meetodeid järgides kindlustatakse õnnestunud tund - eesmärkide saavutamine ja õpilaste rahulolu.

Õppevahendi loomisel kasutasin uurimise käigus saadud informatsiooni, seda just eriti õpetamise metoodika osas. Võrdlesin erinevate autorite soovitusi iseenda kogemusega ja

leidsin, et paljuski nägemused kattuvad. Valdav seisukoht on suulise instrueerimise eelistamine videote järgi õpetamisele ja samuti soovitus kasutada matemaatilist sõnavara, et lõimida matemaatika toredasse tegevusse.

Õpetajate tagasisidest õppevahendile selgus, et õpetajad hindavad veebikeskonna ülesehitust selgeks ja arusaadavaks, leiavad selle olevat informatiivse ja kasuliku enda edaspidises töös. Metoodilised nõuanded õpetamiseks olid neile arusaadavad ja annavad õpetajate hinnangul neile julguse oma töös kasutada origamit.

Summary

The aim of this master's thesis is to study the use of origami technique in education. In Estonia teaching of origami in secondary schools is rather inconcistent, therefore I refer to the practices carried out in other countries. In addition to a theoretical study this master's thesis will result in a practical website which contains models of folding, methodology of teaching and historical backround of this fine art technique. The focus of this study is to investigate origami's prospects of supporting the teaching of mathematics.

During my research I found the use of origami to be quite common in different educational systems. It is often said to be educating child's perseverence, patience and precision alongside with enhancement of one's self-esteem, self-confidence and will of creating friendlier atmosphere. Manual skills and evolving of student's aesthetic understanding are also often mentioned.

I also found out that the practices of this particular art technique contributing to the teaching of maths are not rare either. In its compilation of articles National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) emphasizes that children be given the opportunity to explore and develop their understanding of shapes and structures through engaging hands-on activities as a way to build their spatial skills. The professor of the Richard Stockton College of New Jersey Norma Boakes claims that many teachers of mathematics use origami a lot. Other studies bring out that due to physical modelling origami helps children with learning disabilities better to understand abstract concepts as well as to decrease the anxiety related to the learning of mathematics. The kowledge when obtained during an interactive process of learning, becomes rooted more easily. Though speaking about improving spatial skills and capability of resolving mathematical problems, Norma Boakes says, further scientific research has to be carried out.

In Israel, for more than twenty years now, Miri Golan and Paul Jackson have developed a special educational program called *Origametria* from which I gained valuable information about good pedagogical methods. I especially benefitted from that information while designing the website for the master's thesis. Comparing different methodological suggestions with my own experiences of teaching at classes, I discovered that they largely coincide whether on the issue of preferring verbal instructions to video-based guidance or suggestions about using mathematical terms to combine maths with one`s work of art.

The feedback from practicing teachers to the virtual teaching aid confirmed that the website's structure is easily understandable and beneficial for their future classes. According to their responses given methodological suggestions can offer a needful support for anyone teaching origami.

Kasutatud materjalid

Boakes J, N. (2006). The effects of Origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh grade classroom. *Doctoral Dissertation.* Temple University. Külastatud aadressil: https://www.researchgate.net/publication/301689590_The_effects_of_Origami_lessons_on_students'_spatial_visualization_skills_and_achievement_levels_in_a_seventh_grade_classroom_Doctoral_Dissertation_UMI_3233416 (23.02.19)

Boakes J, N. (2008). Origami-mathematics lessons: Paper folding as a teaching tool. *Mathitudes 1(1),* pages 1 of 9. Külastatud aadressil: https://www.researchgate.net/publication/261027712_Origami-mathematics_lessons_Paper_folding_as_a_teaching_tool (23.02.2019)

Borkovski, S. (2007). Israeli origami lover transforms paper-folding into education. *Israel21c,* 21.01.2007. Külastatud aadressil: https://www.israel21c.org/israeli-origami-lover-transforms-paper-folding-into-education/ (10.03.2019)

Boruga, A. (2011). Origami art as a means of facilitating learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol.11, lk. 32-36.* Külastatud aadressil: https://www.sciencedirect.com/search?authors=Boruga%20Andreass&show=25&sortBy=relevance (20.04.2019)

Eesti keele sõnaraamat ÕS (1999). Tallinn. Eesti Keele Instituut

Golan, M, Jackson, P. (2009). Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami. *Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (Lang R J. toim.). Massachusetts. A K Peters, Ltd. Külastatud aadressil: https://www.semanticscholar.org/paper/Origametria%3A-A-Program-to-Teach-Geometry-and-to-the-Golan-Jackson/6e1452ac21563af5aee4535059ef3b32a9f9e280 (18.02.2019)

Jackson, P. (2014). *Cut and Fold Techniques for Pop-up Designs.* London. Laurence King Publishing.

Lang, R J. (Toim). (2009). *Preface.* Origami4. Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education. Massachusetts. A K Peters, Ltd.

NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (2000). *Principles and standards for school mathematics.* Külastatud aadressil: https://epdf.tips/principles-and-standards-for-school-mathematics.html (05.03.2019)

Pearl, B. (i.a.) Origami in the Classroom: Where Every Child Counts! *About Japan: A Teacher's Resource.* Külastatud aadressil: http://aboutjapan.japansociety.org/origami_in_the_classroom#sthash.9mXiIDUl.i6HQK60I.dpbs (25.02.2019)

7OSME koduleheküIg (i.a). Programme and Information for The 7th International Meeting on Origami in Science, Mathematics and Education. Külastatud aadressil: http://osme.info/7osme/Documents/7osme-fullprogram.pdf (20.04.2019)

Rudanovski, A. (2018). Origami ja elegantne matemaatika. *Sirp, 19.10.2018*, lk. 32-33.

Shuval, B. (2012). The Birth of Origametria. *The Paper, nr. 110,* lk. 6-7.

Swoboda, E, Vighi, P. (2016). Early Geometrical Thinking in the Environment of Patterns, Mosaics and Isometries. Switzerland. Springer International Publishing AG. Külastatud aadressil: https://www.researchgate.net/publication/308013317_ICME-13_Topical_Surveys (15.03.2019)

Toomela, A. (2004). Mõtlemise areng ja õppekava. *Haridus, nr.1,* lk. 12-17.

Lisa 1. Origami-matemaatika näidistunni materjal-1

Lesson #1- Sailboat Model

Materials needed:
1 square sheet of standard Origami paper

Math Concepts:
Shape, area, parallel and perpendicular, spatial relations

Math Vocabulary:
Parallel lines
Perpendicular lines
Angles- acute, obtuse, right
Right triangle
Quadrilateral
Trapezoid
Area

Key Questions:

1. When you make both folds what shapes do you make? [*Squares*] How does the areas of the new squares compare to the old ones? [*They're one-fourth of the original square.*] What about the fold lines, do you recognize them? [*Yes, there perpendicular lines.*] How do you know? [*They meet at right angles.*]

2. When you fold in the diagonal of the square, what kind of shapes do you have now? [*Squares and right triangles.*] Where do all the fold lines meet? [*At the midpoint of the segments.*] What kind of angles can you find if you darken in the line segments? [*Have students show where acute, obtuse, and right angles formed.*]

3. What kind of shapes do you see once you fold the corners in? [*Right triangles and squares again.*] Can you find parallel or perpendicular lines anywhere? [*Have students show where they are on model.*]

4. Once you squash-fold your model, what shapes do you find? [*Right triangles.*] How does the area of the red triangle compare to the two smaller white ones? [*It's twice as big.* Can you still find parallel or perpendicular line segments? [*Have students show where they are.*]

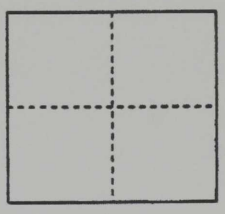
5. With the last fold done, what shape is the base of the boat? [*Quadrilateral.*] Does it have a special name? [*Trapezoid.*]

Boakes Norma J. 2006. The effects of Origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh grade classroom. *Doctoral Dissertation.* Temple University

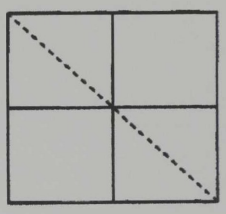
Origami-matemaatika näidistunni materjal-2

Sailboat- Folding instructions

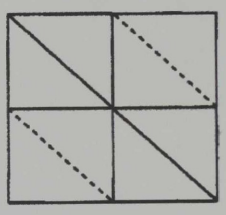
1. Start with white side up. Fold one side of square to meet its opposite side. Do this for both set of opposite sides.



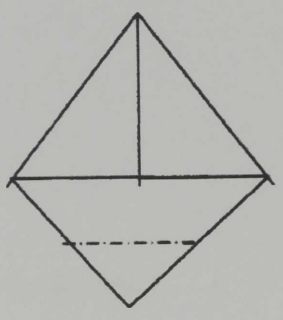
2. Flip paper over to colored side. Then fold one corner of the square to meet an opposite corner of a square. Crease along fold line then open back up to the original square.

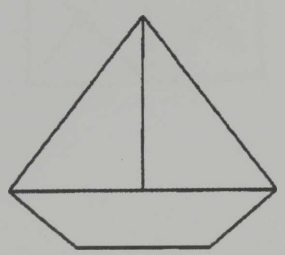


3. Flip back to the white side. Take one set of opposite corners and fold them into the center of the square, where the two existing fold lines meet.



4. Hold paper in a cupped hand so it sits naturally in it. Gently push finger in center of square where folds all meet at a point. Carefully squash along folds to make shape shown.





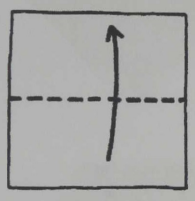
5. Fold red corner up to meet the point where the two white triangles meet.

Source: *unknown*

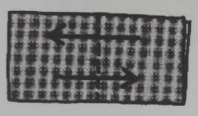
Boakes Norma J. 2006. The effects of Origami lessons on students' spatial visualization skills and achievement levels in a seventh grade classroom. *Doctoral Dissertation.* Temple University

Lisa 2. Origameetria tunni õppematerjal-1

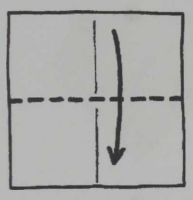
Polygon Heart by Paul Jackson



1. Fold to make a rectangle



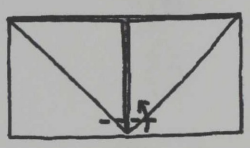
2. Fold as shown, then completely unfold



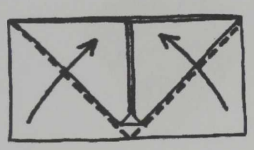
3. Fold a rectangle



4. Fold in only one corner on each side



5. Fold up the tip



6. Fold the remaining corners over the top to look like the next step

Golan, M, Jackson, P. 2009. Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami. *Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (Lang R J. toim.). Massachusetts. A K Peters, Ltd.

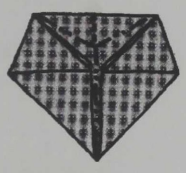
Origameetria tunni õppematerjal-2



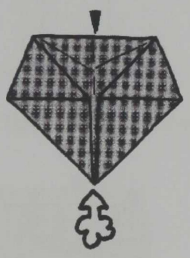
7. Fold the corners to the centre line to look like the next step



8. Fold the small triangles into the pockets



9. Fold as shown



10. Inflate. Push down on the top edge



11. Open the Heart as shown, making it hollow in the middle

Golan, M, Jackson, P. 2009. Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami. *Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (Lang R J. toim.). Massachusetts. A K Peters, Ltd.

Origameetria tunni õppematerjal-3

7 Origametria Commentary

7.1 Main Topic: Polygons

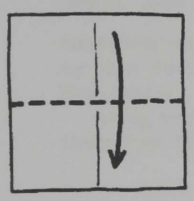
Topic of lesson. First and second grades—identify polygons by counting the number of edges. Third through sixth grades—identify and describe polygons found during the folding.

Purpose of lesson. To develop abstract thinking and to identify and describe all major polygons.

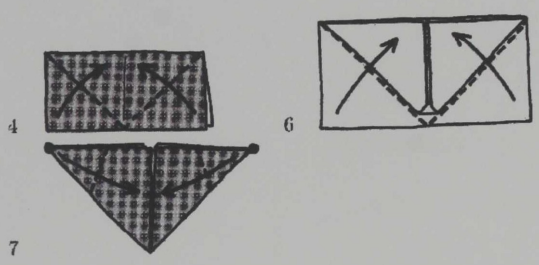
Definition of a polygon. A closed figure made from three or more straight line segments.

Definition of a square. A four-sided polygon having four equal sides and four angles of 90 degrees.

7.2 Sample Questions



Step 3. How many squares are in the paper?



Steps 4, 6, and 7. How many triangles are found in the paper? Are triangles also polygons?

Golan, M, Jackson, P. 2009. Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami. *Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (Lang R J. toim.). Massachusetts. A K Peters, Ltd.

Origameetria tunni õppematerjal-4



Step 9. What is the largest polygon?



Step 11. After the *Polygon Heart* is inflated, what polyhedron is made?

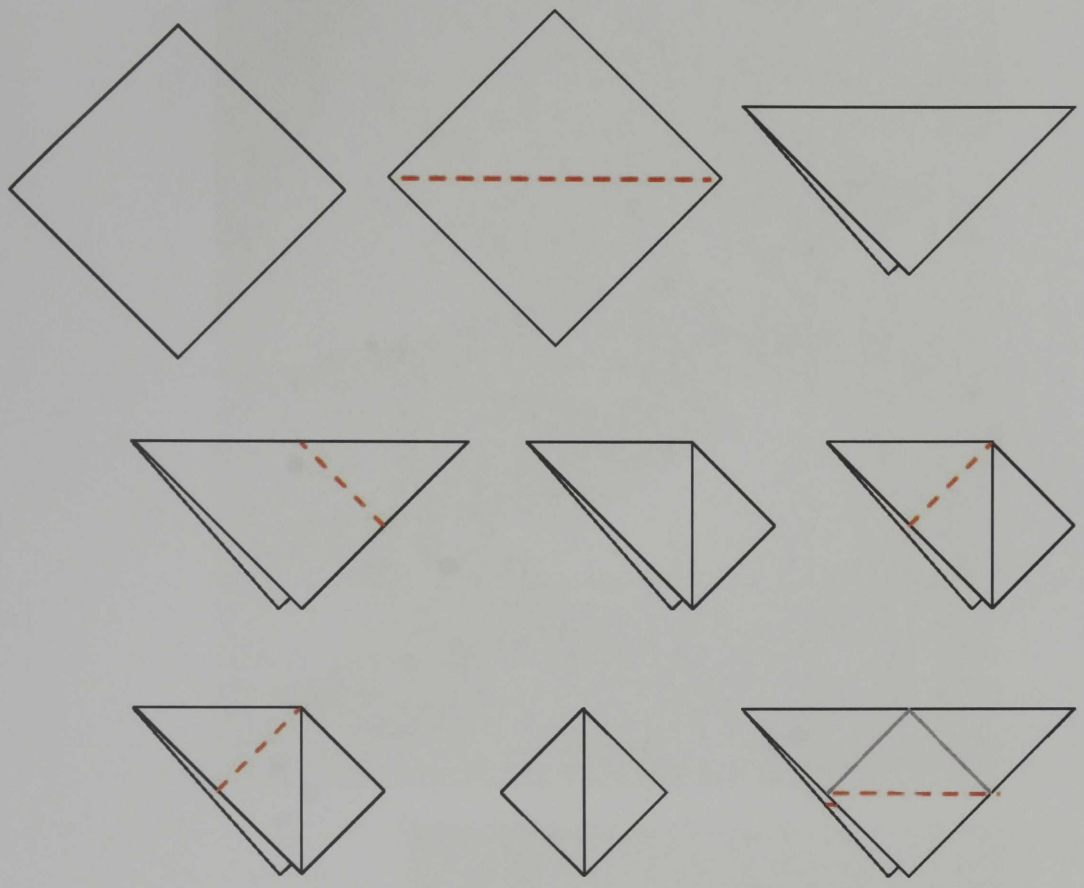
Acknowledgment. The authors gratefully acknowledge the advice of Professor Yoav Vardi and Dr. Dina Vardi and the translation of this article by Boaz Shuval.

An eight-minute movie about Origametria can be downloaded from the Green Fuse Films website, www.greenfusefilms.com/origametria.html.

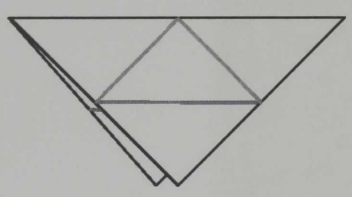
Golan, M, Jackson, P. 2009. Origametria: A Program to Teach Geometry and to Develop Learning Skills Using the Art of Origami. *Origami 4: Fourth International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education* (Lang R J. toim.). Massachusetts. A K Peters, Ltd.

Lisa 3. Joonis kodulehel

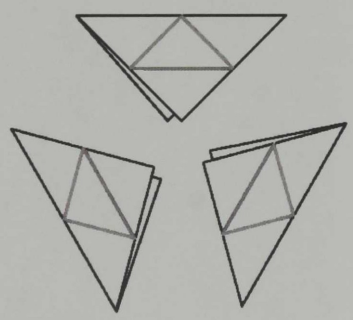
KOLMNURKNE KARP



Tee lahti ja voldi korraga üles mõlemad alumised nurgad.



Esimene moodul on valmis!
Karbi jaoks on vaja kolme moodulit.
Mooduli alumine kolmnurk on karbi põhjaks kaks külgmist kolmnurka moodustavad karbi küljed.



Tee valmis kõik kolm moodulit.
Ühe mooduli kolmnurga tipp läheb järgmise mooduli tipu sisse.
Alumised kolmnurgad (lahtise servaga) moodustavd karbi põhja.

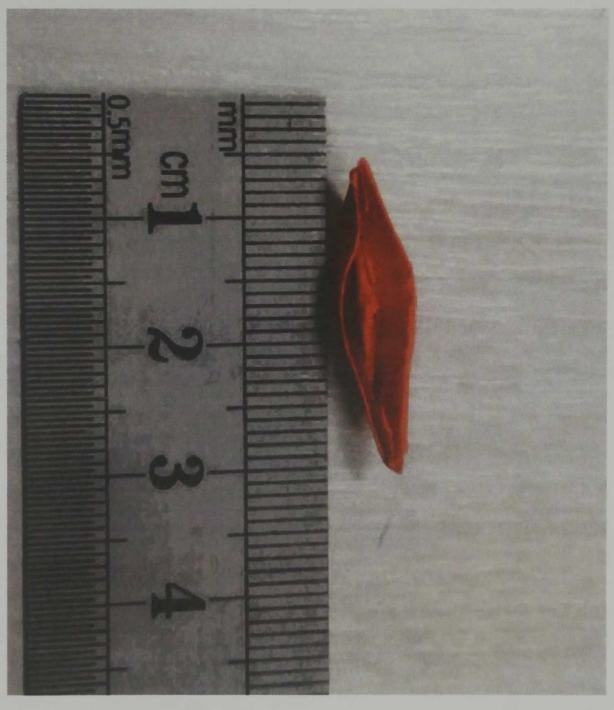
tehtud voldid

voldi siit

Evelyn Reemann 2019

Lisa 4. Kolmanda klassi laevukesed





Autor: Steven

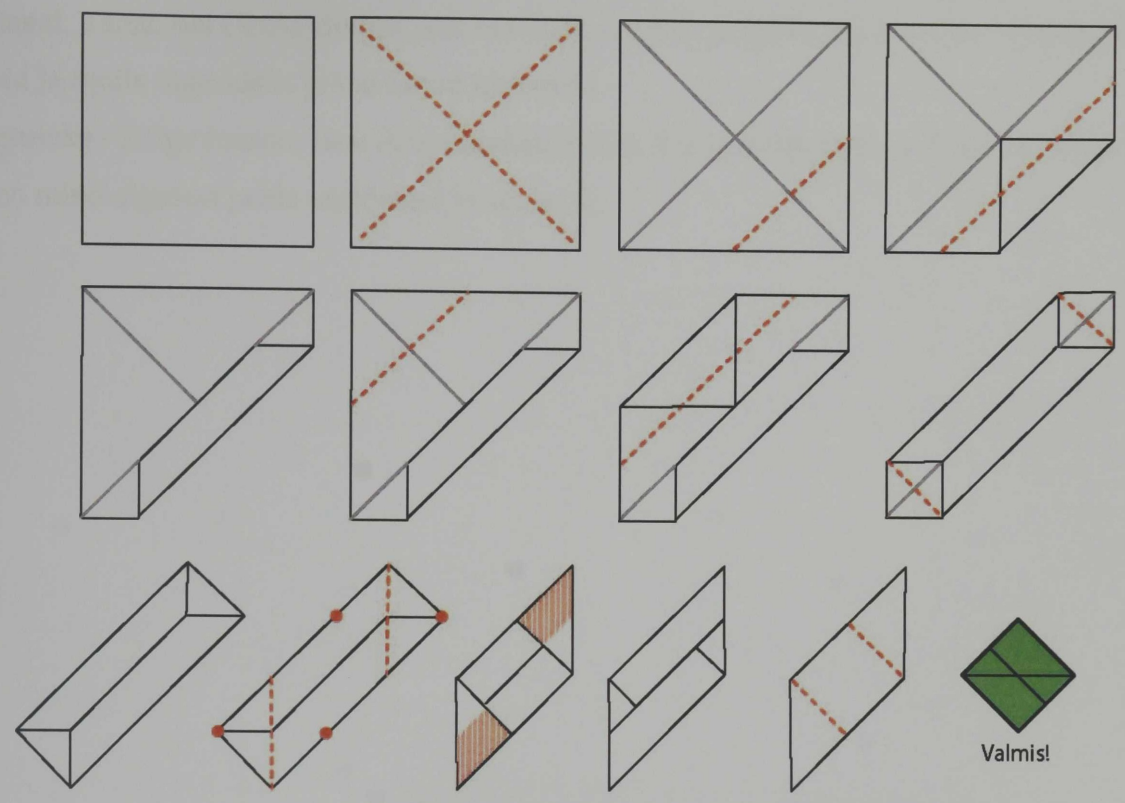
Lisa 5. Seitsmenda klassi kuubid



Autorid: Ats, Hendrik, Elmo, Kaspar, Maris, Merily, Mirelle, Rasmus ja Renee

Lisa 6. Joonis kodulehel. Moodulitest kuup

MOODULITEST KUUP



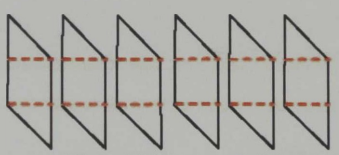
Valmis!

Peida viirutatud osa kolmnurgast selle all oleva lahtise serva alla.

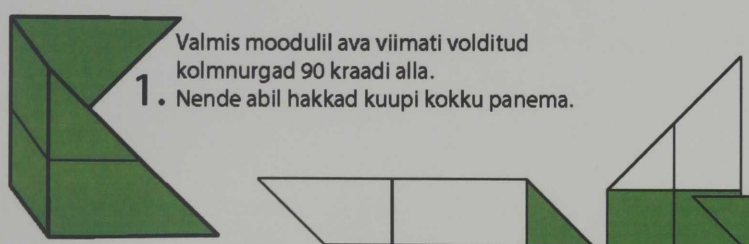
Keera moodul ümber ja voldi teravad tipud keskosa servadega paralleelselt tagasi.

tehtud voldid

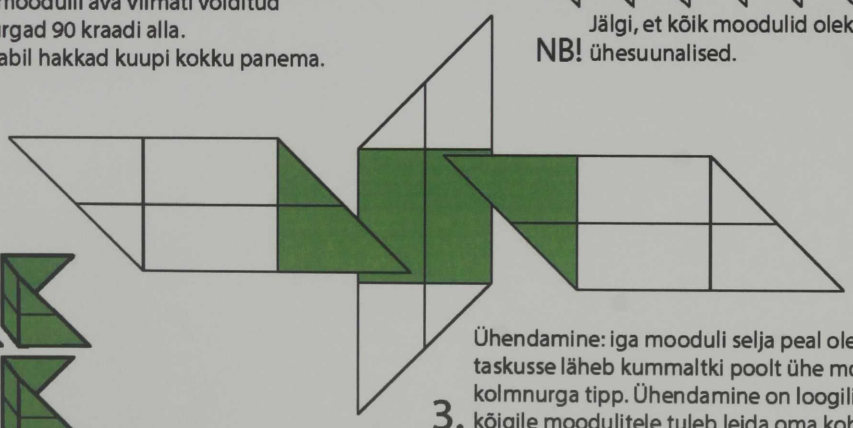
voldi sIIt



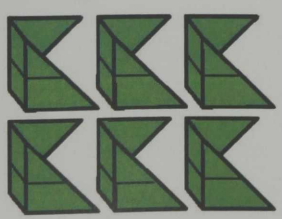
Jälgi, et kõik moodulid oleksid **NB!** ühesuunalised.



1. Valmis moodulil ava viimati volditud kolmnurgad 90 kraadi alla. Nende abil hakkad kuupi kokku panema.



3. Ühendamine: iga mooduli selja peal olevasse taskusse läheb kummaltki poolt ühe mooduli kolmnurga tipp. Ühendamine on loogiline, kõigile moodulitele tuleb leida oma koht.



2. Mooduleid on vaja voltida kuus tükki. Jälgi, et teed kõik kuus ühtemoodi. Õigel moodulil on "tasku" selja peal.

Evelyn Reemann 2019

Tänusõnad

Tahan tänada oma head juhendajat Keret Altpere, kes oli rahulik, toetav ja julge mõttega. Ta uskus minusse rohkem, kui mina ise. Tahan tänada neid väga-väga paljusid õpilasi ja õpetajaid, kes on käinud Paberimuuseumis voltimas ja mind enesele teadmata väga palju õpetanud. Tänan oma kooli õpilasi, kes innukalt voltisid, ja õpetajaid, kes kiirel ajal aega leidsid ja mulle tagasideks pikad kirjad kirjutasid.

Lõpetuseks - kõige suurem tänu Anne Rudanovskile, kes mind paberikunsti juurde lubas ja kes on mind algusest peale usaldanud ja aidanud.

Autorluse kinnitamine

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

Evelyn Reemann

08. mai 2019