

Tartu Ülikool  
Loodus- ja täppisteaduste valdkond  
Matemaatika ja statistika instituut  
Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava

Leanika Vattsar  
PÕHIKOOLI MATEMAATIKA LÕPUEKSAMIKS KORDAVATE MOODLE TESTIDE  
LOOMINE TEEMADEL ALGEBRA JA STEREOMEETRIA  
Magistritöö (15 EAP)

Juhendaja: Sirje Pihlap, MA

Tartu 2024

PÕHIKOOLI MATEMAATIKA LÕPUEKSAMIKS KORDAVATE MOODLE TESTIDE LOOMINE  
TEEMADEL ALGEBRA JA STEREOMEETRIA

Magistritöö

Leanika Vattsar

### **Lühikokkuvõte**

Põhikooli lõpetamise üheks tingimuseks on lõpueksamite sooritamine. Üheks põhikooli kohustuslikuksksamiks on matemaatika lõpueksam, mille koostab Haridus- ja Noorteamet ning see toimub kevadeti üleriigiliselt paber kandjal. Aina enam viiakse läbi ka erinevaid teste veebis. Samas puuduvad automaatskontrollitavad veebipõhisedksamiks kordavad testid, mida oleks õpilastel võimalik korduvalt lahendada saades igal korral uued ülesanded. Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua veebipõhised testid teemal algebra ning stereomeetria, et need oleksid abiks põhikooli lõpetajale matemaatika lõpueksamiks kordamisel. Algebra teemal valiti alateemad üks- ja hulkliikmed ning ratsionaalavaldised. Testid loodi Moodle keskkonnas ning olid automaatskontrollitavad, seega said õpilased kohese tagasisidet oma testide sooritusele koos ühe võimaliku lahenduskäiguga. Õppematerjalile arendusettepanekute ning hinnangu saamiseks küsiti tagasisidet nii õpilastelt kui õpetajatelt. Õppematerjali hindas viisteist õpilast ning kolm õpetajat. Nii õpetajate kui õpilaste hinnangul on õppematerjali võimalik kasutada antud teemadelksamiks kordamisel.

**CERCS teaduseriala:** S270 Pedagoogika ja didaktika

**Võtmesõnad:** koolimatemaatika, digitaalne õppematerjal, teadmiste testid, põhikooli lõpueksam

CREATION OF REVISION MOODLE TESTS ON ALGEBRA AND STEREOMETRY FOR BASIC  
SCHOOL MATHEMATICS FINAL EXAM

Master's thesis

Leanika Vattsar

**Abstract**

One of the conditions for graduating from basic school is passing the final exams. One of the mandatory exams in basic school is the final exam in mathematics, which is prepared by the Education and Youth Board and is held nationwide in the spring in paper format. More and more, various tests are also conducted online. At the same time, there are no automatically checking web-based revision tests for the exam, which students can solve repeatedly, getting new tasks each time. The aim of this master's thesis was to create online tests on the subject of algebra and stereometry, so that they would be helpful to basic school graduates when they revise for the mathematics final exam. In the algebra topic, the subtopics single and multiple terms and rational expressions were chosen. The tests were created in the Moodle environment and were automatically checked, so students received immediate feedback on their test performance with one possible solution. Both students and teachers were asked for feedback in order to get development suggestions and evaluation of the learning material. Fifteen students and three teachers evaluated the learning material. In the opinion of both teachers and students, it is possible to use the study material when revising these topics for the exam.

**CERCS scientific field:** S270 Pedagogy and didactics

**Keywords:** school mathematics, digital educational material, knowledge tests, basic school final exam

## Sisukord

Sissejuhatus.....	6
1. Teoreetiline ülevaade.....	7
1.1 Matemaatika põhikooli lõpueksam.....	7
1.2 Veebipõhistest testidest.....	8
1.3 Moodle keskkond.....	9
1.4 Digitaalse õppematerjali koostamine.....	11
1.4.1 ADDIE mudel.....	12
1.4.2 LORI mudel.....	13
1.5 Töö eesmärk ja uurimisküsimused.....	14
2. Metoodika.....	15
2.1 Planeerimine.....	15
2.2 Tegutsemine.....	16
2.2.1 Ülesannete koostamine.....	17
2.2.2 Moodle testide koostamine.....	18
2.3 Vaatlemine.....	20
2.3.1 Valim.....	20
2.3.2 Andmete kogumine.....	21
2.4 Analüüs ja andmete esitamine.....	22
3. Tulemused ja arutelu.....	22
4. Kokkuvõte.....	28
Tänuõnad.....	29
Autorsuse kinnitus.....	29
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	30
Kasutatud allikad.....	31
Lisa 1. Üks- ja hulkliikmete testi näidis.....	35
Lisa 2. Ratsionaalavaldised I testi näidis.....	38
Lisa 3. Ratsionaalavaldised II testi näidis.....	40
Lisa 4. Stereomeetria I testi näidis.....	42

## 5 Põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordavate Moodle testide loomine

Lisa 5. Stereomeetria II testi näidis.....	45
Lisa 6. Testi tagasiside näidis.....	47
Lisa 7. Küsimustik õpilastele.....	51
Lisa 8. Küsimustik õpetajale.....	54

## Sissejuhatus

Põhikoolis on matemaatikaõpetuse eesmärgiks kujundada õpilastes eakohane matemaatikapädevus ehk kujundada õpilastes matemaatika mõistete, seoste ja protseduuride tundmine, mõistmine ja rakendamine nii eluliste kui ainealaste probleemide lahendamisel (Põhikooli riiklik õppekava Lisa 5, 2011). Põhikooli lõpetamiseks tuleb õpilasel sooritada ka matemaatikaõpetuses põhikooli lõpueksam, millega hinnatakse põhikoolis omandatud teadmisi ja pädevusi (Haridus- ja Noorteamet, 2024). Põhikooli matemaatika lõpueksam toimub kirjalikult, nendes ülesannetes puuduvad valikvastustega ülesanded ning sellest tulenevalt nõuab ülesannete lahendamine õpilastes õpitu mõistmist, seostamist ja rakendamist (Arismaa, 2023). Enamasti koostataksegi vabavastusega ülesandeid matemaatikas, keemias ja füüsikas (Mikk, 2002).

Aina enam tehakse teste ka veebikeskkonnas, näiteks erinevad tasemetööd, sisseastumiskatsed jms. Säästmaks õpetajate aega ülesannete kontrollimisel, on kasulik veebikeskkonnas koostada teste, mis on automaatkontrolliga ehk õpilased saavad peale testi lahendamist koheselt teada, kas neil on õiged või valed vastused. Kasutades loodud aineteste korduvalt võimaldab ka seegi kokku hoida õpetajate aega (Mikk, 2002).

Tänapäeval on mitmeid erinevaid veebipõhiseid keskkondi, milles õppematerjali koostada, osa keskkondi on tasulised ning osa tasuta. Üheks tasuta veebikeskkonnaks, mis on loodud riiklikele üldhariduskoolidele, kutseõppeastustele ja kõrgkoolidele, on Moodle (HTM Moodle, s.a). Igal koolil on oma Moodle keskkond ning kooli Moodle administraator saab sinna lisada nii õppijad kui õpetajad, mis annab õpetajatele võimaluse oma õppetööd läbi viia veebikeskkonnas. Sellest lähtuvalt on võimalik koostatud õppematerjale kolleegidega jagada.

Õpetaja üheks kutsekompetentsiks on digioskuste arendamine ning digitehnoloogiate mõtestatud kasutamise toetamine (Kutsekoda, 2020). Seega on õpetajal aina arenevas ühiskonnas oluline oma digioskusi arendada ning kasutada digitehnoloogiat eesmärgipäraselt oma õppeainetes (Kutsekoda, 2020). Kasutades tänapäeval antud ressursse on võimalik luua õppematerjali veebikeskkonnas. Kui koostatud õppematerjal on kvaliteetne (Aluoja *et al.*, 2015) ning vastab õppekavale (Põhikooli riiklik õppekava, 2011), siis aitab see hoida kokku õpetaja aega (Kallas, 2013). Kasu saavad sellest ka õpilased, sest kordamise eesmärgil koostatud testid, mis on automaatkontrollitavad, soodustavad õppija arengut (Valdez & Maderal, 2021).

## 1. Teoreetiline ülevaade

### 1.1 Matemaatika põhikooli lõpueksam

Eestis põhikooli lõpetamiseks peab õpilane sooritama 9. klassis kolm eksamit – eesti keel, matemaatika ja valikeksam (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Erisusega õpilane sooritab põhikooli lõpueksami asemel koolieksami. Lõpueksamid toimuvad üleriigiliselt kevadeti ühel ja samal ajal ning ühesugusena (Haridus- ja Noorteamet, 2024), eksamid koostab Haridus- ja Noorteamet.

Lõpueksamite eesmärgiks on hinnata õpilase omandatud teadmisi ja pädevusi põhikoolis (Haridus- ja Noorteamet, 2024). Põhikooli matemaatika lõpueksami ülesannete lahendamine nõuab õpilastes õpitu mõistmist, seostamist ja rakendamist (Arismaa, 2023). Lõpueksam ei võimalda küll hinnata igat üksikut õpitulemust, kuid samas annab see võimaluse anda hinnang õpilase matemaatikateadmiste ja -oskuste mitmekülguse ja rakendavuse kohta (Arismaa, 2023). Lisaks on põhikooli lõpueksami eesmärgiks anda objektiivset tagasisidet nii õpilasele, tema vanematele, kooli pidajale kui ka riigile õppimise ja õpetamise tulemuslikkuse kohta ning kooli panusest õppija edasijõudmisest (Tasemetööde ning põhikooli..., 2023). Lõpueksami ülesannetes on esindatud arvutamise ja andmete, protsendi, algebra, funktsioonide ja geomeetria õpitulemused (Arismaa, 2023).

Erinevatel aastatel koostatud eksamitööd ei ole otseselt võrreldavad, sest puuduvad kindla tugipunktiga ülesanded (igal aastal on eksamitöös unikaalsed ülesanded), küll aga on võimalik eksamitööid kaudselt võrrelda, sest eksamitöö struktuur, koostamise põhimõtted ning mõõdetavad õpitulemused on säilinud muutumatuna (Arismaa, 2023). Põhikooli matemaatika lõpueksami võrdlevates analüüsides analüüsitakse tulemusi ning neid võrreldakse erinevate aastate tulemustega, lisaks analüüsitakse tulemusi õppuri soo, soorituskeele, koolitüübi ja piirkondliku paiknemise järgi (Arismaa, 2023; Kirsipuu, 2022). Aastate 2018-2021 võrdlevas analüüsis on välja toodud, et aastal 2021 on võrreldes eelnevate aastatega keskmine tulemus kõige madalam (55,6%) (Kirsipuu, 2022), küll aga 2023. aasta põhikooli lõpueksami aruandes on välja toodud, et keskmine eksamitulemus on kasvanud võrreldes 2021 aasta keskmise tulemusega, aastal 2022 oli keskmine 59,6% ning aastal 2023 64,5% (Arismaa, 2023). Lõpueksami analüüsitavad andmed ei võimalda teha järeldusi, millest erinevate aastate eksamitulemuste muutused on tingitud (Kirsipuu, 2022).

Lõpueksamiks valmistumisel on võimalik nii õpetajal kui õpilasel kasutada Haridus- ja Noorteameti kodulehel olevaid eksamimaterjale ja ülesandeid (Haridus- ja Noorteamet,

2024). Lisaks on erinevad kirjastused avaldanud õppematerjale põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordamiseks, näiteks kirjastus Maurus on avaldanud Allar Veelmaa koostatud tööraamatuid erinevatel aastatel, nii ka aastal 2024 (Veelmaa, 2024) ning Argo kirjastus on avaldanud erinevatel aastatel Helgi Uudeleppa tööraamatud, nii ka aastal 2024 (Uudelepp, 2024). Veel pakub näiteks Tartu Ülikool põhikooli lõpetajatele eksamiteks ettevalmistavaid e-kursusi (Tartu Ülikool, 2024). Aastal 2023 pakkusid Tallinna Ülikool, Tallinna Tehnikaülikool ning Tartu Ülikool põhikooli lõpetajatele tasuta Haridus- ja Teadusministeeriumi toetusel e-kursusi põhikooli eksamiteks valmistumisel, eelnevatel aastatel läbiviidud kursused on olnud osalejate seas populaarsed (Haridus- ja Teadusministeerium, 2023). Ka aastal 2024 korraldas Tartu ülikool erinevateks eksamiteks ettevalmistavaid kursusi, kuid aastal 2024 olid need tasulised (Tartu Ülikool, 2024). Seega on õpilastele loodud erinevaid võimalusi põhikooli lõpueksamiks kordamiseks, kuid enamasti on need kordavad testid või materjalid tasulised. Töö autorile teadaolevalt puuduvad põhikooli lõpueksamiks kordavad testid, mida oleks võimalik õpilastel iseseisvalt korduvalt lahendada, automaatkontrollitavad ning tasuta.

### 1.2 Veebipõhistest testidest

Test on mõõtevahend, mille abil on võimalik mõõta inimese isikuomadusi, teadmisi ja oskusi, ainetest on aga küsimuste ja ülesannete kogum, mille abil mõõdetakse õpilase õpitulemusi ehk õppeainepädevusi (Mikk, 2002). Ainetestide lahendamine on üks õppemeetodidest, mis toetab sügavat õppimist ning annab õpilastele võimaluse oma teadmisi iseseisvalt testida (Agarwal *et al.*, 2021). Testimine annab õppijale tagasisidet selle kohta, mida tal oleks vaja veel õppida või harjutada (Agarwal *et al.*, 2021).

Veebipõhiselt matemaatika teadmiste omandamine ja nende arendamine sõltub õpilase suhtumisest, motivatsioonist, aktiivsest osavõttust ja eneseregulatsioonist (Binti Abd Aziz *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2014). Veebiõpet läbi viies, tuleks õpilastele rõhutada, et veebiõpe erineb kontaktõppest ning veebiõppes sõltub õppimine õpilase enda aktiivsusest ja iseseisvusest (Bringula *et al.*, 2021). Efektiivseks õppeprotsessiks soovitatakse aga kasutada erinevaid õppemeetodeid lõimituna (näiteks veebikursused koos kontakttundidega), sest sellisel juhul saavad õpilased oma iseseisvuse tasemest hoolimata oma teadmisi arendada ning õppida, samal ajal säilib ka õpilase autonoomia (Yen & Liu, 2009). Sellisel juhul saavad iseseisvamad õpilased ise uurida ning vähesema iseseisvusega õppijad saavad õpetajalt abi küsida.

Nguyen & Kulm (2005) viisid läbi uuringu õpilaste seas, kus üks osa õpilasi lahendas kodutöid paberi ja pliiatsi abil ning teine osa sai ülesandeid lahendada veebis ja seda mitu korda. Õpilased, kes lahendasid ülesandeid veebis said kohest tagasisidet oma lahenduse kohta. Lisaks oli neil võimalus testi uuesti sooritada piiramatul arv kordi ning uues testis olid erinevad ülesanded võrreldes esialgse testiga. Uuringus selgus, et õpilastel, kes lahendasid testi veebis ning kellel oli võimalus sooritada testi mitu korda kohese tagasisidega, oli matemaatikaalane saavutus kõrgem kui neil, kes lahendasid kodutöid paberi ja pliiatsiga ning kes ei saanud kohest tagasisidet. Ka Liu & Wu (2021) on välja toonud, et veebipõhiste testide üheks eeliseks on kohene tagasiside õpilastele, mille abil saavad õpilased näha, kuidas neil test läks. Samas ei ole võimalik veebipõhiste testidega kõiki oskuseid hinnata, näiteks ei ole võimalik hinnata graafikute joonestamise oskust (Liu & Wu, 2021).

Valdez & Maderal (2021) uurisid, millised on õpilaste hinnangud veebipõhiste ülesannete lahendamisele ning nende motivatsiooni veebipõhiste tööde abil matemaatika õppimiseks. Uuringus selgus, et tehnoloogia kasutamine õppetöös on vajalik ning veebipõhised testid on kasulikud kohese tagasiside tõttu, eriti kui on võimalik teste teha korduvalt. Õpilased kasutasid veebipõhiste testide lahendamist eksamiteks valmistumisel, sest testid andsid tagasisidet selle kohta, mida peaks veel õppima ja harjutama.

Tänapäeval kasutatakse aina rohkema veebipõhiste kodutööde süsteemi, mis annab õpilasele võimaluse erinevate testide või ülesannete lahendamiseks piiramatul arv kordi (Lord & Torff, 2021; Valdez & Maderal, 2021). Erinevad uuringud on näidanud, et veebipõhiste kodutööde tegemine avaldab positiivset mõju õpilaste õpitulemustes ning annab õpilastele võimaluse oma aega ise planeerida (Liu & Wu, 2021; Sarmiento, 2017). Lisaks on leitud, et piiramatul arv kord sooritavate veebipõhiste testide lahendamisel on kasutegur suurem madalama võimekusega õpilastel, sest see annab õpilasele võimaluse harjutamiseks ja õppimiseks (Liu & Wu, 2021; Lord & Torff, 2021; Sarmiento, 2017). Samas ei tohi unustada, et lisaks teadmistele on oluline roll veebipõhiste testide lahendamisel õppija suhtumisel matemaatikasse, kuivõrd ta oma aega ja soovi sellega tegelemisele panustab (Lipnevich *et al.*, 2016).

### **1.3 Moodle keskkond**

Õppetarkvaraks (*educational software*) nimetatakse rakendustarkvara (sinna hulka kuuluvad ka serveri- arvuti- ja mobiilirakendused), mis on loodud eesmärgiga toetada õppimist ja õpetamist (Laanpere, 2015). Üheks selliseks keskkonnaks, mida Eestis kasutatakse on

Moodle. Moodle õpiahaldussüsteem on loodud õpetajatele, õppijatele ja administraatoritele mõeldes ühtne, turvaline ja integreeritud süsteem, andes samal ajal võimaluse luua isikustatud õpikeskkondi (Moodle, 2024a). HTM Moodle on õpikeskkond, mis on mõeldud riiklikele üldhariduskoolidele, kutseõppeastustele ja kõrgkoolidele, millega saavad liituda alates 2023 aasta esimesest septembrist ainult üldhariduskoolid (HTM Moodle, *s.a*).

HTM Moodle annab võimaluse korraldada igapäevast õppetööd ning viia läbi olümpiaade ja sisseastumiskatseid (Haridus- ja teadusministeerium, 2024). Seda soodustavad keskkonda sisse ehitatud erinevad e-õppe vahendid, mille abil on keskkonnas võimalik hallata nii õppesisu (õppematerjalid, harjutused, testid jms) kui ka õppeprotsesse (juhendamine, hindamine, tagasiside jne) (HTM Moodle, *s.a*). Lisaks toetab õpetajat kursuste ja testide loomisel Moodle kodulehel olev õpetus (Moodle, 2023a) mis annab ülevaate, kuidas Moodles ühte kursust üles ehitada, milliseid seadeid kasutada, kuidas koostada testi, lisada erinevaid küsimusi ning muud kirjeldust jms.

Moodle keskkonnas on juba algselt vaikimisi olemas levinumad küsimuste tüübid (Moodle, 2024b), kuid lisaks nendele on administraatoril võimalik lisada Moodle keskkonda veel erinevaid küsimuste tüüpe (Moodle, *s.a*). Levinumateks küsimuste tüüpideks on Moodles välja toodud koos kirjeldusega järgmised küsimuste tüübid (Moodle, 2024b):

- 1) arvutuslik (*Calculated*) – antud küsimuse vastuseks oodatakse ühte kindlat arvulist väärtust;
- 2) arvutuslike valikvastustega küsimused (*Calculated multi-choice*) – küsimusele oodatakse arvulist väärtust, sobib teatud valemi rakendamiseks, arvulised väärtused genereeritakse juhuslikult ning õpilased peavad valima ette antud vastuste põhjal õige vastuse;
- 3) arvuline (*Calculated simple*) – antud küsimuse vastuseks oodatakse kindlat arvulist väärtust, sobib teatud valemi rakendamiseks, valemis olevate elementide väärtused genereeritakse juhuslikult, õpilane peab õige arvulise väärtuse sisestama;
- 4) lohista tekstile (*Drag and drop into text*) – tekstikastidena antud vastused tuleb lohutada õigetesse tekstis olevatesse lünkadesse, mis on etteantud tühja kastina;
- 5) lohistatavad märgised (*Drag and drop markers*) – märgised lohistatakse lünkadesse, kuid erinevalt lohista tekstile küsimuse tüübist ei ole õpilastele nähtavad, kuhu lünka oodatakse puudu olevat teksti või märgist;
- 6) lohista pildile (*Drag and drop onto image*) – etteantud tekst/sõnad/märgised tuleb lohutada antud pildile. Sobib näiteks rühmitamiseks;

- 7) kirjeldus (*Description*) – tegemist ei ole küsimusega, kuid see annab õpetajale võimaluse lisada testi kirjeldust;
- 8) essee (*Essay*) – antud küsimuse tüüp annab õpilasele võimaluse kirjutada pikemat teksti;
- 9) vastavusse seadmine (*Matching*) – etteantud küsimustele tuleb leida õiged vastused etteantud valikute hulgast.

Lisatavaid küsimuste tüüpe nimetatakse kolmanda osapoole küsimuste tüüpideks (*Third-party question types*), mida on administraatoril võimalik Moodle lehelt alla laadida (Moodle, s.a) ning lisada Moodlesse õpetajatele kasutamiseks oma õppeainetes (Moodle, 2024b). Allalaaditavate küsimuste tüüpide juures on Moodle lehel küsimuse tüübi nimi, kirjeldus ning lisaks on lisatud küsimuse tüübi juurde pildina näiteid, kuidas antud küsimuse tüüp on nii õpilastele on visuaalselt nähtav kui ka õpetajale, kes antud küsimuse tüüpi soovib kasutada oma küsimus(te) koostamiseks (Moodle, s.a). Selline lai valik küsimuste tüüpe võimaldab õpetajal õpet läbi viia mitmekesiselt ning koostada isikupärane kursus Moodle keskkonnas.

#### **1.4 Digitaalse õppematerjali koostamine**

Õppevara ja õppevahendid on kasutusel laiemas mõistena, mis hõlmab õppeotstarbelisi abivahendeid, riistvara ning kasutatavat tarkvara, õppematerjali defineeritakse aga teksti, ülesandeid jms sisaldavaid õppeotstarbelisi materjale, mis on kas paber kandjal või digitaalselt leiduvad (Haridus- ja Noorteamet, 2023). Digitaalset õppevara on defineeritud ka kui õppimise eesmärgil koostatud õppevara, mis koosneb tekstist, graafilistest ja multimeedia-elementidest ning võib olla ka interaktiivne (Laanpere, 2015). Digitaalne õppematerjal võib olla teatud tegevuse toetamiseks näiteks on sellisel kujul ülesanne, samas võib olla digitaalne õppematerjal ka terviklik ja iseseisev, mis tähendab, et antud materjal ei eelda teiste materjalide kasutamist, sellisel kujul on näiteks eraldiseisev õpiobjekt (Aluoja *et al.*, 2015).

Veebipõhiseid õppematerjale või e-kursusi luues tuleb lähtuda sihtrühmast, keskkonna tehnoloogilistest võimalustest ning õppematerjali loojate võimekusest (Villems *et al.*, 2013). Mida põhjalikumalt ja detailsemalt on õppematerjali eesmärk läbimõeldud ehk vastatud küsimustele mida, milleks ja kuidas hakatakse tegema, seda vähem takistusi tuleb õppematerjali koostajal ette (Aluoja *et al.*, 2015). Õppematerjali koostamiseks on loodud erinevaid mudeleid, mille järgi saab õppematerjali koostada. Mudelid kirjeldavad

õppematerjalide koostamise etappe, mida tuleks jälgida materjali koostamisel, et õppematerjal oleks eesmärgipärane (Baturay, 2008).

#### 1.4.1 ADDIE mudel

Õppematerjalide koostamiseks on mitmeid mudeleid, mille abil on võimalik luua õppematerjale, üheks neist on ADDIE (*analyzing, designing, developing, implementing, evaluating*) mudel (Greaney & Ellis, 2005), mis sobib nii traditsiooniliste kui veebipõhiste õppematerjalide loomiseks (Gawlik-Kobylińska, 2018). ADDIE mudel on ühtlasi ka üks levinumaid mudeleid õppematerjalide väljatöötamiseks (Aluoja *et al.*, 2015). ADDIE mudelit hinnatakse selle universaalsuse tõttu, sest seda mudelit on võimalik kasutada vastavalt loodava materjali eesmärkidele (Gawlik-Kobylińska, 2018).

ADDIE mudeli esimeseks etapiks on analüüsimine (*analyzing*) ning see etapp on aluseks järgnevatele etappide (Muruganatham, 2015). Analüüsimise etapp peab andma vastused didaktilistele küsimustele (Gawlik-Kobylińska, 2018). Esmalt analüüsitakse, millise sihtrühmaga on tegemist, millised on antud sihtrühma vajadused ning millised on nende teadmised ja oskused (Gawlik-Kobylińska, 2018; Greaney & Ellis, 2005; Peterson, 2003). Seejärel pannakse paika eesmärk, mida soovitakse antud õppematerjaliga saavutada ning kuidas ja millal (Gawlik-Kobylińska, 2018; Greaney & Ellis, 2005). Lisaks mõeldakse läbi, milline peab olema loodud õppevara (Greaney & Ellis, 2005). Antud etapis pannakse paika vajaminevate ülesannete tegemine, mis on sisendiks mudeli järgmisele etapile (Gawlik-Kobylińska, 2018).

Teiseks etapiks on disainimine (*designing*), mis annab täpsed vastused, milline on loodav õppevara ning kuidas selle abil õpitakse (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015). Selles etapis sõnastatakse konkreetset eesmärgid, valitakse eesmärkide täitmiseks vastav keskkond, kavandatakse õppeprotsess (Greaney & Ellis, 2005). Samuti planeeritakse ülesanded ning määratakse kindlaks hindamismeetod (Gawlik-Kobylińska, 2018; Greaney & Ellis, 2005). Disainimise etapp on sisendiks mudeli järgmisele etapile (Muruganatham, 2015).

Kolmandaks etapiks ADDIE mudelis on arendamine (*developing*), milles toimub õppevara loomine (Greaney & Ellis, 2005). Antud etapp seob analüüsi ja disaini etappe (Muruganatham, 2015). Selles etapis luuakse vastavad ülesanded ning viiakse need vastavasse õpikeskkonda (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015). Lisaks toimub

materjalide kontrollimine ja katsetamine (Gawlik-Kobylinska, 2018), kas koostatud õppematerjalid on antud keskkonnas toimivad vastavalt eeldustele (Greaney & Ellis, 2005).

Neljandaks etapiks on rakendamine (*implementing*) ehk protsess, mille käigus edastatakse loodud õppevara sihtrühmale ehk õppijatele (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015). Selles protsessis peab toimuma õpieesmärkide täitmine ning see protsess peab edendama õppijate arusaamist materjalist (Muruganatham, 2015).

Viimaseks ehk viiendaks etapiks on ADDIE mudelis hindamine (*evaluating*) ehk loodud õppevara tõhususe ja efektiivsuse hindamine (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015). Hindamiseks on kaks varianti – kujundav hindamine ja kokkuvõtlik hindamine (Gawlik-Kobylinska, 2018; Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015; Peterson, 2003). Kujundav hindamine toimub õppevara koostamise igas etapis (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015). Kujundava hindamise eesmärgiks on õppevara täiendada enne kui seda hakatakse kasutama ja rakendama (Muruganatham, 2015). Kokkuvõtlik hindamine toimub peale õppevara rakendamist (Greaney & Ellis, 2005; Muruganatham, 2015) ning sellel hindamisel küsitakse lisaks õppijate tagasisidet (Peterson, 2003). Kokkuvõtva hindamise eesmärgiks on hinnata loodud õppevara tõhusust ning teha otsus, kas jätkata loodud õppevara kasutamist (Muruganatham, 2015).

#### 1.4.2 LORI mudel

Digitaalse õppematerjali kvaliteeti on võimalik kontrollida LORI (*Learning Object Review Instrument*) mudeli järgi, kui õppematerjal vastab mudelile, siis võib väita, et antud õppematerjal on kvaliteetne (Aluoja *et al.*, 2015). LORI mudel kontrollib digitaalse õppematerjali järgmiseid aspekte (Akpinar, 2009; Leacock & Nesbit, 2007; Nesbit *et al.*, 2004):

- 1) sisu kvaliteeti (*Content Quality*) – õppematerjal peab olema ainealaselt ja keeleliselt korrektne ning veavaba, lisaks peab õppematerjal olema piisavalt detailne, et moodustaks sisulise terviku;
- 2) õppematerjali kooskõla õpieesmärkidega (*Learning Goal Alignment*) – õppematerjal peab olema loodud kindla eesmärgiga ning sõnastatud on õpitulemused, mida õppijaid suunatakse omandama, sealhulgas peab õppematerjal vastama sihtrühma vajadustele ning sisu peab olema kooskõlas eesmärkide ja õpitulemustega;

- 3) tagasisidet ja kohandatavust (*Feedback and Adaptation*) – õppematerjali peab olema õpilastel võimalik iseseisvalt kasutada ning saada õppimise kohta tagasisidet, lisaks peab olema õppematerjali võimalik kasutada erineva taustaga õpilastega;
- 4) motiveeritust (*Motivation*) – õppematerjal peab olema eakohane nii sisult kui raskusastmelt, arvestama õppija eelteadmistega ning toetama õppija õpioskuste arengut. Õppematerjal peab arvestama õppija huve ning peab olema õppija jaoks kaasav;
- 5) esitluse kujundust (*Presentation Design*) – kujundus peab toetama õppimist, lisatud tekst ja graafika peavad olema selged ning toetama õppimist;
- 6) kasutajasõbralikkust (*Interaction Usability*) – õppematerjal peab olema visuaalselt köitev, liigendatud ning sobima kasutamiseks lisaks tavaõppijatele ka erivajadustega õppijatele;
- 7) kättesaadavust (*Accessibility*) – õppematerjal peab olema avalikustatud ning sisaldama metaandmeid. Õppematerjali on võimalik kasutada levinumate operatsioonisüsteemide, tarkvarade ja seadmetega. Lisaks peab sobima kasutamiseks erivajadustega õpilastele.
- 8) korduvkasutatavust (*Reusability*) – õppematerjali peab olema võimalik kasutada erinevates õpituatsioonides ning erineva taustaga õppijatega;
- 9) standarditele vastavust (*Standards Compliance*) – kui õppematerjal on kasutatud teiste autorite materjale, siis on autoritele ning nende materjalidele korrektselt viidatud, lisaks peab õppematerjal vastama rahvusvahelistele standarditele ja nõuetele.

LORI mudelis hinnatakse igat aspekti viie punktilise skaala järgi hindamaks õppematerjali kvaliteeti, lisaks hindade lisatakse juurde ka kommentaar antud aspekti kohta (Nesbit *et al.*, 2004). Kvaliteetse õppematerjali kasutamine aitab tõsta õppetöö kvaliteeti ning lisaks annab see võimaluse kasutada erinevaid õppemeetodeid tunni läbiviimisel (Aluoja *et al.*, 2015).

## 1.5 Töö eesmärk ja uurimisküsimused

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on koostada Moodle keskkonnas veebipõhised testid teemadel algebra ja stereomeetria kordamiseks, mis aitaksid 9. klassi õpilastel valmistuda põhikooli matemaatika lõpueksamiks.

Sellest tulenevalt püstitas töö autor uurimisküsimused:

1. Kuidas hindavad õpilased koostatud veebipõhiste testide sobilikkust põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordamisel?

2. Kuidas hindavad õpetajad koostatud veebipõhiste testide sobilikkust 9. klassi õpilaste matemaatika lõpueksamiks kordamisel?
3. Millised on õpilaste ja õpetajate ettepanekud antud õppematerjali parendamiseks?

## 2. Metoodika

Käesolev magistritöö põhineb tegevusuuringul. Tegevusuuring (*action research*) on teaduslik uuring, mille eesmärgiks on parandada erialase tegevuse kvaliteeti (Löfström, 2011).

Pedagoogiliste tegevusuuringute peamine eesmärk on uurida õpetamis- ja õppimispraktikat eesmärgiga muuta praktikat ning aidata kaasa teoreetiliste teadmiste omandamisele (Norton, 2009). Tegevusuuring erineb teistest uurimisviisidest kohese rakendamise poolest, sest uurijale on vastava tegevuse rakendamine tulemus, küll aga on vaja rakendamise tulemusi hinnata (Löfström, 2011). Seega on oluline uurimise lõpus välja tuua, mida on vaja muuta oma tegevuses (Norton, 2009). Peamine erinevus haridusliku uuringu ja tegevusuuringu vahel on see, et tegevusuuringus uuritakse iseenda õpetamisviise ja praktikaid keskendudes kitsale ringkonnale ja lähtudakse praktikast, kuid haridusliku uuringuga uuritakse teiste õpetamisviise, meetode ja praktikaid üldisemalt, seega tegevusuuringu tulemustele toetudes ei ole võimalik teha ei üldistusi (Löfström, 2011).

Tegevusuuringut kujutatakse tsüklilise protsessina, mille etappideks on planeerimine (*planning*), tegutsemine (*acting*), vaatlemine (*observing*) ja reflekteerimine (*reflecting*) (Kember, 2000).

### 2.1 Planeerimine

Tegevusuuringu esimeseks etapiks on planeerimine. Selles etapis tuvastatakse probleem, millega hakatakse tegelema, seoses sellega kaardistatakse hetkeolukord ning tutvutakse kirjandusega, lisaks määratakse sihtrühm ning tuvastatakse eetikaküsimused (Löfström, 2011).

Käesoleva töö esimeses osas, teoreetilise ülevaate all, selgitatakse põhikooli matemaatika lõpueksami seost põhikooli lõpetamisega, põhikooli lõpueksami koostamist ning läbiviimist. Samuti tuuakse välja, kuidas on võimalik õpilastel põhikooli lõpueksamiks valmistuda. Veel antakse ülevaade veebipõhistest testidest, tuuakse välja nende kasulikkus, seos õppija arenguga ning soovitusel testide läbiviimiseks ja koostamiseks lähtuvalt erinevatest uurimustest (Agarwal *et al.*, 2021; Binti Abd Aziz *et al.*, 2020; Bringula *et al.*,

2021; Kim *et al.*, 2014; Lipnevich *et al.*, 2016; Liu & Wu, 2021; Lord & Torff, 2021; Nguyen & Kulm, 2005; Valdez & Maderal, 2021; Sarmiento, 2017; Yen & Liu, 2009). Nendele uurimustele tuginedes otsustati kordavad testid koostada veebikeskkonnas Moodle, mis on riiklikele koolidele saadaval ning kasutuses (HTM Moodle, *s.a*).

Töö autorile teadaolevalt ei ole põhikooli matemaatika lõpueksamiks tasuta avalikult kättesaadavaid digitaalseid teste, mis oleksid automaatkontrollitavad, teemade kaupa ning korduvalt lahendatavad erinevate ülesannetega, mis lisaks annaksid õpilasele peale testi sooritamist vähemalt ühe võimaliku lahenduskäigu. Lisaks ei olnud selliseid teste ka koolis, kus töö autor töötab. Seoses sellega püstitas töö autor eesmärgi koostada Moodle testid põhikooli lõpueksamiks teemadel stereomeetria ja algebra kordamine koolile, kus töö autor töötab matemaatikaõpetajana. Uurimaks õppematerjali kvaliteeti ning seoses sellega, et sihtrühmaks olid 9. klassi õpilased, siis oli vajalik 9. klassi õpilaste hinnang koostatud õppematerjalile. Selleks, et õpilased võiksid anda tagasisidet koostatud testidele, oli oluline küsida lastevanematelt nõusolek lapse osalemise kohta uurimuses. Lähtudes uurimuse eetilistest nõuetest (Hirsjärvi, Remes, & Sajavaara, 2005) oli uurimuses osalemine vabatahtlik, uurimusest informeeriti nii õpilasi kui lapsevanemaid ning uurimuses osalemise eest ei saadud tasu.

## 2.2 Tegutsemine

Uurimise teises etapis hakatakse probleemile otsima lahendusi, määratakse tegutsemisviis, tutvutakse kirjandusega, tutvutakse õppekavaga, koostatakse õppematerjal, võetakse ühendust kooli juhtkonnaga, lapsevanemate ja õpilastega (Löfström, 2011).

Tegutsemise eesmärgiks oli luua Moodle keskkonnas kordavad testid põhikooli matemaatika lõpueksamiks teemadel algebra ja stereomeetria. Algebra teema all võeti fookusesse üks- ja hulkliikmed ning ratsionaalavaldised. Seega tutvus töö autor esmalt õppematerjali koostamise mudelitega ning seejärel digitaalse õppematerjali kvaliteedi mudeliga. Õppematerjali koostamisel lähtuti ADDIE (*analyzing, designing, developing, implementing, evaluating*) mudelist (Greaney & Ellis, 2005). Vastavalt ADDIE mudeli esimesele etapile määras töö autor sihtrühma, otsustas, millised testid tuleb luua vastavalt õpilaste teadmistele ja oskustele. Lisaks määras õppematerjali eesmärgi. Mudeli teises etapis valis töö autor õppematerjali koostamiseks sobiva keskkonna, määras täpsema teema, kontrollitavad ja saavutatavad õpitulemused ning hakkas koostama ülesandeid. ADDIE

mudeli kolmandas etapis töö autor hakkas looma õppevara, lisas valitud ülesanded veebikeskkonda, kontrollis ja katsetas, kuidas ülesanded ja testid toimivad.

Kõik õppematerjali koostamise etapid arutleti juhendajaga läbi. Lisaks edastati kõik koostatud ülesanded juhendajale hinnangu saamiseks, vajadusel tehti koostatud ülesannetesse ning testidesse parandusi ja parendusi, et koostatud õppematerjal oleks võimalikult kvaliteetne ning eesmärgipärane.

### 2.2.1 Ülesannete koostamine

Ülesannete koostamisel võttis töö autor aluseks Põhikooli riiklik õppekava (Põhikooli riiklik õppekava, 2011), et koostatud ülesanded valitud teemadel testides kontrolliks riiklikus õppekavas olevaid õpitulemusi (Tabel 1).

**Tabel 1.** Testides kasutatud õpitulemused lähtudes Põhikooli riiklikus õppekavast (Põhikooli riiklik õppekava, 2011).

Teema	Algebra	Stereomeetria
<b>Õpitulemused</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>üks ja hulkliikmete korrastamine; üks- ja hulkliikmete liitmine, lahutamine ja korrutamine ning üksliikmete ja hulkliikmete jagamine üksliikmega;</li> <li>hulkliikmete tegurdamine (sealhulgas ruutude vahe, summa ruudu ja vahe ruudu abivalemite kasutamine ning ruutkolmliikme tegurdamine);</li> <li>kuni kolmetehteliste täisavaldiste lihtsustamine;</li> <li>algebraalse murru laiendamine ja taandamine ning nende liitmine, lahutamine, korrutamine ja jagamine;</li> <li>kahetehteliste ratsionaalavaldiste lihtsustamine;</li> <li>harilike murdude arvutusreeglite üldistamine algebraalitele murdudele.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pythagorase teoreemi rakendamine;</li> <li>täisnurkse kolmnurga joonelementide leidmine;</li> <li>tasandiliste kujundite (korrapärase hulknurk, kolmnurk, rööpkülik, trapets, ring) ümbermõõdu ja pindala arvutamine;</li> <li>ruumiliste kujundite (püstprisma, püströöptahukas, püramiid, silinder, koonus, kera) joonelementide arvutamine ning nende ümbermõõdu, pindala ning ruumala arvutamine;</li> <li>pikkus-, pindala- ja ruumalaühikute teisendamine.</li> </ul>

Ülesannete koostamise etapis oli oluline määrata, millised ülesandetüüpe testides täpsemalt kasutatakse. Jaan Mikk (2002) on välja toonud, et testiülesanded jagunevad:

- 1) valikvastustega ülesanneteks – ülesannetele on lisatud valikvastused ning vastaja peab valima õige vastuse;
- 2) vabavastuselised ülesanneteks – õpilane peab ise ülesandes vastuse kirjutama;
- 3) lünkülesanneteks - ülesanded on tekstina, milles on lüngad ning õpilased peavad lünka õige sõna või arvu kirjutama;
- 4) kõrvutamisülesanneteks – ülesanded, millele antakse ühed ja samad valikvastused, tavaliselt on antud ülesandes kaks tulpa objekte ning nende objektide vahel tuleb leida seos vastava reegli järgi;
- 5) ümberpaigutusülesanneteks – ülesanded, milles antakse objektid, mis tuleb teatud tunnuse järgi õigesse järjekorda paigutada;
- 6) esseeks - ülesanded, milles on esitatakse oma väiteid põhjendades neid varasemate kogemuste ning teadmistega;
- 7) sooritusülesanneteks – ülesanded, mis nõuavad praktiliste probleemide lahendamist teadmisi ja oskuseid rakendades.

Testides kasutatavate ülesandetüüpide määramisel oli oluline lähtuda õppematerjali eesmärgist. Seoses sellega, et õppematerjali eesmärgiks oli korrata põhikooli lõpueksamiks, siis ülesandetüüpide määramisel lähtus töö autor põhikooli matemaatika lõpueksami tavapärasest vormist. Lõpueksamis on ülesanded, mille vastus tuleb õpilasel ise kirjutada, see tähendab, et põhikooli lõpueksamites puuduvad valikvastusega ülesanded. Seega otsustas töö autor koostada enamasti vabavastusega ülesanded, kuid ühte testi lisas testi mitmekesistamiseks valikvastustega ülesandeid.

### **2.2.2 Moodle testide koostamine**

Algebra testide koostamisel lähtuti alateemadest üks- ja hulkliikmed ning ratsionaalavaldised. Teemal üks- ja hulkliikmed koostati 96 küsimust. Lähtuti Põhikooli riiklikus õppekavas olevatest õpiväljunditest (Põhikooli riiklik õppekava, 2011) ning kontrollimaks igat õpiväljundit koostati 12 erinevat oskust kontrollivat küsimust testi jaoks (vt Lisa 1), millel oli 8 varianti.

Ratsionaalavaldise testi jaoks koostati kaks erinevat testi – ratsionaalavaldised I ja ratsionaalavaldised II. Ratsionaalavaldised I test koosnes viiest erinevat oskust kontrollivast

küsimusest (vt Lisa 2), küsimusi testi jaoks oli kokku koostatud 46. Ratsionaalavalaldised II test koosnes samuti viiest erinevat oskust kontrollivast küsimusest (vt Lisa 3), selle testi jaoks oli kokku koostatud 56 küsimust. Ratsionaalavalaldised I ja ratsionaalavalaldised II test erinevad teineteisest raskusastme poolest. Ratsionaalavalaldised I kontrollib põhioskusi, algebraliste murdude liitmist, lahutamist, korrutamist ja jagamist. Ratsionaalavalaldised II testis on lisaks vaja kasutada abivalemeid ning tegurdamist.

Stereomeetria teema kordamiseks koostati kaks erinevat testi – stereomeetria I ja stereomeetria II. Stereomeetria I test koosneb kuuest küsimust erinevatel teemadel (vt Lisa 4). Kokku on testi jaoks küsimusi loodud 30. Stereomeetria II test koosneb samuti kuuest erinevast küsimusest erinevatel teemadel (vt Lisa 5) ning ka selle testi jaoks on küsimusi loodud 30. Stereomeetria I ja stereomeetria II test erineb teineteisest raskusastme poolest, stereomeetria I kontrollib valemite kasutamise oskusi ning teksti mõistmist. Stereomeetria II testis on rohkem elulisi ülesandeid ning vaja leida puuduvaid elemente arvutamiseks.

Testide koostamisel oli oluline valida esmalt Moodle keskkonnas küsimuse tüüp, mis oleks koostatud küsimusele kõige sobivam. Seoses sellega, et algebra testides oli vaja kasutada matemaatilisi sümboleid, siis algebra testi koostamisel kasutati Moodles *ShortMath* küsimusetüüpi. *ShortMath* (Moodle, 2021) küsimuse tüüp on üks lisatavaid küsimuse tüüpe, mida on võimalik administraatoril alla laadida ning mida iga kooli Moodle keskkonnas ei ole (Moodle, s.a). Algebra testi juurde valiti *ShortMath* (Moodle, 2021b) küsimuse tüüp seetõttu, et testis on vajalik vastuse kirjutamisel kasutada astmeid, sulge ja murde ning antud küsimuse tüüp andis õpilastele iga küsimuse juurde riba, millel on vastavad tehted, siis oli see küsimuse tüüp testi jaoks kõige sobilikum. Lisaks kasutati ratsionaalavalaldised I testis küsimuse tüüpi lohista ja sobita (*drag and drop matching*) testi mitmekesistamiseks, antud küsimuse tüüp annab võimaluse koostada küsimusi ning anda küsimustele rohkem vastusevariante kui on küsimusi (Moodle, 2021a).

Stereomeetria testides kasutati küsimuse tüüpi lünga täitmine (*gapfill*), mis andis võimaluse õpilasel kirjutada õige vastus lünka (Moodle, 2023b). Testides pidi õpilane kirjutama vastuse arvuna lünka ning testis oli määratud ka vastav ühik. See vältis olukorda, kus erinevad õpilased annavad erineva ühikuga vastuse.

Seoses koostatud testide eesmärgiga, et teste oleks õpilastel võimalik lahendada iseseisvalt, siis oli koostatud testid automaatkontrollitavad, mis tähendab, et peale testi esitamist nägi õpilane koheselt, kas tema vastus on õige või mitte. Lisaks nägi õpilane peale testi esitamist õigeid vastuseid ning pikemad ülesanded andsid ka tagasisidet koos ühe võimaliku lahenduskäigu ja vastusega (vt Lisa 6). Teste oli õpilasel võimalik lahendada

piiramatu arv kordi ning piiramatu ajaga. Seoses küsimuste rohkusega oli õpilasel uuesti testi tegemisel võimalik saada uued küsimused, ülesannete järjekord ning ülesanded määras testi keskkond juhuslikult.

## **2.3 Vaatlemine**

Uurimise kolmandas etapis vaatlemine rakendatakse ADDIE mudeli neljandat etappi. See tähendab, et koostatud testid edastatakse sihtrühmale ning katsetatakse õppematerjali.

Vaatlemise eesmärgiks oli koguda tagasisidet koostatud õppematerjalile. Katsetamise käigus, kui õpilased lahendasid Moodle keskkonnas teste, saadi õpilastelt ka kohest tagasisidet, näiteks kui avastati testis viga, siis parandati see kohe ära. Hiljem kontrolliti testid veelkord üle. Lisaks koostati tagasiside küsimiseks kaks eraldi küsimustikku, üks õpetajatele ning teine õpilastele, seega oli kaks eraldi valimit, mis moodustati mugavusvalimi põhimõttel.

### **2.3.1 Valim**

Esimese valimi moodustasid 9. klassi õpilased. Uurija pakkus 9. klassi õpilastele võimaluse osalemiseks uurimuses, tutvustades teemat ning eesmärki, sealjuures selgitades ka seda, mida tuleb õpilastel uurimuses osalemisel teha. Seejärel edastati ka lapsevanematele Stuudiumi vahendusel tutvustav kiri, kus selgitati samuti uurimust, selle eesmärki ning paluti ka lapsevanema nõusolekut õpilase osalemiseks uurimuses. Uurimuses osalemine oli vabatahtlik, kuid õpilased, kes soovisid osaleda uurimuses vajasisid ka lapsevanema nõusolekut. Valim moodustati mugavusvalimi põhimõttel, osalejateks olid ühe kooli õpilased. Tagamaks õpilaste anonüümsust ei küsitud õpilase nime. Kuigi teste lahendasid kõik 9. klassi õpilased, siis tagasisidet küsiti 15 õpilaselt, kelle vanemad andsid uurimuses osalemiseks loa.

Teise valimi moodustasid õpetajad, kes töötasid matemaatikaõpetajatena. Õpetajate poole pöördus autor isiklikult tutvustades uurimust ning küsis, kas õpetajad oleksid nõus olema uurimuses. Kõik kolm õpetajat olid nõus osalema uurimuses. Õpetajad ehk eksperdid valiti osalema uurimuses, et saada tagasisidet koostatud õppematerjalile ning hinnata õppematerjali kvaliteeti. Kõigil kaasatud õpetajatel on olemas kutsetunnistus ehk antud õpetajad omavad kõrgharidust õpetaja erialal. Anonüümsuse tagamiseks ei küsitud õpetajatelt taustaandmeid, mille põhjal oleks võimalik viia kokku kindel õpetaja tema poolt küsimustikule vastatud vastustega.

### 2.3.2 Andmete kogumine

Esimesele uurimisküsimusele “Kuidas hindavad õpilased koostatud veebipõhiste testide kasulikkust põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordamisel?” vastuse saamiseks koostati küsimustik õppijale. Küsimustiku koostamisel lähtuti erinevatest uurimustest (Agarwal *et al.*, 2021; Binti Abd Aziz *et al.*, 2020; Bringula *et al.*, 2021; Kim *et al.*, 2014; Lipnevich *et al.*, 2016; Liu & Wu, 2021; Lord & Torff, 2021; Nguyen & Kulm, 2005; Valdez & Maderal, 2021; Sarmiento, 2017; Yen & Liu, 2009), et välja selgitada, kas õpilased hindavad samu kasutegureid koostatud õppematerjalil, mida erinevad uurijad on oma uurimustes välja toonud testide kasulikkuse kohta. Lisaks saamaks vastuse kolmanda uurimisküsimuse “Millised on õpilaste ja õpetajate ettepanekud antud õppematerjali parendamiseks?” esimesele poolele, küsiti õpilastelt ettepanekuid testide parendamiseks.

Teisele uurimisküsimusele “Kuidas hindavad õpetajad koostatud veebipõhiste testide sobilikkust 9. klassi õpilaste matemaatika lõpueksamiks kordamisel?” koostati küsimustik õpetajatele. Õpetajatele küsimustiku koostamisel lähtuti digitaalse õppematerjali kvaliteedi nõuetest (Akpınar, 2009; Aluoja *et al.*, 2015; Nesbit *et al.*, 2004) ning lisaks küsiti vastavust õppekavaga (Põhikooli riiklik õppekava, 2011). Kolmanda uurimisküsimuse “Millised on õpilaste ja õpetajate ettepanekud antud õppematerjali parendamiseks? “ teisele poolele ehk õpetajate ettepanekutest õppematerjali parendamiseks lisati eraldi küsimus selle kohta ankeeti.

Õpilastele suunatud küsimustik (vt Lisa 7) koostati Google Vormi keskkonnas ning ankeedis oli nii avatud küsimusi kui suletud küsimusi. Igale suletud küsimustele sai õpilane vasta Likerti skaalal ning seejärel järgnes sellele avatud küsimus, kus õpilane sai põhjendada oma valikut. Likerti skaala küsimustes tuli õpilastel valida, mil määral nad on nõus esitatud väidetega, vastusevariantideks anti õpilastele “nõustun täielikult”, “pigem nõustun”, “natuke nõustun ja natuke ei nõustu”, “pigem ei nõustu” ning “üldse ei nõustu”. Lisaks oli avatud küsimus, kus õpilane sai esitada ettepanekuid õppematerjali parendamiseks või arendamiseks. Kõik ankeedis esitatud küsimused olid õpilastele kohustuslikud vastamiseks.

Õpetajatele suunatud küsimustik (vt Lisa 8) koostati Google Forms-i keskkonnas ning ankeedis oli nii suletud kui avatud küsimusi. Suletud küsimustele said õpetajad vastata Likerti skaalal, mil määral on nad nõus väidetega ning valida variant. Suletud küsimuste vastuseid paluti õpetajatel põhjendada, kui valiti vastuseks “natuke nõustun ja natuke ei nõustu”, “pigem ei nõustu” või “üldse ei nõustu”. Avatud küsimused olid põhjendamiseks ning ettepanekute esitamiseks õppematerjali parendamiseks ja arendamiseks.

Õpetajatele ja õpilastele koostatud küsimustikud analüüsiti koos juhendajaga tagamaks ankeedi valiidsus. Samuti jälgiti, et küsimustikes ei oleks küsimusi, mis võimaldaksid viia kokku vastaja tema vastustega tagamaks vastaja anonüümsuse.

## 2.4 Analüüs ja andmete esitamine

Tegevusuuringu neljas etapp on kooskõlas ADDIE mudeli viienda etapiga, mille eesmärgiks on hindamine, mis keskendub õppevara tõhususe ja efektiivsuse hindamisele kontrollimaks õppevara õpieesmärkide täitmist vastavalt tagasisidele.

Uurimuse läbiviija selgitas kõigile osapooltele uurimuse eesmärgi ning ka seda, mida uurimuses osalemisel tuleb teha. Uurimuses osalemine oli vabatahtlik ning anonüümne. Uurimuse läbiviija sai nõusoleku õpetajatelt osalemiseks uurimuses ning õpilaste osalemiseks uurimuses oli vajalik ka vanemate nõusolek. Kokku osales uurimuses kolm õpetajat ning viisteist õpilast. Valimi kirjeldamisel ei esitata valimi taustaandmeid tagamaks nii õpilaste kui õpetajate anonüümsuse, seda selgitas uurimuse läbiviija kõigile osapooltele.

Andmed koguti Google Forms-i keskkonnas ning analüüsiti Google Sheets keskkonnas. Suletud küsimuste vastused loendati ning esitatakse tabelitena, avatud küsimuste juures koondati sarnased vastused. Kõik uurimuse tulemused analüüsiga esitatakse järgmises peatükis.

## 3. Tulemused ja arutelu

Tegevusuuringu viiendas etapis esitatakse tulemused ning neid analüüsitakse. Järgmiselt esitatakse nii ekspertidelt ehk õpetajatelt kui õpilastelt kogutud tagasiside uurimisküsimuste kaupa.

Esimesele uurimisküsimusele “Kuidas hindavad õpilased koostatud veebipõhiste testide kasulikkust põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordamisel?” ning kolmanda uurimisküsimuse esimesele poolele, millised on õpilaste ettepanekud antud õppematerjali parendamiseks, vastuse saamiseks koostati küsimustik õpilastele.

Esimesena küsiti õpilastelt, mil määral nad nõustuvad, et antud testide lahendamine oli abiks õppimisel. Küsitud õpilastest kümme valis variandi “nõustun täielikult”, neli valis variandi “pigem nõustun” ning üks õpilane valis variandi “natuke nõustun ja natuke mitte”. Lisaks paluti õpilastel oma valikut põhjendada. Nii õpilased, kes valisid variandi “nõustun täielikult” kui need, kes valisid variandi “pigem nõustun” tõid välja, et hindavad kasulikkuse

all, et said testide lahendamise abil korrata ning oma teadmisi kontrollida, testide lahendamise abil said teada, milliseid teemasid oldi ära unustanud. Samuti toodi välja, et selline kordamine aitas õpilastel end mugavamalt tunda. Küll aga toodi välja ka see, et arvutis oli kohati keeruline vastuseid sisestada. Õpilane, kes vastas “natuke nõustun ja natuke mitte” tõi välja, et testid on mugavad ja head, kuid tema arvates, et oska ta matemaatikat eriti hästi. Üks õpilane põhjendas oma vastust: “*Tegi selgeks, mida võiks korrata ja on tore, et on olemas koht, kust saab ülesandeid*”.

Teisena uuriti õpilastelt, millised testi omadused toetasid Sinu jaoks testide abil õppimist. Tegemist oli kinnise küsimusega ning õpilased said vastata Likerti skaalal. Õpilaste vastused on esitatud järgnevas tabelis (Tabel 2) ning iga variandi juurde lisatakse õpilaste arv, mitu õpilast antud variandi valis.

**Tabel 2.** Õpilaste hinnangud esitatud väidetele.

Väide	Hinnang				
	<i>nõustun täielikult</i>	<i>pigem nõustun</i>	<i>natuke nõustun ja natuke mitte</i>	<i>pigem ei nõustu</i>	<i>üldse ei nõustu</i>
võimalus sooritada testi mitu korda	13	2	0	0	0
võimalus sooritada testi mitu korda testi uuesti tehes on testis olevad ülesanded erinevad võrreldes esialgsega	9	4	2	0	0
kohene tagasiside	12	3	0	0	0
testide lõpetamisel tagasiside koos ühe võimaliku lahenduskäiguga	11	2	2	0	0
testide sooritamine ei ole seotud hinde või hinnanguga	8	6	1	0	0
võimalus sooritada testi	11	3	1	0	0

Tabelist selgub, et enim nähti kasulikkust testide võimalikkuses sooritada testi mitu korda ja kohesel tagasisidel, mis tuleb ka välja Liu & Wu (2021) ja Valdez & Maderal (2021) läbiviidud uurimustes. Tabeli põhjal ei leidunud väidet, millega ükski õpilane ei nõustunud ehk valinud väidet “pigem ei nõustu” või “üldse ei nõustu”. Õpilastel oli võimalus lisada veel valikus olevatele teguritele, mis toetas nende hinnangul testide abil õppimist. Kaks õpilast vastasid antud küsimusele. Esimene tõi välja, et tema hinnangul aitab test teemat paremini meelde jätta ning teine õpilane tõi välja, et seoses sellega, et testid on üsna lühikesed, siis on võimalik teste lahendada kordamise eesmärgil asukohast sõltumata ning seda ka aja täiteks. Seega on näha, et veebipõhine teadmiste arendamine sõltub õpilaste motivatsioonist, aktiivsest osavõtust ning eneseregulatsioonist (Binti Abd Aziz *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2014).

Järgmisena küsiti õpilastelt, mil määral nad nõustud väitega, et said tagasisidet selle kohta, mida peaksid veel õppima või harjutama. Antud küsimusele said õpilased vasta Likerti skaalal. Vastanud õpilastest kaheksa valis variandi “nõustun täielikult”, neli valis variandi “pigem nõustun” ning kolm valis variandi “natuke nõustun ja natuke mitte”. Peale valiku tegemist paluti õpilastel oma valikut põhjendada. Õpilased, kes nõustusid täielikult, tõid välja, et said tagasisidet, mida peaksid harjutama, nähti koheselt tulemusi, vastuseid ja lahenduskäiku, millest saadi järeldada, mida tehti õigesti ja mida valesti. Samuti tõid õpilased välja, et said teada oma nõrgad kohad ning sellest ka tagasisidet, mida peaksid veel kordama või harjutama. Kolm õpilast valisid variandi “pigem nõustun”. Üks õpilane tõi välja, et sai teada oma nõrkused, teine õpilane tõi välja, et mõnel küsimusel oli lahenduskäik vale ning sellest võis jääda vale mulje ning kolmas õpilane ei osanud põhjendada. Õpilased, kes valisid variandi “natuke nõustun ja natuke mitte” tõid välja, et said tagasisidet, milliseid teemasid ei mäletata hästi, samas toodi välja ka see, et oldi teemadega tuttav ning seetõttu ei saanud õpilane tagasisidet, et peaks midagi kordama. Üks õpilane tõi ka välja selle, et ta sai küll tagasisidet, kuid tema jaoks ei olnud see abistav. Õpilaste hinnangud, kes vastasid, et nõustuvad täielikult või pigem nõustuvad, on kooskõlas Valdez & Maderal (2021) läbiviidud uurimusega, et testide kohene tagasiside on õppimisel oluline.

Neljandana uuriti õpilaste hinnangut koostatud testide keerukusele. Hindamisel said õpilased valida variantide “väga keerulised”, “keerulised”, “keskmised”, “lihtsad” ja “väga lihtsad” vahel. Vastanud õpilastest kaks vastas, et testid olid nende hinnangul lihtsad, kaheksa vastas, et testid olid keskmise raskusastmega, neli vastas, et olid keerulised ning üks vastas, et

testid olid väga keerulised. Õpilased, kelle hinnangul olid testid lihtsad tõid välja, et ülesanded olid lihtsa ülesehitusega ning vajasisid keskendumist. Õpilased, kelle hinnangul olid testid keskmise raskusastmega tõid välja, et osa teemasid ei olnud ammu käsitletud ning seetõttu olid antud teemadel ülesanded nende jaoks keerulisemad. Lisaks toodi välja, et nende hinnangul ei olnud testid keerulised ega lihtsad ning keskendudes on testid lahendatavad. Õpilased, kelle hinnangul olid testid keerulised, tõid välja, et neil ei olnud testidega seotud valemeid meeles ning testide lahendamine vajab palju läbimõtlemist. Õpilane, kes vastas, et tema jaoks olid testid väga keerulised, põhjendas oma valikut: *“Ma ei oska matemaatikat ja mida ma oskan läheb kohe pärast tööd/testi meelest ära”*.

Viidendana uuriti, mil määral aitab õpilaste hinnangul selliste testide lahendamine valmistumisel põhikooli matemaatika lõpueksamiks ning seejärel paluti õpilastel oma väidet põhjendada. Esmalt said õpilased oma hinnangu anda Likerti skaalal valides variantide “nõustun täielikult”, “pigem nõustun”, “natuke nõustun ja natuke ei nõustu”, “pigem ei nõustu” ja “üldse ei nõustu” vahel. Vastanud õpilastest kaheksa nõustusid esitatud väitega täielikult põhjendades oma hinnangut, et testide lahendamine aitab korrata ning samuti ka kontrollida, kas osatakse ilma abivahenditeta teste lahendada nagu seda tuleb teha lõpueksamil. Lisaks toodi välja, et selliste testide lahendamine aitab olla enesekindlam eksami sooritamisel, kui teha teste ja harjutusi läbi. Vastanud õpilastest kuus valisid variandi, et pigem nõustuvad põhjendades oma valikut, et saadi õpitud teemadel teste mitu korda läbi teha ning vajadusel informatsiooni juurde otsida, samuti kordamiseks, eriti kui teemasid väga ei mäletata. Veel toodi välja, et teemad on eksamikohased, kuid eksamiks võiks olla lisaks veel ka teistel teemadel teste. Üks õpilane valis variandi, et natuke nõustub ja natuke mitte, põhjendades oma valikut sellega, et teda testid väga ei aidanud, sest tema neid teemasid eriti ei osanud, kuid leidis, et kui ta oleks osanud, siis oleksid testid olnud väga head kordamiseks.

Viimasena küsiti õpilastelt, kas nende hinnangul tuleks testides midagi muuta ning said lisada oma soovitusel muudatuste jaoks. Üksteist vastanud õpilastest leidis, et nende hinnangul ei tuleks testides midagi muuta. Kaks õpilast tõid välja, et testid olid head, kuid mõnes testis oli viga ning need tuleks ära parandada. Üks õpilane tõi välja, et stereomeetria testis võiks olla otsitav paremini välja toodud, näiteks kuubi pindala arvutamisel, kas otsitakse põhja pindala või täispindala. Stereomeetria testi katsetati ka *Safe Exam Browseris* (turvalise eksami sooritamise programm), kuid õpilased leidsid, et antud keskkonnas testide tegemine ei ole vajalik, sest läks aega, et keskkond avaneks ning kordamise eesmärgil on see ebavajalik.

Teisele uurimisküsimusele, kuidas hindavad õpetajad koostatud veebipõhiste testide kasulikkust 9. klassi õpilaste matemaatika lõpueksamiks kordamisel, ja kolmanda

uurimisküsimuse teisele poolele, millised on õpetajate ettepanekud antud õppematerjali parendamiseks, vastuse saamiseks koostati küsimustik õpetajatele.

Õpetajatelt uuriti õppematerjali kvaliteeti LORI mudeli järgi (Akpinar, 2009; Aluoja *et al.*, 2015; Nesbit *et al.*, 2004). Selleks esitati õpetajatele väited, mida õpetajad said hinnata Likerti skaalal, mil määral on õpetajad antud väitega nõus, õpetajatele anti vastusevariandid “nõustun täielikult”, “pigem nõustun”, “natuke nõustun ja natuke mitte”, “pigem ei nõustu” ja “üldse ei nõustu”. Väited, millele õpetajad andsid hinnangu “natuke nõustun ja natuke mitte”, “pigem ei nõustu” ja “üldse ei nõustu”, paluti õpetajatel oma hinnangut põhjendada.

Kvaliteetse õppematerjali kasutamine aitab tõsta õppetöö kvaliteeti ning lisaks annab see võimaluse kasutada erinevaid õppemeetodeid tunni läbiviimisel (Aluoja *et al.*, 2015). Tabelis 3 on õpetajatele esitatud väited õppematerjali kvaliteedi kohta koos õpetajate hinnangutega.

**Tabel 3.** Õpetajate hinnangud esitatud väidetele.

Väide	Hinnang				
	<i>nõustun täielikult</i>	<i>pigem nõustun</i>	<i>natuke nõustun ja natuke mitte</i>	<i>pigem ei nõustu</i>	<i>üldse ei nõustu</i>
õppematerjal on kooskõlas õppekavaga	2	1	0	0	0
õppematerjal on ainealaselt korrektne	3	0	0	0	0
õppematerjal on keeleliselt korrektne	2	1	0	0	0
õpilasele antav tagasiside on sobiv iseseisvaks õppimiseks	1	0	2	0	0
õppematerjal toetab õppija arengut	2	1	0	0	0
õppematerjali kujundus toetab õppimist, tekst on selge ja arusaadav	1	1	1	0	0
õppematerjal on kasutajasõbralik	3	0	0	0	0
õppematerjali on võimalik kasutada	1	0	2	0	0

erineva tasemega  
õppijatega

---

Tabelis 3 selgub, et õpetajad nõustuvad täielikult või pigem nõustuvad väidetega, et õppematerjal on kooskõlas õppekavaga, õppematerjal on ainealaselt ja keeleliselt korrektne, õppematerjal toetab õppija arengut ning õppematerjal on kasutajasõbralik. Väitega “õpilasele antav tagasiside on sobiv iseseisvaks õppimiseks” nõustub täielikult üks õpetaja ning kaks õpetajat vastasid, et nad natuke nõustuvad ning natuke mitte. Õpetajad, kes valisid variandi natuke nõustun ja natuke mitte põhjendasid oma arvamust. Üks õpetaja tõi välja, et tagasiside peaks õppijat sundima veelkord õppima ja testi uuesti tegema. Teine õpetaja põhjendas oma arvamust, et testid sobivad võimekamatele õpilastele, kuid õpiraskustega õpilased iseseisvalt nende abil õppimiseks suutelised ei ole.

Väitega, et õppematerjali kujundus toetab õppimist, tekst on selge ja arusaadav, nõustus üks õpetaja täielikult, teine õpetaja pigem nõustus ning kolmas õpetaja valis väite, et natuke nõustub ja natuke mitte, tuues välja, et testide algusesse võiks lisada, milliseid abimaterjale võib õpilane testide lahendamisel kasutada. Õpetaja nägi, et osa õpilasi hakkas testide tegemise ajal peast testis olevaid ülesandeid lahendama, sest õpilased ei saanud aru, milliseid abivahendeid võib kasutada.

Üks õpetaja nõustus, et õppematerjali on võimalik kasutada erineva tasemega õppijatega. Kaks õpetajat valisid variandi, et nad natuke nõustuvad ja natuke mitte. Üks õpetaja tõi välja, et aeglasemad ja nõrgemad õpilased vajavad lisa sõnastust ning teine õpetaja tõi välja, et võiks olla diferentseeritud ülesanded erineva tasemega õppijatele.

Õpetajatelt uuriti, millised on nende ettepanekud õppematerjali parendamiseks ja arendamiseks. Antud küsimus oli avatud küsimus ning õpetajad said kirja panna oma ettepanekud. Üks õpetaja tõi välja, et ruumiliste kujunditega seotud ülesannetes, milles on vaja leida kujundi täispindala ja ruumala, peaks olema lisaks lahter, kuhu õpilane peab kirjutama saadud kujundi põhja- ja külgpindala. Teine õpetaja tõi välja, et test on sobilik kiiretele ja taibukatele õpilastele, kuid aeglasemad ja nõrgemad õpilased vajavad konkreetsemaid käsklusi ja lisaselgitusi, näiteks risttahuka pindala arvutamisel tuleks rõhutada, et tahud on riskülikukujulised. Algebra testides soovitas õpetaja, et valikvastustega ülesanded oleksid kergemad ja peast arvutatavad. Samuti tegi õpetaja ettepaneku teha testidest kaks diferentseeritud varianti. Kolmas õpetaja tõi välja, et arvutipõhiste testide tegemine on tülikas, näiteks harilike murdude ja astmete sisestamine võtab õpilaselt aega ning Moodle keskkonnas aste võib õpilast eksitada, sest aste on niivõrd suures kirjas.

Lähtudes õpetaja soovitudest tehti muudatused Stereomeetria I testis. Iga kujundi kohta, kus pidi leidma täispindala külgpindala ja põhja pindala kaudu, lisati õpilastele, et arvutaksid ka külgpindala ja põhja pindala. Antud muudatus viidi sisse just silindriga seotud ülesannetesse. Koostatud testidest ei võetud ära keerulisemaid ülesandeid, sest antud teste on võimalik igal õpetajal ise muuta ning vajadusel eemaldada lähtudes oma õppijate tasemest. Lähtudes õpetajate vastustest, et antud õppematerjal on kooskõlas õppekavaga, siis leiab töö autor, et andes ette küsimustepanga koos ülesannetega on õpetajatel aega säästvam ülesandeid vajadusel eemaldada, kui ise keerulisemaid juurde lisada.

#### **4. Kokkuvõte**

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli koostada veebipõhised Moodle testid teema algebra alateemade üks- ja hulkliikmed ning ratsionaalavaldised ning stereomeetria kordamiseks, mille abil oleks õpilastel võimalik põhikooli lõpueksamiks korrata. Eesmärgist lähtuvalt viidi läbi tegevusuuring, mis sisaldas teoreetilise taustaga tutvumist, õppematerjali koostamist, katsetamist ning hindamist.

Tegevusuuringu raames valmisid Moodle keskkonnas veebipõhised testid, üks test kordamiseks teemal üks- ja hulkliikmed, kaks ratsionaalavaldiste kordamise testi ning kaks stereomeetria testi. Testid katsetati õpilastega läbi, katsetamise käigus välja tulnud vead ülesannetes parandati koheselt. Lisaks õpilastele lahendasid ka õpetajad koostatud teste. Tagasiside saamiseks nii õpilastelt kui õpetajatelt koostati kaks eraldi küsimustikku, üks õpetajatele ja teine õpilastele. Õppematerjal on kooskõlas õppekavaga ning nii õpilased kui õpetajad tõid välja arendusettepanekud koostatud õppematerjalile. Kõik osapooled nägid õppematerjali kasulikkust põhikooli lõpueksamiks kordamisel.

Seoses uuringutüübiga, et tegemist oli tegevusuuringuga, siis uuringu tulemusi ei ole võimalik üldistada. Samuti kuna lastevanematelt küsiti nõusolek lapse osalemiseks uurimuses, siis ei ole samuti võimalik üldistada tulemusi kõigile õpilastele, sest valimis ei osalenud kõik selle lennu õpilased ning valim oli väike. Töö autor leiab, et sõltumata töö piirangutest on loodud õppematerjal rakendatav ainetundides ning annab võimaluse õpilastel iseseisvalt korrata teemadel üks- ja hulkliikmed, ratsionaalavaldised ja stereomeetria. Samuti hoiab selliste testide kasutamine õppetöös kokku õpetajate aega, sest koostatud testid on automaatskontrollitavad ning annavad õpilastele ette ühe võimaliku lahenduskäigu.

Õppematerjali arendamiseks teeb töö autor ettepaneku luua erinevatel teemadel teste juurde, et õpilastel võimalik rohkematel teemadel korrata Moodle keskkonna abil ning testid võiksid olla automaatkontrollitavad, et tagada kohene tagasiside õppijale.

## **Tänuõnad**

Suured tänud juhendajale Sirje Pihlapile juhendamise ja nõuannete eest. Samuti lähevad tänuõnad kõigile, kes olid seotud antud õppematerjali katsetamise ning tagasiside andmisega. Veel soovin tänada kõiki, kes olid toeks lõputöö valmimisel.

## **Autorsuse kinnitus**

*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.*

Leanika Vattsar

/allkirjastatud digitaalselt/

22.05.2024

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

Mina, Leanika Vattsar,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose, **Põhikooli matemaatika lõpueksamiks kordavate Moodle testide loomine teemadel algebra ja stereomeetria**, mille juhendaja on Sirje Pihlap, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Leanika Vattsar

22.05.2024

## Kasutatud allikad

- Agarwal, P. K., Nunes, L. D., & Blunt, J. R. (2021). Retrieval practice consistently benefits student learning: A systematic review of applied research in schools and classrooms. *Educational Psychology Review*, 33(4), 1409-1453.
- Akpınar, Y. (2009). Validation of a learning object Review Instrument: Relationship between Ratings of learning objects and Actual learning outcomes. *International Journal of Doctoral Studies*, 4(4), 291-302.
- Aluoja, L., Kusmin, M., Naulainen, M-M., Pilt, L., Rogalevičš, V., Tokko, U., Villems, A. (2015). *Digitaaalse õppematerjali loomise soovitusel*. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse (HITSA). <https://oppevara.edu.ee/kvaliteet/#eessona>
- Arismaa, H. (2023). *Matemaatika põhikooli lõpueksami aruanne 2023*. Vaadatud 13.05.2024 <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=184849319>
- Baturay, M. H. (2008). Characteristics of basic instructional design models. *Ekev Academic Review*, 12(34), 471-482.
- Binti Abd Aziz, N. A., bin Musa, M. H., & binti Abd Aziz, N. N. (2020). A Study on Barriers Contributing to an Effective Online Learning Among Undergraduates' Students. *Open Journal of Science and Technology*, 3(1), 17-23.
- Bringula, R., Reguyal, J. J., Tan, D. D., & Ulfa, S. (2021). Mathematics self-concept and challenges of learners in an online learning environment during COVID-19 pandemic. *Smart Learning Environments*, 8(1), 1-23.
- Gawlik-Kobylińska, M. (2018). Reconciling ADDIE and Agile instructional design models—case study. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 5(3), 14–21. doi: 10.18844/prosoc.v5i3.3906
- Greaney, M., & Ellis, J. (2005). Using the addie model for effective pedagogical interventions. In *Le cégep, pour savoir agir: actes du 25e Colloque de l'AQPC*, p. 141-145. Association québécoise de pédagogie collégiale.
- Haridus- ja Noorteamet. (2023). *Õppevara*. Vaadatud 29.02.2024 <https://www.hm.ee/uldharidus-ja-noored/alus-pohi-ja-keskharidus/oppevara#peamised-terminid>
- Haridus- ja Noorteamet. (2024). *Põhikooli lõpueksamid*. Vaadatud 14.04.2024 <https://harno.ee/eksamid-testid-ja-uuringud/eksamid-testid-ja-lopudokumendid/pohikooli-lopueksamid>

- Haridus- ja Teadusministeerium. (2024). *Digiteenused*. Vaadatud 30.03.2024  
<https://www.hm.ee/ministeerium-uudised-ja-kontakt/tehnoloogilise-arengu-juhtimine/digiteenused#oppetookorraldus>
- Haridus- ja Teadusministeerium. (2023). *Põhikooli- ja gümnaasiumi lõpueksamiteks valmistumiseks pakub riik tasuta e-kursuseid*. Vaadatud 12.05.2024  
<https://www.hm.ee/uudised/pohikooli-ja-gumnaasiumi-lopueksamiteks-valmistumiseks-pakub-riik-tasuta-e-kursuseid>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2005). *Uuri ja kirjuta*. Tallinn: Medicina.
- HTM Moodle. (s.a). *Info*. Vaadatud 21.04.2024  
<https://moodle.edu.ee/local/staticpage/view.php?page=info>
- Kallas, K. (2013). *Kolmanda kooliastme matemaatikaõpetajate info-ja kommunikatsioonitehnoloogia lõimimine matemaatikatundidesse ning selle võimalused ja probleemid nende endi hinnangul* [bakalaureusetöö, Tartu Ülikool]. DSpace. <http://hdl.handle.net/10062/31415>
- Kember, D. (2000). *Action learning, action research: Improving the quality of teaching and learning*. Routledge.
- Kim, C., Park, S. W., & Cozart, J. (2014). Affective and motivational factors of learning in online mathematics courses. *British Journal of Educational Technology*, 45(1), 171-185. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01382.x>
- Kirsipuu, S. (2022). *Põhikooli lõpueksamite võrdlev analüüs (2018–2021)*. Vaadatud 13.05.2024 <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=88478025>
- Kutsekoda (2020). *Kutsestandardid: Õpetaja, tase 7*.  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10824233>
- Laanpere, M. (2015). *Digitaalse õppevara kontseptsioon*. Vaadatud 17.05.2024  
[https://digioppevara.files.wordpress.com/2018/02/digitoppevara\\_kontseptsioon2015.pdf](https://digioppevara.files.wordpress.com/2018/02/digitoppevara_kontseptsioon2015.pdf)
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Journal of Educational Technology & Society*, 10(2), 44-59.
- Lipnevich, A. A., Preckel, F., & Krumm, S. (2016). Mathematics attitudes and their unique contribution to achievement: Going over and above cognitive ability and personality. *Learning and Individual Differences*, 47, 70-79.  
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.12.027>
- Liu, K., & Wu, J. (2021). The Effect of Online Homework (IXL) on Students' Mathematics Achievement. *Asian Journal of Education and Training*, 7(4), 244-249.

- Lord, A. J., & Torff, B. (2021). Teachers' Beliefs about Web-Based Homework in Mathematics: Effects of Level of Student Achievement and Level of Course. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 40(1), 5-28.
- Löfström, E. (2011). *Tegevusuuringu käsiraamat*. Tallinn: Eduko.
- Mikk, J. (2002). *Ainetestid*. Tartu: <https://kodu.ut.ee/~jaanm/ainetestid.pdf>
- Moodle. (s.a). *Question types*. Vaadatud 21.04.2024  
<https://moodle.org/plugins/browse.php?list=category&id=29>
- Moodle. (2021a). Drag and drop matching. Vaadatud 21.04.2024  
[https://docs.moodle.org/404/en/Drag\\_and\\_drop\\_matching\\_question\\_type](https://docs.moodle.org/404/en/Drag_and_drop_matching_question_type)
- Moodle. (2021b). *ShortMath*. Vaadatud 21.04.2024  
[https://moodle.org/plugins/qtype\\_shortmath?lang=et](https://moodle.org/plugins/qtype_shortmath?lang=et)
- Moodle. (2023a). *Building Lesson*. Vaadatud 21.04.2024  
[https://docs.moodle.org/403/en/Building\\_Lesson](https://docs.moodle.org/403/en/Building_Lesson)
- Moodle. (2023b). *Gapfill*. Vaadatud 21.04.2024  
[https://docs.moodle.org/404/en/Gapfill\\_question\\_type](https://docs.moodle.org/404/en/Gapfill_question_type)
- Moodle. (2024). *About Moodle*. Vaadatud 21.04.2024  
[https://docs.moodle.org/403/en/About\\_Moodle](https://docs.moodle.org/403/en/About_Moodle)
- Moodle. (2024b). *Question types*. Vaadatud 21.04.2024  
[https://docs.moodle.org/403/en/Question\\_types](https://docs.moodle.org/403/en/Question_types)
- Muruganantham, G. (2015). Developing of E-content package by using ADDIE model. *International Journal of Applied Research*, 1(3), 52-54.
- Nesbit, J. C., Leacock, T. L., Xin, C., & Richards, G. (2004). Learning object evaluation and convergent participation: Tools for professional development in e-learning. In *CATE* (pp. 339-344).
- Nguyen, D. M., & Kulm, G. (2005). Using web-based practice to enhance mathematics learning and achievement. *Journal of interactive online learning*, 3(3), 1-16.
- Norton, L. (2009). *Action research in teaching and learning: A practical guide to conducting pedagogical research in universities*. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203870433>
- Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to life: Instructional design at its best. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(3), 227-241.
- Põhikooli riiklik õppekava. (2011). *Riigi Teataja I, 14.01.2011, 1*. Vaadatud 18.03.2024  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014020?leiaKehtiv>

Põhikooli riiklik õppekava Lisa 5. (2011). Vaadatud 18.03.2024

[https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1080/3202/3005/18m\\_pohi\\_lisa5.pdf#](https://www.riigiteataja.ee/akt/lisa/1080/3202/3005/18m_pohi_lisa5.pdf#)

Sarmiento, C. P. (2017). Student perceptions of online homework in mathematics of accounting and finance. *Advanced Science Letters*, 23(2), 1122-1125.

<https://doi.org/10.1166/asl.2017.7513>

Tartu Ülikool. (2024). *Eksamiteks ettevalmistavad e-kursused ja õppematerjalid põhikooli- ja gümnaasiumiõpilastele*. Vaadatud 14.04.2024

<https://ut.ee/et/sisu/ettevalmistavad-kursused-pohikooli-ja-gumnaasiumiopilastele>

Tasemetööde ning põhikooli ja gümnaasiumi lõpueksamite ettevalmistamise ja läbiviimise ning eksamitööde koostamise, hindamise ja säilitamise tingimused ja kord ning tasemetööde, ühtsete põhikooli lõpueksamite ja riigieksamite tulemuste analüüsimise tingimused ja kord. (2023). *Riigi Teataja I*. Vaadatud 14.04.2024

<https://www.riigiteataja.ee/akt/118122015012?leiaKehtiv>

Uudelepp, H. (2024). *Põhikooli lõpetajale matemaatika lõpueksamist 2024*. Tallinn: Argo kirjastus.

Veelmaa, A. (2024). *Valmistu põhikooli lõpueksamiks. Matemaatika 2024*. Tallinn: Maurus.

Valdez, M. T. C. C., & Maderal, L. D. (2021). An Analysis of Students' Perception of Online Assessments and Its Relation to Motivation towards Mathematics Learning. *Electronic Journal of E-Learning*, 19(5), 416-431.

Villems, A., Koitla, E., Kusnets, K., Pilt, L., Kusmin, M, Telk, M, Varendi, M., & Plank, T. (2013). *Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks*. Vaadatud 27.02.2024

<https://media.voog.com/0000/0034/3577/files/juhend%20kvaliteetse%20e-kursuse%20loomiseks.pdf>

Yen, C. J., & Liu, S. (2009). Learner autonomy as a predictor of course success and final grades in community college online courses. *Journal of Educational Computing Research*, 41(3), 347-367. <https://doi.org/10.2190/EC.41.3.e>

## Lisa 1. Üks- ja hulkliikmete testi näidis

### Küsimus 1

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Tegurda. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$9x^4 - 12x^2y^2 + 4y^4$$

Vastus:

### Küsimus 2

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Ava sulud ning koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$-(21z^3 - 14z^2 + 35z) : (-7z) - z(z + 1)$$

Vastus:

### Küsimus 3

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Ava sulud ning koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$\left(\frac{1}{3} - a\right)^2 - 3\left(\frac{1}{9} - a^2\right) + \frac{1}{9}$$

Vastus:

### Küsimus 4

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Tegurda, tuues sulu ette **suurim** ühistegur. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$10x^7y^4 - 15x^7y^3 + 5x^6y^3$$

Vastus:

**Küsimus 5**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Ava sulud ning koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$3x - 5(x - 4) + 8(x - 2)$$

Vastus:

**Küsimus 6**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Tegurda ruutkolmiige. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$x^2 + 2x - 15$$

Vastus:

**Küsimus 7**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$-5a^2 + 4a^6 - 3a^2 - 4a^6$$

Vastus:

**Küsimus 8**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Tegurda. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$16a^4 - 1$$

Vastus:

**Küsimus 9**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad - \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Tegurda. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$25x^2 + 20x + 4$$

Vastus: **Küsimus 10**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad - \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Ava sulud ning koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$5x(x + 4) - (2x + 3)(-3x - 5)$$

Vastus: **Küsimus 11**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad - \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Ava sulud ning koonda sarnased liikmed. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$(2x^2 + 3)^2 - x(4x^3 + 12x) + 5$$

Vastus: **Küsimus 12**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad - \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Astenda. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$\left(\frac{3xy^2}{5a^6b^4}\right)^3$$

Vastus:

## Lisa 2. Ratsionaalavaldised I testi näidis

### Küsimus 1

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{x+y}{x} + \frac{x+2y}{x}$$

Vastus:

### Küsimus 2

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{b}{2a-b} - \frac{2a}{2a-b}$$

Vastus:

### Küsimus 3

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Ühenda tehe õige vastusega.

$$\frac{2x+y}{2x-y} \cdot \frac{2x+y}{2x-y} =$$

Drag answer here

$$\frac{2x+y}{2x-y} - \frac{2x+y}{2x-y} =$$

Drag answer here

$$\frac{2x+y}{2x-y} + \frac{2x+y}{2x-y} =$$

Drag answer here

$$\frac{2x+y}{2x-y} : \frac{2x+y}{2x-y} =$$

Drag answer here

4

$$\frac{4x+2y}{2x-y}$$

$$\frac{4x^2+4xy+y^2}{4x^2-4xy+y^2}$$

0

-1

$$\frac{2y}{2x-y}$$

1

**Küsimus 4**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{m}{2m-n} : \frac{m}{n-2m}$$

Vastus: **Küsimus 5**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{4x^6}{a^2y^2} \cdot \frac{a^2y^2z}{2x^6}$$

Vastus:

## Lisa 3. Ratsionaalavaldised II testi näidis

### Küsimus 1

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{3x^3+3x^2}{6x-12y} \cdot \frac{2xy^2-4y^3}{x^2y^2}$$

Vastus:

### Küsimus 2

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$(-2x^2 - 6x - 4) \cdot \left( \frac{2}{x^2-1} - \frac{3}{x^2+x-2} \right)$$

Vastus:

### Küsimus 3

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{a^2b-ab}{4} \cdot \frac{a^2-2a+1}{4a^2-4a}$$

Vastus:

**Küsimus 4**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{1-x}{2x^2-x} - \frac{4x-3}{1-2x}$$

Vastus:

**Küsimus 5**

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

$$\frac{x}{y} \quad \sqrt{x} \quad x^y \quad x_y \quad : \quad \cdot \quad \pm \quad \leq \quad \geq \quad \neq \quad \pi \quad \alpha \quad \beta \quad \gamma$$

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{1}{2x^2+2x} + \frac{x-1}{2x}$$

Vastus:

## Lisa 4. Stereomeetria I testi näidis

### Küsimus 1

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1,0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Püstprisma põhjaks on võrdkülgne kolmnurk, mille külje pikkus on 4 cm ja kõrgus 3,5 cm. Arvuta püstprisma pindala ja ruumala, kui püstprisma kõrgus on 5 cm.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid.

Püstprisma pindala on  cm<sup>2</sup>.

Püstprisma ruumala on  cm<sup>3</sup>.

### Küsimus 2

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1,0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Korrapärase kuusnurkse püramiidi põhiserv on 8 cm, põhja apoteem 6,9 cm, kõrgus 10 cm ja püramiidi apoteem 12,8 cm. Arvuta püramiidi põhja pindala, külgpindala, täispindala ja ruumala. Vastused ümarda ühelisteni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid.

Püramiidi põhja pindala on  cm<sup>2</sup>.

Püramiidi külgpindala on  cm<sup>2</sup>.

Püramiidi täispindala on  cm<sup>2</sup>.

Püramiidi ruumala on  cm<sup>3</sup>.

### Küsimus 3

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Arvuta silindri täispindala ja ruumala, kui silindri läbimõõt on 10 cm ja kõrgus 12 cm. Vastused ümarda kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmurru kirjutamisel kasuta **koma**.

Silindri täispindala on  cm<sup>2</sup>.

Silindri ruumala on  cm<sup>3</sup>.

### Küsimus 4

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Arvuta koonuse põhja pindala, külgpindala, täispindala ja ruumala, kui koonuse kõrgus on 4 cm, põhja läbimõõt 6 cm ja moodustaja 5 cm. Vastused ümarda kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmurru kirjutamisel kasuta **koma**.

Koonuse põhja pindala on  cm<sup>2</sup>.

Koonuse külgpindala on  cm<sup>2</sup>.

Koonuse täispindala on  cm<sup>2</sup>.

Koonuse ruumala on  cm<sup>3</sup>.

### Küsimus 5

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Kera raadius on 3 cm. Arvuta kera pindala ja ruumala. Ümarda vastused kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmuru kirjutamisel kasuta **koma**.

Kera pindala on  cm<sup>2</sup>.

Kera ruumala on  cm<sup>3</sup>.

### Küsimus 6

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Kuubi serva pikkus on 4 dm. Arvuta kuubi pindala ja ruumala.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid.

Kuubi pindala on  dm<sup>2</sup>.

Kuubi ruumala on  dm<sup>3</sup>.

## Lisa 5. Stereomeetria II testi näidis

### Küsimus 1

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1,0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Jõululaadal oli igal lapsel võimalik värvida kerakujulist jõulukaunistust. Joonas valis omale kera, mille läbimõõt oli 12 cm ning soovis selle värvida siniseks. Kui palju kulus Joonasel värvi, kui ta soovis värvida kera nii, et 1 dm<sup>2</sup> alale kulus 1,5 g sinist värvi? Vastus ümarda kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmuru kirjutamisel kasuta **koma**.

Joonasel kulus kera värvimiseks  grammi värvi.

### Küsimus 2

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1,0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Puidust hoiukasti välimised mõõtmed on 90 cm, 8 dm ja 120 cm. Hoiukast pintseldatakse puidukaitse õliga üle, et tagada puidu kaitse mustuse ja niiskuse eest välitingimustes. Mitu liitrit õli kulub kastile, kui pakendil on kirjas, et 8 m<sup>2</sup> ala värvimiseks kulub umbes 1 liiter õli?

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmuru kirjutamisel **kasuta** koma.

Hoiukasti värvimiseks kulub  liitrit õli.

### Küsimus 3

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1,0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Tehas valmistab koonusekujulisi lillepotte, mille läbimõõt on 24 cm ja sügavus 16 cm. Kui palju kaalub lillepott, mis on mullaga täidetud, kui 1 cm<sup>3</sup> mulda kaalub 1,5 g? Vastus ümarda kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmuru kirjutamisel **kasuta** koma.

Lillepott kaalub mullaga täidetult  kilogrammi.

#### Küsimus 4

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Korrapärase nelinurkse püramiidi kujuga ehtekarp valmistatakse klaasist. Ehtekarbi kõrgus on 8 cm, põhja läbimõõt 12 cm. Arvuta ehtekarbi pindala ja ruumala, seina paksust arvestamata.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid.

Ehtekarbi pindala on  cm<sup>2</sup>.

Ehtekarbi ruumala on  cm<sup>3</sup>.

#### Küsimus 5

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Šokolaad on pakitud nelinurksesse püstprisma kujulisse karpi, mille põhjaks on võrdhaarne trapets alustega 4 cm ja 10 cm ning haaraga 5 cm. Arvuta pakendi pindala ja ruumala, kui karbi kõrgus on 150 mm.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmurru kirjutamisel **kasuta** koma.

Karbi pindala on  cm<sup>2</sup>.

Karbi ruumala on  cm<sup>3</sup>.

#### Küsimus 6

Pole veel vastatud

Võimalik punktisumma: 1.0

Märgi küsimus lipuga

Muuda küsimust

Silindrikujulise 40 cm pikkuse toru sisemine ümbermõõt on ligikaudu 50,3 cm ja välimine ümbermõõt ligikaudu 62,8 cm. Arvuta toru seina ruumala ümardatult ühelisteni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid.

Toru seina ruumala on  dm<sup>3</sup>.

## Lisa 6. Testi tagasiside näidis

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{2x^4}{3y^4} \cdot \frac{x^3}{6y^4}$$

Vastus: ✓

Algebraaliste murdude jagamisel korrutame lugejas esimese murru lugeja teise murru nimetajaga ning nimetajas esimese murru nimetaja teise murru lugejaga. Võimalusel alati taandame.

Siin on üks võimalikest lahenduskäikudest:

$$\frac{2x^4}{3y^4} \cdot \frac{x^3}{6y^4} = \frac{2x^4 \cdot 6y^4}{3y^4 \cdot x^3} = \frac{12x^4 y^4}{3y^4 x^3} = 4x$$

Õige vastus on: 4x

Lihtsusta avaldis. Tekstikasti kirjuta lõppvastus. NB! Lõppvastuses ava kõik sulud, koonda sarnased liikmed. Vastuse kirjutamisel ära kasuta tühikuid.

$$\frac{6x^3 - 12x^2 y}{x + 2y} \cdot \frac{3x + 6y}{x^2 - 2xy}$$

Vastus: ✓

Algebraaliste murdude korrutame lugejas esimese murru lugeja teise murru lugejaga ning nimetajas esimese murru nimetaja teise murru nimetajaga. Seejärel tegurdame nii lugeja kui nimetaja ning võimalusel taandame.

Siin on üks võimalikest lahenduskäikudest:

$$\frac{6x^3 - 12x^2 y}{x + 2y} \cdot \frac{3x + 6y}{x^2 - 2xy} = \frac{6x^2(x - 2y)}{x + 2y} \cdot \frac{3(x + 2y)}{x(x - 2y)} = \frac{6x^2(x - 2y) \cdot 3(x + 2y)}{(x + 2y) \cdot x(x - 2y)} = \frac{18x}{1} = 18x$$

Õige vastus on: 18x

Kera diameeter on 24 cm. Arvuta kera pindala ja ruumala. Ümarda vastused sajandikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmurru kirjutamisel kasuta **koma**.

Kera pindala on  ✓ dm<sup>2</sup>.

Kera ruumala on  ✓ dm<sup>3</sup>.

Teie vastus on õige.

Siin on üks võimalikest lahenduskäikudest:

Alustame sellest, et paneme kirja andmed

d - kera läbimõõt

R - kera raadius

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$R = d : 2$$

$$R = 24 : 2 = 12 \text{ cm} = 1,2 \text{ dm}$$

Arvutame kera pindala.

Kera pindala arvutatakse valemiga  $S = 4\pi R^2$ .

$$S = 4\pi \cdot 1,2^2 = 5,76\pi \approx 18,10 \text{ (dm}^2\text{)}.$$

Arvutame kera ruumala.

Kera ruumala arvutatakse valemiga  $V = \frac{4}{3}\pi \cdot R^3$ .

$$V = \frac{4}{3}\pi \cdot 1,2^3 = \frac{4\pi \cdot 1,2^3}{3} = \frac{6,912\pi}{3} = 2,304\pi \approx 7,24 \text{ (dm}^3\text{)}.$$

Tegurda ruutkolmliige. Tekstikasti kirjuta lõppvastus.

NB! Vastuse kirjutamisel **ära kasuta** tühikuid!

$$x^2 + 7x + 10$$

Vastus: ✓

Ruutkolmliiget  $ax^2 + bx + c$  tegurdame  $ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$  valemi järgi.

kus  $x_1$  ja  $x_2$  leiame ruutvõrrandi lahendvalemiga  $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

**Taandatud** ruutkolmliiget  $x^2 + px + q$  saab tegurdada ka valemi  $x^2 + px + q = (x - x_1)(x - x_2)$ ,

kus  $x_1$  ja  $x_2$  leiame  $x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$  valemi abil.

NB! Ruutkolmliige on taandatud, kui ruutliikme kordaja  $a=1$ .

Ruutkolmliiget tegurdades saame:

$$x^2 + 7x + 10 = (x + 5)(x + 2)$$

Õige vastus on:  $\left(x+5\right)\left(x+2\right)$

Tehas valmistab koonusekujulisi lillepotte, mille läbimõõt on 24 cm ja sügavus 16 cm. Kui palju kaalub lillepott, mis on mullaga täidetud, kui 1 cm<sup>3</sup> mulda kaalub 1,5 g? Vastus ümarda kümnendikeni.

NB! Vastuse sisestamisel **ära kasuta** tühikuid ning kümnendmurru kirjutamisel **kasuta** koma.

Lillepott kaalub mullaga täidetult  ✓ kilogrammi.

Teie vastus on õige.

Siin on üks võimalikest lahenduskäikudest:

Alustame sellest, et paneme kirja andmed

h - koonuse kõrgus

d - koonuse põhja läbimõõt

r - koonuse põhja raadius

$$h = 16 \text{ cm}$$

$$d = 24 \text{ cm}$$

$$r = d : 2$$

$$r = 24 : 2 = 12 \text{ (cm)}$$

Seoses sellega, et lillepott on koonusekujuline ning meil on vaja leida, kui palju kaalub lillepott mullaga täidetult, siis esmalt on vaja leida, kui palju mulda mahub lillepotti ehk meil on vaja leida lillepoti ruumala. Koonuse ruumala saame arvutada valemiga  $V = \frac{1}{3}S_p \cdot h = \frac{1}{3}\pi r^2 \cdot h$

Arvutame lillepoti ruumala

$$V = \frac{1}{3}\pi \cdot 12^2 \cdot 16 = \frac{\pi \cdot 12^2 \cdot 16}{3} = \frac{2304\pi}{3} = 768\pi \text{ (cm}^3\text{)}.$$

Kui palju kaalub lillepott, mis on täidetud mullaga?

$$768\pi \cdot 1,5 \approx 3619,1 \text{ (g)} \approx 3,6 \text{ (kg)}$$

## Lisa 7. Küsimustik õpilastele.

Lugupeetud õpilane!

Täna Sind Moodle testide täitmise ja nõusoleku eest osalemisel uuringus! Palun vasta alljärgnevale küsimustele mõeldes täidetud testidele. Antud testid on koostatud, et need oleksid abiks 9. klassi matemaatika lõpueksamiks kordamisel. Sinu arvamus on oluline, et saada tagasisidet koostatud testidele ning parendada õppematerjali, küsitlus on anonüümne.

Tänulikult

Leanika Vattsar

1. Mil määral oled nõus, et testide lahendamine oli abiks õppimisel?

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke ei nõustu
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Palun põhjenda oma valikut.

---

2. Millised testi omadused toetasid Sinu jaoks testide abil õppimist?

	nõustun täielikult	pigem nõustun	natuke nõustun ja natuke mitte	pigem ei nõustu	üldse ei nõustu
võimalus sooritada testi mitu korda					
testi uuesti tehes on testis olevad ülesanded erinevad võrreldes					

esialgsega					
kohene tagasiside					
testide lõpetamisel tagasiside koos ühe võimaliku lahenduskäigu					
testide sooritamine ei ole seotud hinde või hinnanguga					
võimalus sooritada testi ajapiiranguta					

Kas on midagi, mis lisaks eelnevatele testi omadustele toetasid Sinu jaoks testide abil õppimist? Kui on, siis lisa need siia.

---

3. Mil määral nõustud väitega, et said tagasisidet selle kohta, mida sa peaksid veel õppima või harjutama?

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke ei nõustu
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Palun põhjenda oma valikut.

---

4. Kuidas hindad testide keerukust enda jaoks?

- väga keerulised

- keerulised
- keskmised
- lihtsad
- väga lihtsad

Palun põhjenda oma arvamust.

---

5. Mil määral aitab Sinu arvates selliste testide lahendamine valmistumisel põhikooli matemaatika lõpueksamiks?

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke ei nõustu
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Palun põhjenda oma arvamust.

---

6. Kas sinu arvates tuleks testides midagi muuta? Kui jah, siis lisa soovitused muudatuste jaoks siia.

---

## Lisa 8. Küsimustik õpetajale

Lugupeetud õpetaja!

Täna Sind Moodle testide täitmise eest! Õppematerjali eesmärk on olla abiks 9. klassi õpilasele matemaatika lõpueksamiks kordamisel. Nüüd palun Sul täita ära küsimustik, et saaksin ülevaate, kuidas koostatud õppematerjal on kooskõlas õppekavaga ning kvaliteetse õppematerjali nõuetega. Sinu vastused on abiks õppematerjali parendamisel.

Tänulikult

Leanika Vattsar

1. Õppematerjal on kooskõlas õppekavaga

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke on ja natuke ei ole
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke on ja natuke ei ole, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

2. Õppematerjal on ainealaselt korrektne

- nõustun
- pigem nõustun
- natuke on ja natuke ei ole
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke on ja natuke ei ole, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

3. Õppematerjal on keeleliselt korrektne

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke on ja natuke ei ole
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke on ja natuke ei ole, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

4. Kuivõrd õpilasele antav tagasiside on sobiv iseseisvaks õppimiseks?

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke mitte
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke nõustun ja natuke ei nõustu, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

5. Õppematerjal toetab õppija arengut

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke mitte
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke nõustun ja natuke ei nõustu, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

6. Õppematerjali kujundus toetab õppimist, tekst on selge ja arusaadav

- nõustun täielikult

- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke mitte
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke nõustun ja natuke ei nõustu, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

7. Õppematerjal on kasutajasõbralik

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke mitte
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke nõustun ja natuke ei nõustu, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

8. Õppematerjali on võimalik kasutada erineva tasemega õppijatega

- nõustun täielikult
- pigem nõustun
- natuke nõustun ja natuke mitte
- pigem ei nõustu
- üldse ei nõustu

Kui valisite variandid natuke nõustun ja natuke ei nõustu, pigem ei nõustu või üldse ei nõustu, siis põhjendage oma arvamust.

---

9. Millised on Teie ettepanekud õppematerjali parendamiseks ja arendamiseks?

---