

Tartu Ülikool

Matemaatika ja statistika instituut

Matemaatika- ja informaatikaõpetaja õppekava

Helika Toikka

Riigieksami kursusele valikvastustega

kontrolltestide loomine

Magistritöö (15 EAP)

Juhendajad: Tiina Kraav, PhD

Kerli Orav-Puurand, PhD

Tartu 2023

RIIGIEKSAMI KURSUSELE VALIKVASTUSTEGA

KONTROLLTESTIDE LOOMINE

Magistritöö

Helika Toikka

Lühikokkuvõte

Magistritöö aluseks on riigieksami kursuse tarbeks loodud valikvastustega testid kitsa matemaatika kursuse põhimõistete ning -teadmiste kohta. Testide loomise eesmärgiks on õppevahendi koostamine, mis võimaldab nii õpilaste teadmisi hinnata kui ka anda õpilastele endile tagasisidet kõige olulisemate valemite, reeglite ja eeskirjade omandamise kohta. Neid teste on võimalik kasutada ka gümnaasiumis matemaatika õpetamisel. Kuigi testid on loodud lähtudes eelkõige gümnaasiumi kitsa matemaatika õppekavast, saab neid kasutada ka laia matemaatika õpetamisel. Tartu Ülikoolis korraldatud riigieksamiks ettevalmistav kursus toimus 2023. aasta kevadel Haridus- ja Teadusministeeriumi tellimusel ning oli osalejatele tasuta. Kursusel oli üle 800 osaleja. Lisaks piloteeriti teste Kohtla-Järve Gümnaasiumis.

Töö teoreetilises osas antakse ülevaade matemaatika õppekavast ja selle uuendamisest, e-testide riikliku arenduse hetkeseisust ning testide koostamise metoodikast. Töö teises pooles analüüsitakse testide tulemusi ning õpilaste käest saadud tagasisidet.

Testide tulemustest selgus, et testid toetavad matemaatika õpetamist gümnaasiumiastmes ja ettevalmistust riigieksamiks ning annavad õpilastele tagasisidet matemaatika põhiteadmiste omandamise kohta.

Tagasisidest selgus, et õpilased on valmis sellisel kujul teste lahendama, kuid vajaksid enam tuge tõenäosuse ja kombinatoorika ning aritmeetilise ja geomeetrilise jada teema juures. Samuti tuleks luua eraldi test planimeetria kohta.

CERCS teaduseriala: S270 Pedagoogika ja didaktika

S272 Õpetajakoolitus

Võtmesõnad: testimine, teadmiste testid, koolimatemaatika, õppekavad

CREATION OF CONTROL TESTS WITH MULTIPLE-CHOICE QUESTIONS
FOR STATE EXAM COURSE IN MATHEMATICS

Master thesis

Helika Toikka

Abstract

The master's thesis is based on tests with multiple-choice questions on the basic concepts and knowledge of the narrow mathematics course, created for the state examination course in mathematics. The aim of the tests is to create a teaching tool that allows both to assess students' knowledge and to give feedback to the students themselves on their mastery of the most important formulas and rules. These tests can also be used in the teaching of mathematics in secondary schools. Although the tests have been designed for the narrow mathematics curricula, these can also be used to teach wide mathematics. A preparatory course for the state examination, organized at the University of Tartu, was held in spring 2023 on behalf of the Ministry of Education and Research and was free of charge for participants. The course had over 800 participants. In addition, the tests were piloted in Kohtla-Järve Gümnaasium.

The theoretical part of the work provides an overview of the mathematics curriculum and its renewal, the current state of development of state's e-tests, and the methodology of test construction. In the second half of the work, the test results and feedback obtained from students are analyzed.

The results of the tests show that the tests support teaching of mathematics at upper secondary level and the preparation for the state exams, and provide feedback to students on their mastery of basic mathematical knowledge.

The feedback showed that students are ready to take the tests in this format, but would need more support in the areas of probability and combinatorics, and in arithmetic and geometric sequences. A separate test on planimetry should also be created.

CERCS scientific field: S270 Pedagogy and didactics

S272 Teacher education

Keywords: testing, knowledge tests, school mathematics, curricula.

Sisukord

1.	Riiklikust õppekavast.....	8
1.1	Peamised muudatused gümnaasiumi matemaatika ainevaldkonnakavas	9
1.2	Suurimad muudatused kitsa matemaatika ainekavas.....	10
1.3	Suurimad muutused laia matemaatika ainekavas	12
1.4	Testide koostamine kitsa matemaatika kursuse jaoks	15
1.5	E-testide riikliku arendamise hetkeseisust.....	16
1.5.1	III kooliastme e-testidest.....	16
1.5.2	Gümnaasiumi e-testide hetkeseisust	18
2.	Testide koostamise meetoodika	21
2.1	Ülesannete liigid	22
2.2	Testi koostamine, ülesannete valik ja ülesannete esinduslikkus.....	26
2.3	Testi reliaablus ja valiidsus.....	27
2.4	Erinevad testid koolimatemaatikas	29
3.	Testi tulemuste analüüs.....	31
3.1	Kohtla-Järve Gümnaasiumi näitel.....	31
3.2	Tartu Ülikooli näitel.....	36
4.	Testide tagasiside analüüs.....	43
4.1	Kohtla-Järve Gümnaasium.....	43
4.2	Tartu Ülikooli ettevalmistuskursus	44
5.	Kokkuvõte.....	46
	Kasutatud kirjandus:	47
	Lisa 1: Test nr 1A: „Arvuhulgad. Tehted astmete ja murdudega”	49
	Lisa 2: Test nr 4: „Vektorid“	51
	Lisa 3: Tagasisideküsimustik KJG õpilastele	53
	Lisa 4: Tagasisideküsimustik TÜ ettevalmistuskursusel osalenud õpilastele.....	54
	Tänuõnad	55
	Autorsuse kinnitus:	56
	Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	57

Sissejuhatus

Eesti riiklik õppekava näeb ette, et gümnaasiumiastme matemaatika ainevaldkonda kuulub kaks õppeainet – kitsas matemaatika ja lai matemaatika, mis erinevad nii oma sisu kui ka käsitluse poolest. Kitsas matemaatika koosneb 8-st kohustuslikust kursusest, lai matemaatika 14-st. Laia matemaatika eesmärgiks on läheneda ainele pigem teaduslikust aspektist, pöörates enam tähelepanu mõistetele ja meetoditele, mis aitavad mõista matemaatikat kui teadust (*Laia Matemaatika Kursused / Oppekava Infoportaal*, s.a.). Kitsas matemaatika aga pöörab enam tähelepanu aine praktilisele poolele, toetamaks elus toimetulekut ning seostades mõisteid, reegleid igapäevaelu situatsioonide kirjeldamiseks (*Kitsa Matemaatika Kursused / Oppekava Infoportaal*, s.a.). Unustada ei tohi seejuures olulisimat – matemaatika annab õppijale meetodid ja töövahendid ka teiste õppeainete omandamiseks.

Tulenevalt maailma valitsenud pandeemiast ning sellest tingitud distantsõppest, on gümnaasiumiõpilaste teadmistes palju õpilünkasid. Sellest lähtuvalt on Haridus- ja Teadusministeerium teinud riikliku tellimuse riigieksami ettevalmistuskursuste läbiviimiseks – TalTech on korraldanud ettevalmistuskursusi laia matemaatika õppekava jaoks ning Tartu Ülikool kitsa matemaatika õppekavale. Käesoleva, 2023. aasta kevadel gümnaasiumi lõpetavad abiturientid teevad oma elu esimesi lõpueksameid, sest põhikooli lõpueksameid nemad Haridus- ja Teadusministeeriumi määrusega ei pidanud sooritama. Käesoleva töö raames valminud testide eesmärk on toetada õpilaste ettevalmistust selleks, andes neile testide sooritamise kaudu tagasisidet kõige olulisemate valemite, reeglite ja eeskirjade omandamise kohta. Sooritustulemused annavad ka aineõpetajale tagasisidet, millise teemaga tuleks veel tegeleda või selgitusi jagada.

Valikvastustega teste võib pidada haridusmaastikul enim kasutatuks. On ilmne, et valikvastustega testide kasutamise puhul on tänapäeva tehnoloogiliste võimaluste juures arvutihinnatavate testide valik pabertestide asemel ainuõige. Juba pika ajalooga on aga arutelud, mis tegelevad valikvastustega testide kasulikkuse või mittekasulikkuse küsimusega, eeliste ja puudustega, ning seda ka matemaatika õpetamisel (*Roedinger & Marsh*, 2005).

Valikvastustega testide koostamiseks on kindel meetodika. Kui seda järgida ning osata õpetajana nende testide kasutamisest maksimaalne kasu lõigata, on testide abi oodatavate õpitulemuste saavutamisel siiski oluline (*Haladyna, Downing & Rodrigues*, 2002). Valikvastustega testide puhul viidatakse nende võimetusele arendada või mõõta kõrgema taseme kognitiivseid oskusi (*Scouller*, 1998), siiski räägitakse valikvastustega testide kasutamise

Riigieksami kursusele valikvastustega kontrolltestide loomine

võimalustest viimasel ajal ka õpilase ennastjuhtivaks õppijaks kujunemise toetamisel (*Nicol, 2007*).

1. Riiklikust õppekavast

Praegu kehtiv gümnaasiumi riiklik õppekava on vastu võetud 06.01.2011, kehtestades gümnaasiumiastmes kitsa ja laia matemaatika õppekava (*Gümnaasiumi riiklik õppekava–Riigi Teataja*, s.a.). Esimene matemaatikaeksam, mis põhines nendel õppekavadel, toimus 23.05.2014. Kitsas matemaatika sisaldab 8 kohustuslikku kursust: „Arvuhulgad. Avaldised. Võrrandid ja võrratused” „Trigonomeetria”; „Vektor tasandil. Joone võrrand”; „Tõenäosus ja statistika”; „Funktsioonid I”; „Funktsioonid II”; „Planimetria. Integraal”; „Stereomeetria”.

Laia matemaatika õppekavas on 14 kohustuslikku kursust: „Avaldised ja arvuhulgad”; „Võrrandid ja võrrandisüsteemid”; „Võrratused. Trigonomeetria I”; „Trigonomeetria II”; „Vektor tasandil. Joone võrrand”; „Tõenäosus, statistika”; „Funktsioonid. Arvjadad”; „Eksponent- ja logaritmfunktsioon”; „Trigonomeetrilised funktsioonid. Funktsiooni piirväärtus ja tuletis”; „Tuletise rakendused”; „Integraal. Planimeetria”; „Sirge ja tasand ruumis”; „Stereomeetria”; „Matemaatika rakendused, reaalse protsesside uurimine”.

Lisaks kohustuslikele kursustele saavad koolid pakkuda valikkursuseid. Ainevaldkonnas on 8 valikkursust: „Loogika”, „Majandusmatemaatika elemendid”, „Arvuteooria elemendid I”, „Arvuteooria elemendid II”, „Diskreetse matemaatika elemendid I”, „Diskreetse matemaatika elemendid II”, „Planimetria I. Kolmnurkade ja ringide geomeetria” ning „Planimetria II. Hulknurkade ja ringide geomeetria”. Lisaks nimetatud valikkursusetele võib ainevaldkonna valikkursustena rakendada ka loodusainete valdkonnas kirjeldatud kursuseid: „Loodusteadused, tehnoloogia ja ühiskond”, „Mehhatroonika ja robotika”, „3D-modelleerimine”, „Joonestamine”, „Arvuti kasutamine uurimistöös”, „Rakenduste loomise ja programmeerimise alused”. (*Matemaatika / Oppekava Infoportaal*, s.a.)

Uute õppekavade monitoorimine toimus kuni 2014. aastani (*Linde, 2022*) ning uuringutest ja tagasisidest lähtuvalt toimus õppekavade muutmine, kuid juba 2016. aastal koostati lähteülesanne ainekavade uueks arendamiseks, sest kuigi sätestatud õppekavad ja -eesmärgid olid kaasaegsed ning õppija arengut toetavad, ei olnud need siiski piisavad selleks, et arendada õpilastes 21. sajandi oskusi ning pädevusi. Samuti olid nimetatud ainekavad liiga ainekeskse õpikäsitlusega, olles seejuures ülepaistunud ning need ei võimaldanud õpilaste piisavat kaasamist parimatesse õpistrateegiatesse. Gümnaasiumi õppekavade muutmise üheks põhiliseks eesmärgiks seati gümnaasiumiõpilaste tegelike valikuvõimaluste suurendamine, vähendades selleks kohustuslike kursuste mahtu ja anda tagasiside iga läbitud kursuse käigus omandatud õpitulemustele. (*Haridus- ja Teadusministeerium, 2016*).

Aastal 2017 alustasid töörühmad nii erinevate õppeainete valdkonnapädevuste kui ka õpitulemuste nüüdisajastamisega (Linde, 2022). Uuendatud õpitulemuste katsetamine toimus 2019/2020. õppeaastal seitsmes koolis, 2021/2022. õppeaastal tegid töörühmad õppekavades parandusi. Parandusettepanekuid oodati ka erinevatelt ainelituidelt ja organisatsioonidelt. Oma panuse sellesse andis lisaks teistele ainelituidetele ja organisatsioonidele ka Eesti Matemaatika Seltsi Koolimatemaatika Ühendus, kuid kõiki parandusettepanekuid ei võetud arvesse ning rohkelt jäi neid arvesse võtmata just gümnaasiumiastmes. (Riiklike Õppekavade Ajakohastamine 2022 / Oppekava Infoportaal, s.a.)

Veebruaris 2023 kiitis Vabariigi Valitsus heaks riiklike õppekavade muudatuste määruse (Valitsus kiitis heaks ajakohastatud riiklikud õppekavad / Haridus-ja Teadusministeerium, s.a.) ning see kehtestab uue õppekava rakendumise täies mahus alates septembrist 2024. (Riiklike Õppekavade Ajakohastamine 2022 / Oppekava Infoportaal, s.a.)

1.1 Peamised muudatused gümnaasiumi matemaatika ainevaldkonnakavas

Käesolevas ja kahes järgnevas peatükis on välja toodud suurimad erinevused vana ja uue õppekava vahel. Numeratsioon alates tabelist 2 ei lähe sageli järjest, kuid just neis punktides on võrreldes vana õppekavaga toimunud muudatused.. Peatükid põhinevad õppekavaveebi materjalil (Riiklike Õppekavade Ajakohastamine 2022 / Oppekava Infoportaal, s.a.).

Järgnevas tabelis on välja toodud peamised kitsa ja laia õppekava muudatused ning need on esitatud paksus kirjas.

Tabel 1: Kitsa ja laia õppekava peamised muudatused

Kitsas matemaatika	Lai matemaatika
Kitsa kava läbimine võimaldab jätkata õpinguid aladel, kus matemaatika osakaal on väiksem või pole määrava tähtsusega ja seda ei õpetata iseseisva ainaena.	Lai matemaatika annab ettekujutuse matemaatika tähendusest ühiskonna arengus ning selle rakendamisest igapäevaelus, tehnoloogias, majanduses, loodus- ja täppisteadustes ning muudes ühiskonnaelu valdkondades.
Kitsa kava eesmärk on õpetada aru saama matemaatika keeles esitatud teabest,	Selle tagamiseks lahendatakse rakendusülesandeid, kasutades vastavat IKT

kasutada matemaatikat igapäevaelus esinevates olukordades , tagades sellega sotsiaalse toimetuleku .	tarkvara.
Kitsa kava järg õpetatakse kirjeldavalt ja näitlikustavalt , matemaatiliste väidete põhjendamine toetub intuitsioonile ja analoogiale või IKT vahendeid kasutades.	Tähtsal kohal on tõestamine ja põhjendamine .
Ka kitsa/praktilise matemaatika õppija peab aru saama, mida ta leiab . Ainult vastus ei ole piisav.	Selle ainekava üheks erisuseks on muuhulgas teoreemide tõestamine .

Matemaatikapädevus eeldab probleemilahendamise põhioskuste saavutamist. Mõtlemisoskuse arendamiseks peavad õpilased omama põhiteadmisi ja oskusi.

1.2 Suurimad muudatused kitsa matemaatika ainekavas

Järgnevas tabelis on välja toodud suurimad muudatused kitsa matemaatika ainekavas (*Riiklike Õppekavade Ajakohastamine 2022 / Oppekava Infoportaal, s.a.*).

Tabel 2: Muudatused kitsa matemaatika ainekavas

I Arvuhulgad. Avaldised. Võrrandid ja võrratused.	
<ol style="list-style-type: none"> 1) leiab hulkade ühendi, ühisosa ja antud hulga osahulga; 2) eristab arvuhulki N, Z, Q, I ja R, selgitab nende kuulumiseseid; 3) märgib arvteljel reaalarvude piirkondi; 7) teisendab lihtsamaid (kaks tehet ja sulud) ratsionaal- ja irratsionaalavaldisi 	<p>Hulga mõiste on oluline, kuna kogu järgnev kursus kasutab seda mõistet.</p> <p>Arvuhulkadest ja nendega seonduva juures on vaja kasutada ka vastavat sümboolikat.</p> <p>Ka võrratuste ja nende süsteemide lahendamisel vajame hulgateooria mõisteid ja vastavat sümboolikat.</p> <p>Seega räägime arvuhulkade eristamisest.</p> <p>Lisatud reaalarvude piirkondade märkimine arvteljel. See on üks baasoskustest võrratuste ja nende</p>

	süsteemide lahendamisel.
IV Tõenäosus ja statistika	
<p>3) teab juhusliku suuruse jaotuse olemust ning arvkarakteristikute tähendust, kirjeldab ja visualiseerib jaotust histogrammi ning jaotusfunktsiooni abil;</p> <p>4) teab valimi ja üldkogumi mõistet, mõistab statistilise otsustuse usaldatavuse tähendust, teab valimi koostamise ja andmete kogumise reegleid ja oskab andmeid süstematiseerida ning visualiseerida;</p> <p>5) kirjeldab juhusliku suurust arvkarakteristikute ja diagrammide abil ning teeb nendest järeldusi uuritava nähtuse kohta;</p> <p>6) visualiseerib IKT abil kahe juhusliku suuruse vahelist sõltuvust ja hindab seose iseloomu ning tugevust intuiivselt ja korrelatsioonikordaja (seose karakteristiku) abil;</p> <p>7) püstitab uurimisküsimuse, kogub andmestiku ja analüüsib seda IKT abil statistiliste vahenditega;</p> <p>8) analüüsib andmestiku kogumise ja statistiliste otsustega seotud vigu.</p>	<p>Tunduvalt suurem rõhk on asetatus juhuslike protsesside ja suuruste visualiseerimisele, selleks vajalike andmete kogumisele, töötlemisele ja saadud tulemuste tõlgendamisele.</p> <p>Suurem rõhk on samuti asetatud IKT vahendite kasutamisele.</p> <p>Eraldi on välja toodud nn uurimusliku meetodi rakendamise vajadus selle temaatika õppimisel ja kinnistamisel. Kõik see on ääretult oluline inimesele toimetulekuks üha kasvavas infoväljas.</p> <p>Välja on jäetud tõenäosuse erinevad liigid ja statistilise otsustuse usaldatavus keskväärtus usalduspiiride näitel. Vastavaid mõisteid kasutatakse suhteliselt harva argielus.</p>

1.3 Suurimad muutused laia matemaatika ainekavas

Tabelis on esitatud muudatused, mis toimuvad laia matemaatika õppekavas (*Riiklike Õppekavade Ajakohastamine 2022 | Oppekava Infoportaal, s.a.*).

Tabel 3: Muudatused laia matemaatika ainekavas

I Avaldised ja arvuhulgad	
<p>1) leiab hulkade ühendi, ühisosa ja antud hulga osahulga;</p> <p>2) selgitab naturaalarvude hulga N, täisarvude hulga Z, ratsionaalarvude hulga Q, irratsionaalarvude hulga I ja reaalarvude hulga R omadusi ja nende hulkade kuuluvusseoseid, märgib arvteljel reaalarvude piirkondi;</p> <p>6) teisendab lihtsamaid ratsionaal- ja irratsionaalavaldisi (kaks tehet ja sulud);</p> <p>7) näeb ja lahendab arvutuste ja teisenduste abil lahenduvaid reaalelulisi ja teaduslikke probleeme (sh protsentülesandeid). Tõlgendab ja esitleb saadud tulemusi.</p>	<p>Lisatud on hulga mõistega seotud õpitulemused, sest nendest sõltub järgnevate kursuste omandamine.</p> <p>Ka võrratuste ja nende süsteemide lahendamisel vajame hulgateooria mõisteid ja vastavat sümboolikat.</p> <p>Lisatud on ka absoluutväärtuse illustreerimine arvteljel, mis on üks baasoskustest elementaarsete absoluutväärtust sisaldavate võrratuste vaatlemisel.</p>
IV Trigonomeetria II	
<p>4) tuletab nurkade 0°, 30°, 45°, 60°, 90°, 180°, 270°, 360° siinuse, koosinuse ja tangensi täpsed väärtused; rakendab taandamisvalemeid, negatiivse ja täispöördest suurema nurga valemeid;</p> <p>5) kasutab digivahendeid trigonomeetriliste funktsioonide väärtuste ning nende väärtuste järgi nurga suuruse leidmisel;</p>	<p>Sõna teab sageli asendati sõnaga tuletab. See tähendab, et peaks teadmisesest (meelde jätmisesest) rohkem rõhutama teadmiste saamise protsessi, so teadmiste tuletamist.</p> <p>Matemaatiline sisu jääb samaks, mis on õppekavas.</p>

<p>6) tuletab kahe nurga summa ja vahe valemid ja kahekordse nurga siinuse, koosinuse ja tangensi valemid;</p> <p>7) teisendab lihtsamaid trigonomeetrilisi avaldise <u>valemikogu abil</u>;</p> <p>8) tõestab siinus- ja koosinusteoreemi, lahendab mistahes kolmnurga ning arvutab selle pindala;</p> <p>9) tunneb ära ainealased ja reaaliaelised probleemid, mis on lahendatavad kolmnurga ja ringiga seoses õpituga. Tõlgib need matemaatika keelde, lahendab matemaatiliselt ning tõlgendab ja esitleb saadudu tulemusi.</p>	
<p>V Vektor tasandil. Joone võrrand</p>	
<p>5) koostab sirge võrrandi (kui sirge on määratud punkti ja sihivektoriga, punkti ja tõusuga, tõusu ja algordinaadiga, kahe punktiga) ning teisendab selle üldvõrrandiks, kontrollib tehtut arvutil;</p> <p>6) määrab kahe sirge vastastikuse asendi tasandil, lõikuvate sirgete korral leiab sirgete lõikepunkti ja nurga sirgete vahel, kontrollib tehtut arvutil;</p> <p>7) koostab hüperbooli, parabooli ja ringjoone võrrandi; joonestab ainekavas esitatud jooni nende võrrandite järgi nii paberil kui ka arvutil; leiab kahe joone lõikepunktid, kontrollib tehtut arvutil.</p>	<p>Lisatud on saadud tulemuste kontroll arvutil. Kaasajal on see vältimatu ja illustreerib lihtsalt ja kiirelt lahendatavaid probleeme.</p>
<p>VI Töenäosus, statistika</p>	

Tunduvalt suurem rõhk on asetatud **juhuslike protsesside ja suuruste visualiseerimisele**, selleks vajalike **andmete kogumisele, töötlemisele** ja saadud tulemuste **tõlgendamisele**.

Suurem rõhk on samuti asetatud **IKT vahendite kasutamisele**.

Uudsenä on eraldi välja toodud nn **uurimusliku meetodi rakendamise** vajadus selle teemaatika õppimisel ja kinnistamisel.

Selleks, et täpsustada ainekavas sisalduvaid õpitulemusi ning toetada koolis töötavaid õpetajaid metoodiliste juhendmaterjalidega uue õppekava rakendamisel, luuakse kevadel 2023 iga ainevaldkonna ja õppeaine töörühmad. Töörühmade põhiülesanne on luua õppeprotsesside kirjeldused, milles peab sisalduma:

1. *Soovitused kooliastme õpitulemuste klassiti järjestamiseks.*
2. *Soovituslik õppesisu, mõistete ja praktiliste tööde loetelu.*
3. *Soovitused õppekeskkonna kujundamiseks, hindamiseks ja õppetöö läbiviimiseks.*
4. *Soovitused õpitulemuste saavutamiseks sobivate meetodite ja õppematerjalide valikuks.*
5. *Soovitused üldpädevuste saavutamise ja õppekava läbivate teemade käsitlemise lõimimiseks tavapärasesse õppeprotsessi.*

Matemaatika töörühma kuulub 18 inimest, kelle hulgas on nii kogenud eksperte kui alles alustavaid õpetajaid, kaasava hariduse ning lõimitud aine- ja keeleõppe kogemusega õpetajaid. Samuti on ülikoolidest kaasatud ainedidaktikud ning väga oodatud on ka haridustehnoloogid. Igäihel neist saab olema selles töögrupis oma osa täita. (*Kandideerimiskutse Aineekspertidele / Oppekava Infoportaal, s.a.*)

Kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi õppekavades toimuvad muudatused, vastavad käesoleva töö raames loodud testid uuele õppekavale. Testide koostamise peamiseks kriteeriumiks said nõ põhiteadmised – definitsioonid, reeglid, valemid, ilma milleta on ülesannete lahendamine keeruline, kui mitte võimatu. Uus õppekava pöörab suurt tähelepanu muuhulgas ka probleemülesannete lahendamisele, kuid probleemide edukaks lahendamiseks on vaja teadmisi. Probleemide lahendamise oskus vajab head ja tugevat baasi, millelt alustada ja edasi liikuda.

1.4 Testide koostamine kitsa matemaatika kursuse jaoks

Eesti Õppekirjanduse Keskuse ja Tartu Ülikooli Matemaatika õpetamise meetodika kateedri poolt on aastatel 1987-1992 välja antud erinevaid kogumikke „Testid koolimatematikast”. Nimetatud kogumikus on palju didaktiliselt väga hästi koostatud teste, mis on suurepärase õppematerjal ka käesoleval ajahetkel, kuid on õppematerjalina kasutusel vaid üksikutes koolides. Infotehnoloogia areng võimaldab didaktiliselt väärtuslikku õppematerjali kaasajastada. Seoses antud töö autori õppima asumisega Tartu Ülikooli magistriõppesse, kerkis idee luua valikvastustega kontrollteste taas päevakorda. Lisaks on taolised testid heaks õppematerjaliks Tartu Ülikooli poolt korraldatavale kitsa matemaatika riigieksamiks ettevalmistava kursuse jaoks.

Seega sai kogumike autoritelt – E. Abelilt ja L. Lepmannilt – küsitud luba nende poolt loodud materjale kasutada.

Osa küsimusi sai spetsiaalselt testi tarbeks juurde loodud. Kuna tegemist on valikvastustega testidega, siis on olulist rõhku pandud peibutusvastuste loomisele. Eksitavate vastuste koostamisel on sageli abi kogenud õpetajatest, kes on tüüpvead põhjalikult läbi analüüsinud ja seeläbi oskavad ette näha, millised valikvastused võivad õpilasi eksitada.

Kokku loodi 11 testi: „Arvuhulgad, tehted astmete ja murdudega”, „Võrrandid, võrratused ja nende omadused”, „Protsentiarvutus, võrrandisüsteemid”, „Trigonomeetria”, „Vektorid”, „Kombinatorika ja tõenäosus”, „Logaritmi- ja eksponentfunktsioon”, „Aritmeetiline ja geomeetiline jada”, „Funktsiooni tuletis”, „Integraal” ja „Steoreomeetria”. Igas testis tuleb õpilasel vastata seitsmele küsimusele ning iga testi jaoks on loodud küsimustepank 25-50 küsimusega. Test on üles ehitatud Moodle'i keskkonnas selliselt, et iga küsimus ilmub õpilasele juhuküsimusena suurema arvuga küsimuste pangast. Seetõttu on testi uuesti sooritamisel tõenäosus saada täpselt sama küsimuste komplekt üsna väike. Kohtla-Järve Gümnaasiumi õpilastele kehtestati ka 80% lävend, ülikooli poolt korraldatud ettevalmistuskursuse testiversioonis lävend puudus. Lisaks oli riigigümnaasiumi õpilastele aineõpetaja välja käinud motivatsioonipaketi – kui kõik testid on sooritatud nii, et lävend on ületatud, siis on võimalik oma viimase kursuse hinnet tõsta kuni 10 protsendipunkti (sõltuvalt lõplikest testitulemustest).

Hetkel on testid koostatud Moodle'i keskkonnas põhimõttel, et õpilane saab tagasisidena teada, mis läks õigesti, mis valesti ning oma lõppskoori protsentides. Kohtla-Järve Gümnaasiumi õpilastele tuli lisaks veel teavitust – kas testile kehtestatud 80% lävend on ületatud või mitte.

Vale vastuse eest miinuspunkte ei antud, sest antud juhul on nende testide eesmärk mitte niivõrd hinnata õpilaste teadmisi, kui võrd anda neile tagasisidet, kas kõige olulisem materjal igast teemast on arusaadav. Testide lahendamine on osa õppeprotsessist. Hindamisel miinuspunktide vältimine oli teadlik otsus lootuses tõsta õpilaste eneseusku perioodil, kus üha enam õpilasi kannatab erinevate vaimsete probleemide tõttu (Valk et al., 2022).

Koostatud testides on igaühes 7 küsimust, mis võetakse küsimustepangast juhuküsimustena. Igal küsimusel on 4 vastusevarianti. Õige vastus annab 1 punkti, vale vastus 0 punkti. Kohtla-Järve Gümnaasiumi õpilastele konventeerib Moodle tulemused kohe ka protsentidesse, mis langeb kokku gümnaasiumi hindamiskorruga (Kohtla-Järve Gümnaasiumi kodukord, 2023). Lisaks on iga test omakorda jagatud alateemadeks. Näiteks testi 1A „Arvuhulgad, tehted astmete ja murdudega“ (vt lisa 1) on 4 alateemat – arvuhulgad ja nende omadused, arvu absoluutväärtus, reaalarvu astendamine ja juurimine ning tehted astmetega. Absoluutväärtuse alateemast võetakse üks juhuküsimus, teistest alateemadest igast 2 juhuküsimust. Kokku on antud teema küsimustepangas 51 küsimust. Testis „Vektorid“ (vt lisa 2) on 7 alateemat – vektori mõiste, vektori koordinaadid, vektori korrutamine arvuga, tehted vektoritega koordinaatides, vektorite summa ja vahe, vektori pikkus ja vektorite skalaarkorrutis ning igast teemast on testis üks küsimus. Kokku on antud teema küsimustepangas 31 küsimust ning kõikide testide kohta kokku 348 küsimust.

1.5 E-testide riikliku arendamise hetkeseisust

Käesoleva aasta märtsi alguses toimus Harnos seminar, kus anti ülevaade matemaatika e-testide hetkeseisust ja arendusplaanidest. Õpetajaid oodati selle seminari käigus kaasa rääkima matemaatika välishindamise tuleviku teemadel. Seminari viisid läbi e-testide ülesandeid koostavad eksperdid ja Harno matemaatika hindamise spetsialistid.

1.5.1 III kooliastme e-testidest

III kooliastme e-testidele on seatud järgmised eesmärgid:

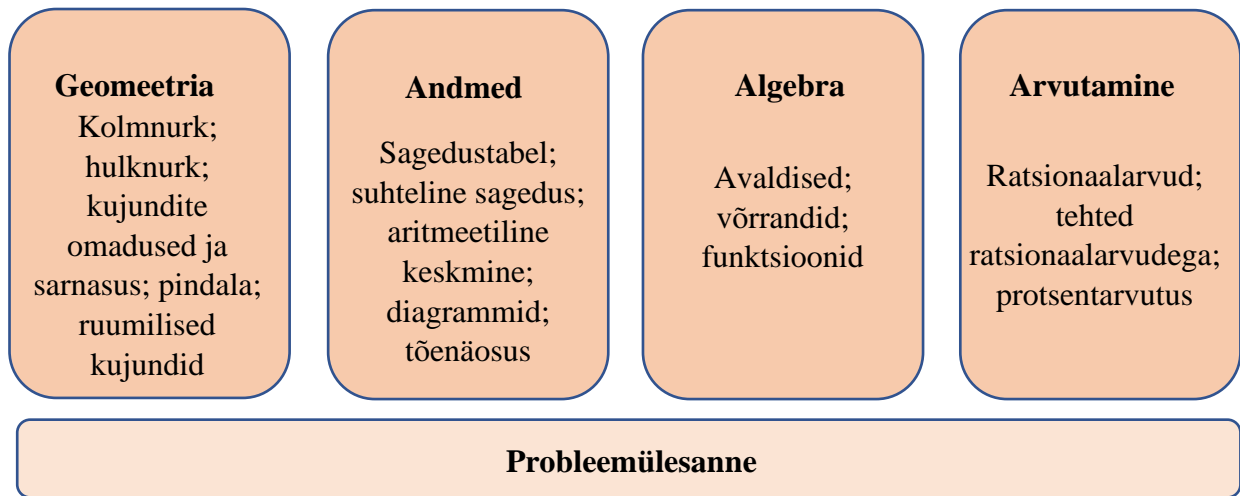
- anda tagasisidet;
- anda infot õppe tulemuslikkuse muutumise kohta;
- anda infot hariduspoliitiliste otsuste tegemiseks;
- toetada riikliku õppekava rakendamist ja edasist õppeprotsessi.

Testi sihtrühmaks on 9. klass III kooliastme õpitulemuste mõõtmiseks.

Testi lahendamise ajal on õpilastel kasutada lisaks arvutile paber, pliiats ja kalkulaator, kuid lahendus tuleb vormistada ka arvutis.

III kooliastme testi koostab Tallinna Ülikooli digitehnoloogiate instituudi matemaatika didaktikute meeskond. Test koosneb 36 + 1 ülesandest. Igas alagrupis on 9 ülesannet ning lisaks on veel üks probleemülesanne. Test on kaheosaline, 18 ülesande lahendamisaeg on 2 tundi.

Alljärgneval joonisel on ülevaade teemadest ja alateemadest.



Joonis 1: III kooliastme e- testi teemade jaotus

Iga alagrupi 9 ülesannet jagunevad kolme gruppi – *formuleeri, lahenda, tõlgenda*. Igas grupis on omakorda kolm taset. Sarnast ülesehitust kasutatakse ka PISA testis (*PISA Test - PISA, s.a.*).

L1 – tunneb ära sobiva mõiste ja seose nn puhta matemaatika tüüpülesandes;

L2 – oskab lahendada nn puhta matemaatika tüüpülesandeid;

L3 – oskab rakendada teadmisi keerulisemates või uudsetes nn puhta matemaatika ülesannetes;

F1 – tunneb ära eluliste olukordade kirjeldamiseks sobivad matemaatilised avaldised, valemid, võrrandid, graafikud, joonised ja teised mudelid;

F2 – oskab koostada eluliste olukordade kirjeldamiseks sobivaid matemaatilisi avaldise, valemeid, võrrandeid, graafikuid, jooniseid ja teisi mudeleid;

F3 – oskab eluliste olukordade kirjeldamiseks kasutada sobivaid matemaatilisi avaldise, valemeid, võrrandeid, graafikuid, jooniseid ja teisi mudeleid keerulisemate või uudsemate ülesannete korral;

T1 – tunneb ära õige tõlgenduse matemaatilisele tulemusele lihtsamates elulistes ülesannetes;

T2 – oskab tõlgendada erinevaid matemaatilisi lahenduskäike või tulemusi tüüpiliste eluliste ülesannete korral;

T3 – oskab tõlgendada ja hinnata erinevaid matemaatilisi lahenduskäike või tulemusi keerulisemate eluliste ülesannete korral. (*Matemaatika lähtetaseme testid - Testid ja hindamine* -, s.a.)

Formuleerimine ja tõlgendamine on alati antud koos kontekstiga, st lisatud on olukorra kirjeldus.

Käesoleval aastal läheb töö e-katseeksamina valitud koolides proovimisele. Arvutiga hinnatavad on vaid esimese taseme ülesanded, teise ja kolmanda taseme ülesanded on endiselt inimhinnatavad.

Õpetajate reaktsioon sellele oli ootuspärane – kui e-tööd hindab endiselt inimene arvuti taga, siis sellise testi koostamine erinevate ressursside kasutamise mõttes ei tundu mõistlik. E-tööl peaks olema teistsugune kasutegur – kasutades ära arvuti poolt pakutavaid võimalusi, saab esitada õpilasele küsimusi hoopis teise nurga alt (joonised on päriselt 3D-s jne) ning suurem osa tööst peaks olema arvuti poolt hinnatav. Ideaalis kogu töö.

Õpetajate ettepanek seoses e-testidega oli, et vaja on teemapõhiseid harjutusteste, mis oleksid kättesaadavad mis tahes ajahetkel. Lisaks peaks neid saama kasutada võimalikult varakult – mitte alles 9. klassis. Nii oleksid sellised testid osa õppeprotsessist ja õpilased testidega kohanenud ning oskaksid vastavas keskkonnas edukalt toimetada.

1.5.2 Gümnaasiumi e-testide hetkeseisust

Gümnaasiumi e-testid on kursusepõhised ning arvutihinnatavad. Valmis on laia matemaatika I kursuse „Avaldis ja arvuhulgad” e-test.

Testi koostamisel jaotati õpitulemused kolme alarühma järgmiselt:

I alarühm:

- 1) selgitab naturaalarvude hulga \mathbf{N} , täisarvude hulga \mathbf{Z} , ratsionaalarvude hulga \mathbf{Q} , irratsionaalarvude hulga \mathbf{I} ja reaalarvude hulga \mathbf{R} omadusi;
- 2) defineerib arvu absoluutväärtuse;
- 3) märgib arvteljel reaalarvude piirkondi.

II alarühm:

- 1) esitab arvu juure ratsionaalarvulise astendajaga astmena ja vastupidi; negatiivne astendaja;
- 2) sooritab tehteid astmete ja võrdsete juurijatega juurtega;
- 3) teisendab lihtsamaid ratsionaal- ja irratsionaalavaldisi.

III alarühm:

- 1) lahendab rakendussisuga ülesandeid (sh protsentülesandeid).

Iga alarühma osakaal testis on järgmine: I alarühm 30%, II alarühm 40% ja III alarühm 30%. Vastavad osakaalud on kooskõlas õppesisu mahukusega ning matemaatika õpetamise eesmärkidega gümnaasiumis. Testi ülesanded on koostatud vastavalt FLT (formuleerib-lahendab-tõlgendab) mudelile. Iga alarühma kohta tuleb tagasiside protsentides. Test sisaldab ka valikvastustega küsimusi ning mõnel küsimusel võib olla mitu õiget vastust.

Õpetajate ettepanek testidega seoses oli, et õpetajatel oleks võimalik ka ise teste koostada – et tekiks küsimustepank, mis sisaldab erineva raskusastmega küsimusi. Nii saab õpetaja testi raskusastet reguleerida vastavalt õpilaste võimekusele ning arvestada ka andekamate õpilastega.

Toimunud seminar andis lootust, et Harno teeb seoses matemaatika e-testide arendamisega ka edaspidi koostööd aineõpetajatega ja Koolimatemaatika Ühendusega ning toimunud seminar on alles esimene paljudest. Õpetajad on huvitatud hästi toimivate e-testide väljatöötamisest, mis annaksid ühtviisi head tagasisidet kõikidele osapooltele – välishindajale, aineõpetajale ning õpilasele. Õpetajate suurim mure seni toimunud erinevate e-töödega ongi seotud tagasisidega – saadud tagasiside ei aita õpetajal teha vajalikke muudatusi õppetöö kavandamisel, sest ei anna adekvaatset tagasisidet õpilaste oskuste ja teadmiste kohta. Üsna sageli pole nende tööde sooritamise ajal aineõpetaja isegi mitte samas ruumis oma õpilastega ning tal puudub ülevaade, mida õpilastelt küsiti. Lisaks on tagasiside liiga üldsõnaline ning jääb arusaamatuks, milline oskus või teadmine on puudulik. Suur roll on siin ka konkreetse ülesande nägemises, mida õpilastel tuli lahendada – õpetaja tunneb oma õpilasi ning teab, milliseid muudatusi tuleb õpetamises teha selleks, et õppetulemusi parandada antud konkreetse ülesande korral.

Hästitoimivate e-testide loomine, mis täidaksid peatüki alguses välja toodud eesmärged, on pikaajaline protsess ning nõuab väga läbimõeldud tegutsemist ning koostööd. Samuti peab olema õpilastel võimalus juba varakult tutvuda ja harjuda keskkonnaga, milles teste tuleb

Riigieksami kursusele valikvastustega kontrolltestide loomine

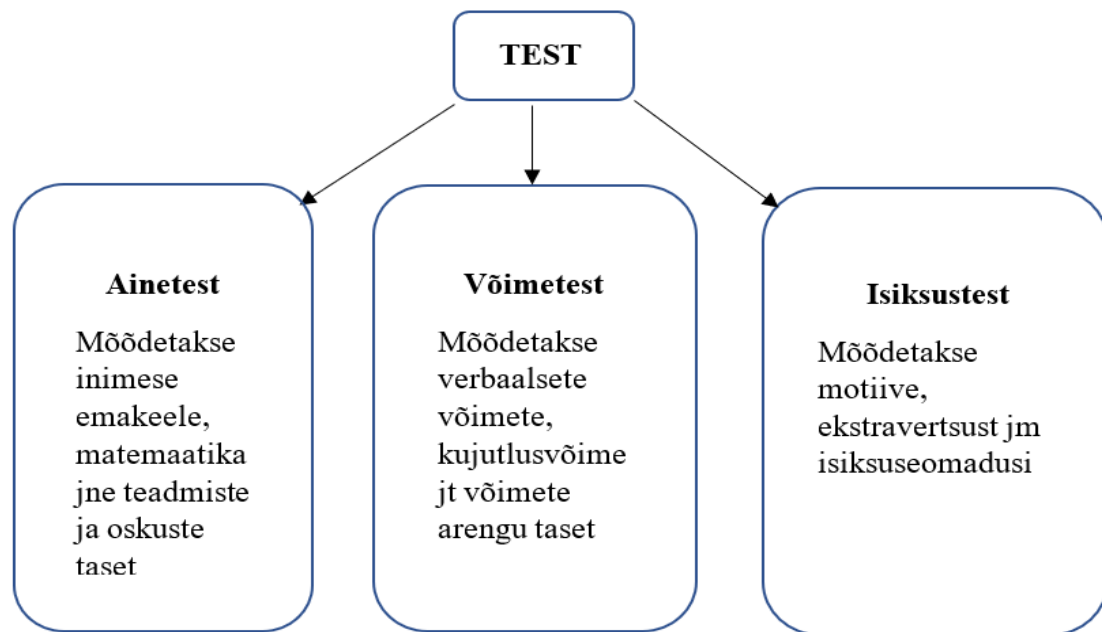
sooritada, sest keskkonna kasutuse eripärad ei tohi saada takistusteks õpilaste teadmiste ja oskuste kontrollimisel.

2. Testide koostamise metoodika

Käesolev peatükk ja selle alapeatükid on kirjutatud Mikk (2002) põhjal.

Õppimise ja õpetamise lahutamatu osa on hindamine. Ideaalis peab hindamine olema võimalikult objektiivne, jättes kõrvale õpilase ja õpetaja vahelised suhted, õpilase varasema käitumise, õpetaja ettekujutuse õpilase võimetest jne.

„Test on vahend inimese omaduste – tema teadmised, oskused ja isiksuseomadused – mõõtmiseks” (Mikk, 2002). Testide kasutamise poolt räägib kiire vastuse fikseerimise võimalus, kuid see ei eelda, et vastuse leidmine on kiire. Sageli tuleb vastuse leidmiseks pingutada. Testis võivad olla ette antud vastusevariandid, millest üks või mitu on õiged, lünka tuleb kirjutada õige arv või sõna(d). Testide jaotamine pedagoogilises psühholoogias on välja toodud järgmisel joonisel.



Joonis 2: Testide jaotamine pedagoogilises psühholoogias (autori joonis Mikk (2002) põhjal)

Ainetest on küsimuste ja ülesannete kogum, mille abil mõõdetakse inimese õpitulemusi ehk omandatud teadmisi ja oskusi, olles seejuures väga erinevatel tasemetel (põhikool, gümnaasium, kõrgkool) või erineva mahuga (üksik teema, terve peatükk, õppeaasta). Lisaks teadmistele võimaldab test kontrollida arutluskäike.

Ainetestid võivad olla nii standardiseeritud kui standardiseerimata. Riiklike standardiseeritud testide koostamine on väga aeganõudev, eeldades testi esialgse variandi katsetamist ning

täiustamist. Standardiseerimata testideks on aineõpetajate poolt koostatud testid, sh tunnikontrollid ja kontrolltööd, sest testide koostamise käigus ei läbita kõiki protseduure.

Lisaks saab teste jagada eristustestideks ja programmitestideks. Eristustestide eesmärk on selgitada välja parimad ainetundjad ning need peavad sisaldama nii kergemaid kui raskemaid ülesandeid, võimaldades niiviisi õpilasi tulemuste põhjal järjestada. Eristustestid on olulised näiteks gümnaasiumisse või kõrgkooli vastuvõtul, sisaldades ülesandeid, mida osa õpilasi lahendab, osa mitte.

Programmitest on ainekavale vastav ainetest ning selle eesmärgiks on kontrollida ainekavaga seatud eesmärkide saavutatust. Testi koostamise aluseks on ülesannete vastavus ainekavale ning ülesanded võivad olla erineva raskusastmega. Testiga kontrollitaksegi seda, mil määral on õpilased omandanud õppematerjali.

2.1 Ülesannete liigid

Valikvastustega ülesanded

Ülesandele/küsimusele on lisatud võimalikud vastusevariandid ning vastaja peab leidma nende seast õige. Vastusevalikuid on enamasti neli-viis, vahel harva rohkem (vt näide 1).

Näide 1: Ruutvõrrandi $ax^2 + bx + c = 0$ diskriminandiks nimetatakse avaldist

a) $D = b^2 - 4ac$

b) $D = \sqrt{b^2 - 4ac}$

c) $D = -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}$

d) $D = b \pm \sqrt{b^2 - ac}$

Kõige lihtsamal juhul on tegemist *ei/jaa küsimusega* ehk soovitakse teada, kas toodud väide on õige või väär. Sellise ülesande suurimaks miinuseks on, et suisa 50% tõenäosus on juhuslikult märkides saada õige vastus. Lisaks tekib selliste küsimuste puhul oht, et õpilasele jääb meelde just väär lause. Seega selliste küsimuste kasutamine testis peab olema läbimõeldud ning vältida tuleb õppe-materjalis toodud lausete/väidete sõna-sõnalist kasutamist (vt näide 2).

Näide 2: *Juure juurimisel juuritakse juuritavat juurijate korrutisega.*

a) *Õige*

b) *Väär*

Enamasti on valikvastustega küsimustel enam kui kaks vastusevarianti ning neist vaid üks vastus on õige. Samas on võimalik valikvastustega teste koostada ka nii, et õigeid vastuseid on rohkem kui üks. Sel juhul tuleb seda ka testi juhendis õpilastele öelda, et leida tuleb kõik õiged vastused (vt näide 3).

Näide 3: Märki kõik sobivad vastusevariandid.

$$\cos 210^\circ =$$

- a) $\cos 60^\circ$
- b) $\sin 30^\circ$
- c) $\sin 60^\circ$
- d) $-\cos 30^\circ$
- e) $-\sin 60^\circ$
- f) $-\sin 30^\circ$
- g) $-\cos 60^\circ$
- h) $\cos 30^\circ$

„Suurim kriitika valikvastustega testide aadressil on see, et nendega ei saavat mõõta mõtlemisioskust” (Mikk, 2002). Tegelikult saab mõnes testis ära märkida õige vastuse alles seejärel, kui ülesanne on ära lahendatud ning ka valesti märgitud vastus annab õpetajale aimu sellest, milles õpilane eksis (vt näide 4).

Näide 4: Ruutvõrrandi $x^2 - 7x + 12 = 0$ lahenditeks on:

- a) -3 ja -4;
- b) -3 ja 4;
- c) 3 ja -4;
- d) 3 ja 4.

„Valikvastustega ülesandeid võib koostada aine omandatuse mõõtmiseks kõigil tasanditel” (Mikk, 2002). Sellest annab aimu näide 5.

Näide 5: *Mäest alla veerev pall läbib esimese sekundiga 0,8 m ja iga järgneva sekundiga 0,5 m rohkem kui eelmisega. Leia kümne sekundiga läbitud teepikkus.*

- a) *See on aritmeetiline jada ja leida tuleb a_{10} .*
- b) *See on geomeetriline jada ja leida tuleb a_{10} .*
- c) *See on aritmeetiline jada ja leida tuleb S_{10} .*
- d) *See on geomeetriline jada ja leida tuleb S_{10} .*

Valikvastustega ülesannete koostamisel tuleks arvestada sellega, et ülesande sisu oleks õpilastele huvi pakkuv ning vastaks õpetamise eesmärkidele. Lisaks peab küsimuse/ülesande sisu olema selge, lühike ja täpne. Sõnastuse puhul tuleb tähelepanu pöörata ka grammatikale – vältida tuleks nii küsimuste moodustamist kui eitavat vormi. Peibutusvastuste valikust sõltub suuresti ka testi raskus ja efektiivsus. Hästi koostatud peibutusvalikutega küsimus võib osutada keerulisemaks kui sama küsimus ilma peibutusvastusteta, sest enamasti on esitatud vastusevariandid osaliselt õiged.

Vabavastuselised küsimused ja ülesanded

Seda tüüpi ülesandeid/küsimusi on lihtsam koostada kui valikvastustega küsimusi, sest siin peab õpilane oma vastused ise sõnastama. Lisaks saab siin veel õpetaja seada tingimusi, et vastus tuleb esitada korrektselt täislausetega, arendades sel viisil õpilase väljendusoskust. Lisaks on vabavastuste puhul õpetajal võimalik jälgida õpilase mõttekäiku. Kuid ka siin tuleb hoolikalt mõelda küsimuse koostamise peale – kas tegemist on pelgalt meenutamist nõudva küsimusega või nõuab küsimus ka tõsisemat arutluskäiku (vt näide 6).

Näide 6: *Miks on võrdkülgse kolmnurga sisenurga suuruseks 60° ?*

Vabavastuseliste küsimuste vastuste hindamine on keerulisem, sest vastus võib sageli olla ebamäärasem ning hindamine oma olemuselt on subjektiivsem.

Lünkülesanded

Lünkülesanded on tekstid, milles on mõne sõna või arvu asemel lünk ning õpilane peab selle lünga täitma (vt näide 7).

Näide 7: *Kui võrdhaarse kolmnurga haar on 10 cm ja alus 6 cm, siis alusele joonestatud kõrgus on cm.*

Lünkade arv tekstis võib varieeruda sõltuvalt teksti pikkusest. Arvestama peab sellega, et allesjäänud tekst võimaldab lünka kuuluvat sõna/väljendit üheselt määratleda. Lünktekstiks ei sobi kasutada õpiku lauseid, sest see soodustab õpiku tekstide päheõppimist. Lünkteksti saab kombineerida valikvastustega tekstiga – lünga täitmiseks on valikud ette antud ning õpilane pea valima sinna õige sõna.

Kõrvutamisülesanded

Tegemist on vastavusse seadmise ülesannetega. Tegemist on valikvastustega küsimuste/ülesannete edasiarendusega. Selle ülesandetüübi korral on antud kaks tulpa objektidega ning tuleb leida kahe tulba vastavus mingi reegli põhjal. Soovituslik on anda ühes tulbas rohkem objekte kui teises – kui objekte on võrdselt, siis tuleb viimane vastus automaatselt välja (vt näide 8).

Näide 8: *Sea vastavusse kujund ja tema pindalavalem.*

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1) Ristkülik | a) $P = 2(a+b)$ |
| 2) Täisnurkne kolmnurk | b) $S = ab$ |
| 3) Romb | c) $S = \frac{d_1 d_2}{2}$ |
| | d) $S = \pi r^2$ |
| | e) $P = a + b + c$ |
| | f) $S = \frac{ab}{2}$ |

Ümberpaigutusülesanded

Ülesandes on antud objektid, mis tuleb teatud tunnuse alusel õigesse järjekorda seada (vt näide 9).

Näide 9: *Sea mõisted õigesse järjekorda nii, et algmõiste oleks esimene ning igast mõistest on tuletatav järgmine.*



Sooritusülesanded

Sooritusülesanded on muutumas üha olulisemaks ülesannetüübiks (eriti loodusteadustes), sest nende lahendamine eeldab erinevate teadmiste ja oskuste rakendamist praktiliste olukordade lahendamiseks. Sellistes ülesannetes ei hinnata mitte ainult lõpptulemust, vaid

oluline koht on ka lahendusprotsessil. Selliste ülesannete hindamine on keerukas ja ajamahukas. Näiteks tuleb seda tüüpi ülesande puhul sooritada õpilastel mingisugune eksperiment ja kõiki selle teostamise samme tuleb seejuures üksikasjalikult pärast ka kirjeldada, lisaks analüüsida eksperimendi tulemusi. Loomulikult peab olema sellise ülesande juhised läbimõeldult ja üksikasjalikult koostatud, kergendades selliselt nii lahendaja kui hindaja tööd.

2.2 Testi koostamine, ülesannete valik ja ülesannete esinduslikkus

Milliseid ülesandeid testi valida, sõltub testi eesmärgist ja ka testi sooritajate arvust. Mida enam on testil sooritajaid, seda enam tasuvad end ära valikvastustega ülesanded. Kui sooritajate arv on väiksem, siis on omal kohal ka vabavastusega küsimused. Ülesande tüübi valik sõltub ka ülesande sisust ning loomulikult testi koostaja eelistustest.

Testi koostamisel tuleb arvestada järgmiste aspektidega:

1. testil peab olema pealkiri – millise teema kohta see on ning vajadusel ka õppeaine nimetus ja klass, kellele see sobib;
2. ülesande või ülesannete rühma ees on vajalik juhend ülesande lahendamiseks;
3. piisav arv ülesandeid – mitte väga pikk, mitte väga lühike;
4. üks ülesanne ei tohiks sisaldada vastust teisele ülesandele;
5. test peab sisaldama mõtlemisülesandeid;
6. kõrvutusülesandes on vajalikud peibutusvastused;
7. lünktestis optimaalne arv lünki;
8. hindamisel vältida murdarve ning eelistada neile täisarvulist punktiskoori.

Järjest enam on hakanud levima hindamine, kus valesti vastatud küsimuste eest võetakse punkte maha. Sellise hindamise meetodi positiivseks pooleks võib pidada seda, et õpilased ei märgi vastuseid huupi. Mahaarvatav punktiskoor seotakse valikvastuste arvuga: kui valikvastuseid on kaks, siis vale vastuse eest antakse -1punkti; kolme valikvastuse korral -0,5 punkti; nelja valikvastuse korral -0,33 punkti ja viie valikvastuse korral -0,25 punkti. Sellist hindamismudelit on mõistlik kasutada siis, kui õige vastus annab 1 punkti ning vaid üks valikvastus on õige. Antud töö raames koostatud testidel on 4 vastusevarianti ning seega tuleks valet vastust hinnata -0,33 punktiga. Negatiivset hindedkoori on kõige lihtsam põhjendada sellega, et eksimine igapäevaelus on ohtlik ning samamoodi on see ohtlik testide sooritamisel.

Testi koostamisel tuleb arvestada ka kontrollitava õppematerjaliga – valitud ülesannete hulk peab olema vastavuses õppematerjali erinevate elementidega (mõisted, seadused, faktid, omandamise tasemed, pädevused, õpetamise eesmärgid jne). Kõige otstarbekam variant testi koostamiseks on tugineda õppe-eesmärkidele ning seada testi erinevate ülesannete osakaal vastavusse nendega ning enim tähelepanu tuleks pöörata ainekava põhielementidele.

Testi pikkus on tihedas seoses kontrollitava õppematerjali mahuga. Kui eesmärgiks on kontrollida terve õppeaasta materjali, siis ei saa see test olla väga lühike – nii tekib oht, et kontrollitavast materjalist jääb välja mõni oluline ülesanne.

2.3 Testi reliaablus ja valiidsus

Igasugune mõõtmine on täpne vaid teatud piirini ja seega on oluline ka ainetestide puhul teada seda, kui täpselt nad mõõdavad.

Testi reliaablus näitab, kui usaldusväärselt mõõdab test seda, mida ta väidab mõõtmast. Kui test ei ole reliaabne, siis ei ole võimalik antud tulemusi kasutada ja usaldada.

Reliaablust saab hinnata erinevate meetoditega – näiteks kordustestimine samade õpilaste peal, testi eri variantide omavaheline korrelatsioon (samad õpilased teevad läbi mõlemad või kõik variandid). Viimatinimetatud variant läheneb juba testi valiidsusele, sest seda ei mõjuta ebaõnnestunud ülesannete koostamine, õpilaste töövõime muutused jne.

Üheks enim kasutatavaks meetodiks reliaabluse hindamisel ühe katse põhjal on Spearman-Browni valem. Sel juhul jagatakse test kaheks pooltestiks (paarituurvulised ja paarisarvulised küsimused) ning leitakse pooltestide tulemuste vaheline korrelatsioon r_1 . Mida pikem on test, seda kõrgem on testi reliaablus. Testi reliaabluse saab arvutada valemist

$$r = \frac{2r_1}{1+r_1}.$$

Kõige populaarsem valem reliaabluse hindamiseks on Cronbachi α ning sel juhul vaadeldakse igat testiülesannet eraldi.

$$r = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma^2}\right),$$

kus n on ülesannete arv testis, σ_i^2 – i -nda testiülesande dispersioon ja σ^2 – testi dispersioon.

Erinevad valemid annavad veidi erinevaid tulemusi ning seega tuleks koos reliaabluskoeffitsiendiga ära näidata ka arvutusvalem. Tänapäeva erinevatesse

statistikapakettidesse on reliaabluse arvutamise valemid juba sisestatud ning kasutajal tuleb vaid teha oma valik sisestatud andmetest lähtuvalt.

Testi reliaabluse suuruse määrab testi eesmärk – üksiku õpilase teadmiste või oskuste taseme hindamisel peab see olema väga kõrge – ca 0,95, kuid kahe grupi võrdlemisel võib piisata ka 0,7-st, sest grupi keskmine on alati väiksema veaga kui üksikmõõtmine.

Testi reliaablust mõjutavad:

1. testi pikkus – pikem test on parem;
2. oskuse dispersioon ehk hajuvus katseisikute grupis (kui katseisikute rühmas on oskuste hajuvus väike, siis tuleb ka reliaablus väike);
3. testi kvaliteet – kui ülesanded on rasked või halvasti sõnastatud, siis on õpilaste vastused neile juhuslikud;
4. katseisikute motivatsioon ja väsimus;
5. hindamise juhend ja selle täitmise täpsus.

Testi valiidsus näitab, kas test tõepoolest mõõdab seda, mida ta peaks mõõtma. Valiidne test on usaldusväärne ja võimaldab õigete otsuste ja järelduste tegemist. Valiidne test on ühtlasi ka reliaabel.

Testi valiidsuse liigid on järgmised:

1. sisuline valiidsus – ülesanded tuleb valida nii, et nende ülesannete lahendamine näitaks mõõdetava omaduse olemasolu õpilasel. Kuna programmitesti koostamisel on olulisel kohal testi vastavus ainekavale, siis see viib valiidsusele. Oht peitub aga taaskord materjali hulgas – mida ja mil määral kontrollida.
2. ennustav valiidsus – kui hästi võimaldab test prognoosida edukust mingis tegevusvaldkonnas;
3. võrdlev valiidsus – õpilased lahendavad ka teist testi, mis mõõdab sama omadust ning leitakse kahe testi tulemuste vaheline korrelatsioonikordaja;
4. faktorvaliidsus – sooritatakse mitu sama omadust mõõtvat testi ning tehakse tulemuste faktoranalüüs. Faktorvaliidsus on kõige täpsem valiidsuse näitaja, sest faktor on vaba võimalikest eksitustest üksiktestide koostamisel.

Enamikel ainetestidel Eestis puudub nii valiidsuse kui reliaabluse näitaja. Seega on kvaliteetsete testide koostamine väga suur ja aeganõudev töö ning testide kvaliteedi põhinäitajaid – reliaablus ja valiidsus – saab määrata vaid katseliselt. Seetõttu on ka käesolev magistr töö alles esimene samm kvaliteetse õppematerjali arendamise suunas. Antud töö

raames koostatud testidele ei ole võimalik ülaltoodud üldkasutatavaid reliaabluse ja valiidsuse näitajaid arvutada, sest testi iga küsimus esitatakse õpilasele juhuküsimusena ja õpilasele testis ette antav ülesannete komplekt on seega unikaalne. Usaldusväärsete reliaabluse ja valiidsuse näitajate jaoks peab test olema ühesugune kõikidele sooritajatele, kuid õppimise seisukohast on oluline materjali küsimine mitmes eri sõnastuses. Antud töö raames ei tundunud mõistlik anda teatud õpilaste grupile vastamiseks absoluutselt kõiki küsimuste pangas olevaid küsimusi, kuna see oleks õpilase jaoks tähendanud ligikaudselt kümnekordset ajakulu.

2.4 Erinevad testid koolimatemaatikas

Kuigi testid koolimatemaatikas on alakasutatud, on siiski matemaatilisi teste, mille otstarve või eesmärk ei vaja kellelegi tutvustamist.

Enamikele kooliõpetajatele ja -õpilastele on tuttav rahvusvaheline matemaatikavõistlus KÄNGURU, mis 2023. aasta kevadel toimus Eestis juba 28. korda. Võistluse eesmärgiks on läbi mänguliste ülesannete populariseerida matemaatikat (*Känguru*, 2022). Võistlusel osales 2023. aastal 22 581 õpilast 406-st koolist.

KÄNGURU-võistluse puhul on tegemist valikvastustega testiga, mis oma olemuselt on eristustest ning sellega selgitatakse välja tublimad. Võistlus toimub kuues vanuseastmes ning võistluse alguses on õpilasel sõltuvalt vanuserühmast kas 24 või 30 stardipunkti (täpselt sama palju kui vastavas vanuserühmas ülesandeid). Iga õige vastus annab juurde 3-5 punkti (sõltuvalt ülesandest), iga vale vastus -1 punkti ning vastamata jätmine 0 punkti. Kui õpilane vastab kõikidele ülesannetele valesti, saab ta kokku 0 punkti. Kuna vale vastuse eest antakse miinuspunkte, tuleb siin õpilasel võtta vastu otsus – kas vastata ülesandele, mille vastuses pole kindel, või mitte.

Õpilastele see võistlus meeldib – seda näitab ka iga-aastane suur osalejate arv.

Teine rahvusvaheline test on PISA. PISA-testiga hinnatakse kolme peamist valdkonda: lugemine, matemaatika ja loodusteadus. Aastal 2021 lisandus sellele ka loovmõtlemine (pandeemiast tulenevalt toimus testimine tegelikult 2022. aastal). 2018. aastal tõusis Eesti oma testitulemustega Euroopa ja OECD riikide arvestuses tabeli tippu – olles kõigis kolmes valdkonnas Euroopa arvestuses esimesel kohal. OECD riikide arvestuses olid Eesti tulemused lugemises ja loodusteaduses samuti kõrgeimad, matemaatikas oli Eesti Jaapani järel teisel kohal. Eesti õpilaste matemaatikaalased teadmised ja oskused on maailmas kaheksandal kohal

tulemusega 523 punkti, kui OECD keskmine on 489 punkti. (*PISA / Haridus-ja Teadusministeerium, s.a.*)

PISAga uuritakse:

- kui hästi on noored valmis eesootavate väljakutsetega silmitsi seisma;
- kas õpilased on võimelised analüüsima, põhjuseid leidma ja oma ideid esitama;
- kui võimelised on õpilased oma oskusi ja teadmisi reaalses elus rakendama (*PISA / Haridus-ja Teadusministeerium, s.a.*)

Lisaks teadmistele ja oskustele toimub ka rahulolu uuring. Kui palju on noorte seas pandeemiast tingituna suurenenud hirm ja kurbus, seda näitab vaid aeg. Kahjuks on 15-24 aastaste noorte suremuskordaja Eestis Euroopa kõrgeimate hulgas (*Statistics / Eurostat, s.a.*).

Alates 2016. aastast on kõik II kooliastme tasemetööd elektroonilised, sh ka matemaatika tasemetöö (*Tasemetööd / Haridus- ja Noorteamet, s.a.*). Tasemetöid sooritatakse Eksamite Infosüsteemis (edaspidi EIS) keskkonnas arvutiga. Matemaatikas on loodud keskkonnaga harjumiseks ka spetsiaalsed harjutustestid. Tasemetöö ajal on õpilasel õigus kasutada lisapaberit märkmete tegemiseks või ülesannete eelnevaks kirjalikuks lahendamiseks. Õpilasel tuleb tasemetöö sooritada juhul, kui ta on sattunud riiklikusse valimisse (väiksemas koolis moodustab valimi enamasti terve klass, suuremas koolis osa klassist või üks paralleelidest) või on kool otsustanud, et selle kooli õpilased sooritavad elektroonilise tasemetöö. Viimasel juhul registreerib kool ise õpilased EIS-i keskkonnas töö sooritajateks, riiklikusse valimisse sattumise korral tegeleb õpilaste registreerimisega Harno.

Kui 2020. aastal tabas maailma COVID-19 pandeemia, siis tuli paljudel gümnaasiumidel langetada otsus sisseastumiskatsete korraldamise kohta. Kuna terve Eesti oli distantsõppel, siis tava-pärasel moel katseid korraldada ei olnud võimalik. Nii töötasidki paljud gümnaasiumid välja erinevad e-testid, sh matemaatikatestid sisseastumiskatsete jaoks. Koolidel tuli siin langetada valik – kas kasutada Moodle'i keskkonda või juba õpilastele tuttavat EIS-i keskkonda. Ja kuigi nüüdseks on pandeemia ametlikult lõppenuks kuulutatud, on paljud koolid e-testide juurde jäänudki ning osa teevad matemaatikateste kombineeritult nii arvutipõhiselt kui kirjalikult.

3. Testi tulemuste analüüs

Käesolevas peatükis analüüsitakse nii Kohtla-Järve Gümnaasiumi abiturientide kui Tartu Ülikooli riigieksami ettevalmistuskursusel osalenud õpilaste poolt sooritatud testide tulemusi.

3.1 Kohtla-Järve Gümnaasiumi näitel

Kokku sooritas teste 35 õpilast, neist 12 kitsa ja 23 laia matemaatika õppekava õpilast. Testidele oli kehtestatud lävend 80%. Õpilaste motiveerimiseks lubas aineõpetaja tõsta nende kursusehinnet kuni kümne protsendipunkti võrra, sõltuvalt testide sooritustulemustest. Kohtla-Järve Gümnaasiumis kasutatakse hindamisel protsente ning hindamine toimub eristaval hindedkaalal 0-100%, mis lõpetamisel (või koolist lahkumisel) viiakse üle 5-palli süsteemi (*Kohtla-Järve Gümnaasiumi kodukord, 2023*). Protsentides hindamise kasuks räägib protsentide suurem läbipaistvus ning õpilase arengu selgem jälgimine.

Analüüsimisel jäeti kõrvale need testitulemused, kus lahendusae oli ebareaalselt pikk (10+ tundi) või oli test korraks lahti klõpsatud ning lahendamata (enamikel juhtudel oli lahendusae vahemikus 10–30 sekundit). Samuti jäid välja lõpetamata jäänud testide tulemused. Kõik testi tulemused on esitatud protsentides, sest nii on tulemused kooskõlas kooli hindamismudeliga.

Kõik keskmised tulemused on arvatatud vaid analüüsimisele kuulunud testitulemuste põhjal.

Test nr 1A: „Arvuhulgad. Tehted astmete ja murdudega”

Testi sooritas 34 õpilast, neist 12 kitsa ja 22 laia õppekava õpilast. Kokku tehti 95 katset, mis teeb keskmiselt 2,8 katset õpilase kohta. Kitsas õpperühmas tehti kokku 25 katset, laias 70 katset. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 12 laia õppekava puhul ja 6 kitsa õppekava puhul.

Testi miinimumtulemus laias õpperühmas oli 28,6 punkti ning kitsas 42,9 punkti, maksimumtulemus mõlemas grupis 100 punkti. Keskmise testi sooritamisele kulunud aeg oli kitsa õppekava puhul 11 min 19 s ning laia õppekava puhul 8 min 33 s.

Testi lävendi ületas 30 õpilast (10 kitsa ning 20 laia õppekava õpilast), mis teeb testi sooritatuse protsendiks 88. Maksimumtulemus saavutati 13 korral, neist neljal korral esimesel katsel.

Analüüsist selgus, et laia õppegrupi tulemus ($M = 72,6$; $SD = 18,8$) ei erine oluliselt kitsa õppegrupi tulemustest ($M = 73,1$; $SD = 17,2$), $W = 881,000$, $p = 0,962$ (laia grupi tulemused ei

sarnanenud normaaljaotusele). Küll aga on antud testi kitsa õppegrupi keskmine kõrgem kui laia õppegrupi keskmine.

Test nr 1B: „Võrrandid, võrratused ja nende omadused”

Testi sooritas 34 õpilast (kitsas õppekava 12, lai õppekava 22). Kokku tehti 94 katset, mis annab keskmiseks 2,8 katset õpilase kohta. Kitsas õpperühmas tehti 26 katset, laias 68 katset. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 8 (laia õppekava grupp)/ 4 (kitsa õppekava grupp).

Testi miinimumtulemus kitsas õpperühmas oli 14,3 punkti, laias 28,6 punkti. Maksimumtulemus 100 punkti mõlemas rühmas. Keskmine testisoorituse aeg oli kitsa õppekava grupil 9 min 59 s, laia õppekava grupil 6 min 44 s.

Testi lävendi ületas 26 õpilast, mis teeb testi sooritatuseks 76%.

Maksimumtulemus saavutati 12 korral, neist kuuel korral esimesel katsel.

Analüüsist selgus, et laia õppegrupi tulemus ($M = 70,6$; $SD = 20,6$) ei erine oluliselt kitsa õppegrupi tulemusest ($M = 64,8$; $SD = 21,8$), $t(92,000) = -1,190$, $p = 0,237$, Cohen's $d = -0,274$ (tulemused sarnanesid normaaljaotusele).

Test nr 2. „Protsentarvutus, võrrandisüsteemid”

Testi sooritas 34 õpilast (kitsas õppekava 12, lai õppekava 22). Kokku tehti 65 katset, mis teeb keskmiselt 1,9 katset õpilase kohta. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 5 (lai õppgrupp)/ 4 (kitsas õppegrupp).

Testi miinimumtulemus oli 42,9 punkti ja maksimumtulemus 100 punkti. Kitsa ja laia grupi tulemused siinkohal ei erinenud. Keskmine testi sooritamiseks kulunud aeg oli kitsa õppegrupi korral 9 min 18 s ja laia õppegrupi korral 9 min 7 s. Testi lävendi ületas 28 õpilast, st testi sooritus on 82%.

Maksimumtulemus saavutati 15 korral, neist kuuel korral saavutati nimetatud tulemus esimesel katsel.

Analüüsist selgus, et laia õppegrupi tulemus ($M = 80,3$; $SD = 15,4$) ei erine oluliselt kitsa õppegrupi tulemusest ($M = 75,2$; $SD = 17,3$), $t(63,000) = -1,223$, $p = 0,226$, Cohen's $d = -0,317$.

Test nr 3: „Trigonomeetria”

Testi sooritasid ainult laia õppekava õpilased. Nüüdseks liitus testikursusega ka viimane laia õppekava õpilane, seega on laia õppekava õpilaste üldarv 23. Kokku tehti 34 testikatset, mis teeb keskmiselt 1,5 katset õpilase kohta. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 4. Keskmine testisoorituse aeg on 6 min 2 s.

Keskmine testitulemus $M = 88,2$, $SD = 12,4$, minimaalne tulemus oli 57,1 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 15 korral ja 11 korral saavutati see esimesel katsel. Kõik õpilased ületasid lävendi.

Test nr 4: „Vektorid”

Testi sooritasid ainult laia õppekava õpilased ning 18 õpilast 23-st. Kokku tehti 50 testikatset, mis teeb keskmiselt 2,8 katset õpilase kohta. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 7. Keskmine testisoorituse aeg 10 min 1 s.

Keskmine testitulemus $M = 72,6$, $SD = 17,3$, miinimumtulemus 28,6 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 7 korda ning esimese katsega saavutati see neljal korral.

Lävendi ületas 17 õpilast 18-st.

Test nr 5: „Kombinatorika ja tõenäosus”

Testisooritusi 43, neist analüüsiks sobilikke 37. Testi sooritas 16 õpilast, mis teeb keskmiselt 2,3 katset õpilase kohta. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 4. Keskmine testisoorituse aeg oli 20 min 10 min.

Keskmine testitulemus $M = 61,9$, $SD = 22,2$, miinimumtulemus 21,4 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 4 korda ning mitte ühelgi korral polnud selleks esimene katse. Lävendi ületas vaid 8 õpilast 16-st.

Test nr 6: „Logaritm- ja eksponentfunktsioon”

Testi sooritas 18 õpilast, kes tegid kokku 29 katset. Suurim soorituste arv ühe õpilase kohta oli 3 ning keskmiselt sooritati 1,6 katset õpilase kohta. Keskmine testisoorituse aeg oli 14 min 56 s.

Keskmine testitulemus $M = 84,2$, $SD = 15,0$, miinimumtulemus 57,1 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 11 korda, neist 5 korda esimese katsega. Lävendi ületas 17 õpilast 18-st.

Test nr 7: „Aritmeetiline ja geomeetriline jada”

Testi sooritati 25 korda ning testisooritajaid oli 18. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 3 ning keskmiselt sooritati 1,4 katset õpilase kohta. Keskmine testi sooritamiseks kulunud aeg oli 15 min 21 s.

Keskmine testitulemus $M = 80,6$, $SD = 17,9$, miinimumtulemus 28,6, maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 7 korda, neist esimesel katsel 4 korda. Lävendi ületas 14 õpilast 18-st.

Test nr 8: „Tuletis”

Testi sooritati 22 korda ning sooritajaid oli 17. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 2 ning keskmiselt sooritati 1,3 katset õpilase kohta. Keskmine testi sooritamiseks kulunud aeg oli 22 min 20 s.

Keskmine testitulemus $M = 89,0$, $SD = 13,2$, miinimumtulemus 57,1 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saadi kätte 11 korral, neist 8 korral esimesel katsel. Lävendi ületas 16 õpilast 17-st.

Test nr 9: „Integraal”

Testi sooritati 19 korda, sooritajaid oli 16. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 2 ning keskmiselt sooritati õpilase kohta 1,2 katset. Keskmine testi sooritamiseks kulunud aeg oli 11 min 18 s.

Keskmine testitulemus $M = 86,5$, $SD = 11,1$, miinimumtulemus 71,4, maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 4 korral ning kõikidel kordadel esimesel katsel. Lävendi ületas 14 õpilast 16-st.

Test nr 10: „Stereomeetria”

Testisooritusi 16 ja sooritajaid 14. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 2 ning keskmiselt sooritati õpilase kohta 1,1 katset. Keskmise testi sooritamiseks kulunud aeg oli 11 min 29 s.

Keskmine testitulemus $M = 86,6$, $SD = 11,0$, miinimumtulemus 71,4, maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 4 korral ning kõikidel kordadel esimese katsega. Lävendi ületas 12 õpilast 14-st.

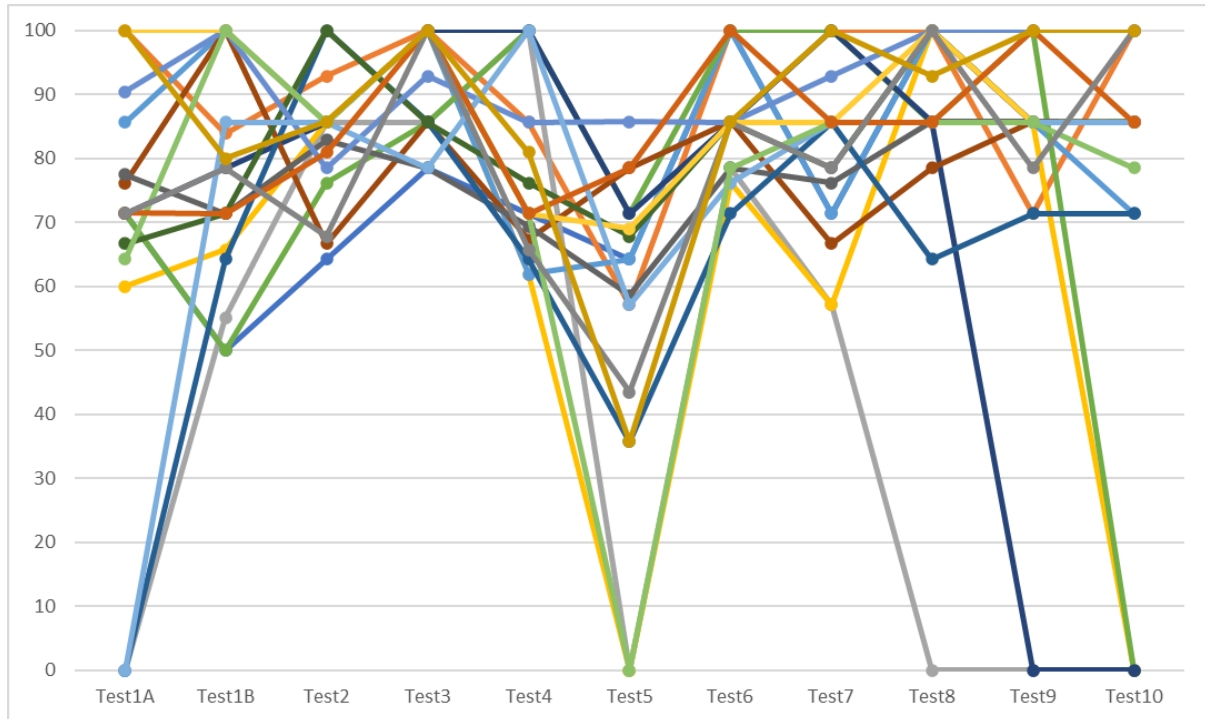
Kokkuvõtteks

Kohtla-Järve Gümnaasiumi sihiks on ennastjuhtiva õpilase arendamine – Kohtla-Järve Gümnaasiumi arengukavas 2022-2025 on öeldud, et õpetajad ja õpilased on ennastjuhtivad, keskendunud pädevustele, mis on seotud oma õppimise kõrvalt vaatamisega, arengu ja eksimise väärtustamisega ja autonoomse motivatsiooniga (*Kohtla-Järve Gümnaasiumi arengukava*, 2022). Tegelikuses on argipäev veel paljuski teistsugune. Nii mõnigi gümnaasist vajab tuge õpioskuste omandamisel ning pidevat suunamist ja meeldetuletamist õppetöös.

Testide tulemuste analüüsist on hästi näha, et kui õpetaja pidevalt meelde ei tuleta, jäävad testid sooritamata. Isegi boonussüsteem ei toimi piisava motivaatorina. Kuna testide tulemused läksid arvesse viimase – kordamiskursuse – hindamisel, siis paljud tunnistasid õpetajale, et nad on oma kursusehindega juba rahul ja see paar protsendipunkti neid enam ei motiveeri. Samas aga on näha testisooritustes arengut – kui esialgu suhtuti pealtnäha kergekäeliselt vastamise, siis viimastes testides võeti vastamiseks rohkem aega.

Kõik 11 testi sooritas vaid 12 õpilast 35-st ehk ainult 34% abiturientidest.

Järgneval joonisel (vt joonis 3) on välja toodud 18 laia õppekava õpilase keskmised testitulemused testide kaupa trendijoonena (1 õpilane – 1 värv). Trendijoonete kasutamine annab kõige ülevaatlíkuma pildi nii iga testi kui iga õpilase tulemuse kohta. Välja on jäetud nende õpilaste tulemused, kus sooritamata jäid enam kui pooled testid. Kui keskmine testitulemus graafikul on 0, siis tähendab see seda, et antud test on jäänud õpilasel lahendamata. Graafikult joonistub kenasti välja tulemus, et kombinatoorika ja tõenäosus on õpilaste jaoks rohkem tähelepanu vajav teema (test nr 5), samuti aritmeetiline ja geomeetriline jada (test nr 7) ning võrrandid, võrratused ja nende omadused (test nr 1B). Nii tõenäosus kui jada on teemad, mis eeldavad väga hoolikat tekstilugemist ja olukorrast arusaamist. Võrratuste lahendamise nüansid kipuvad ununema ning vajavad pidevat meeldetuletamist.



Joonis 3: Laia rühma õpilaste keskmised testitulemused testide kaupa

3.2 Tartu Ülikooli näitel

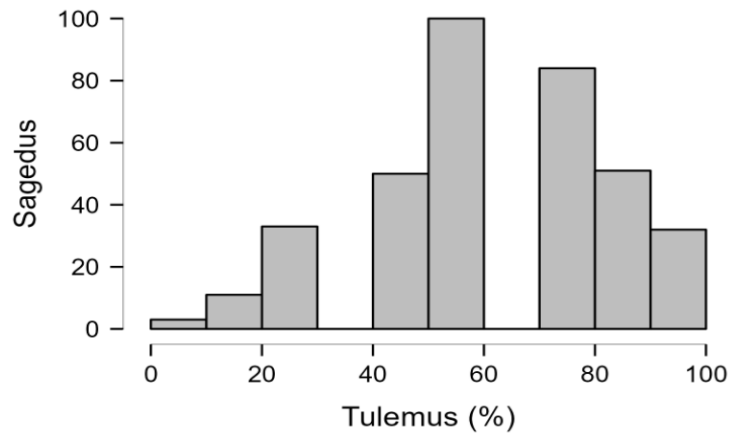
Kursusel osales kokku 813 õpilast. Oma tulemusi analüüsida lubas 207 õpilast ehk ligikaudu 25% osalejatest.

Analüüsimisel jäeti kõrvale need testitulemused, kus lahendusaeg oli ebareaalselt pikk (10+ tundi) või oli test korraks lahti klõpsatud ning lahendamata (enamikel juhtudel jäi lahendusaeg vahemikku 10–30 sekundit) või oli test jäänud lõpetamata. Kõik testide tulemused on esitatud protsentides ning keskmised tulemused on arvatud vaid analüüsimisele kuulunud testitulemuste põhjal.

Test nr 1A: „Arvuhulgad. Tehted astmete ja murdudega.”

Testisooritusi kokku oli 453, neist analüüsiks sobilikke 364. Testi keskmine tulemus oli $M = 61,9$, $SD = 22,0$. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 7 min 23 s. Tulemuste mood ja mediaan ühtisid – 57,1. Minimaalne tulemus oli 0 ning maksimaalne 100. Maksimaalne tulemus saavutati 32 korda. Enim sooritatud katseid ühe õpilase kohta oli 31, keskmiselt

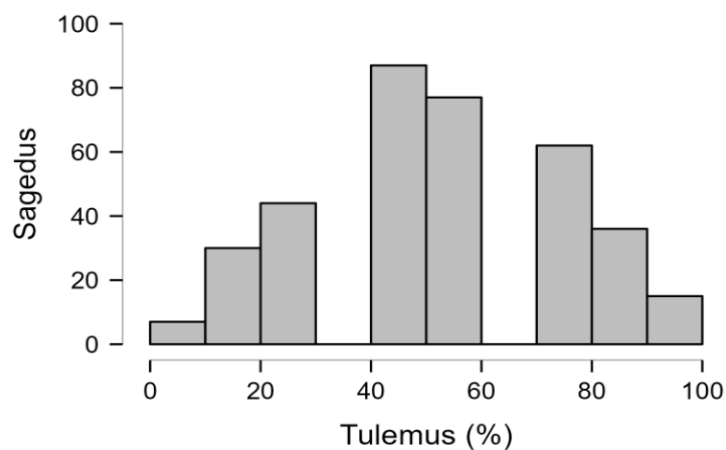
sooritati õpilase kohta 1,8 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 4: Testi nr 1A tulemuste jaotus

Test nr 1B: „Võrrandid, võrratused ja nende omadused”

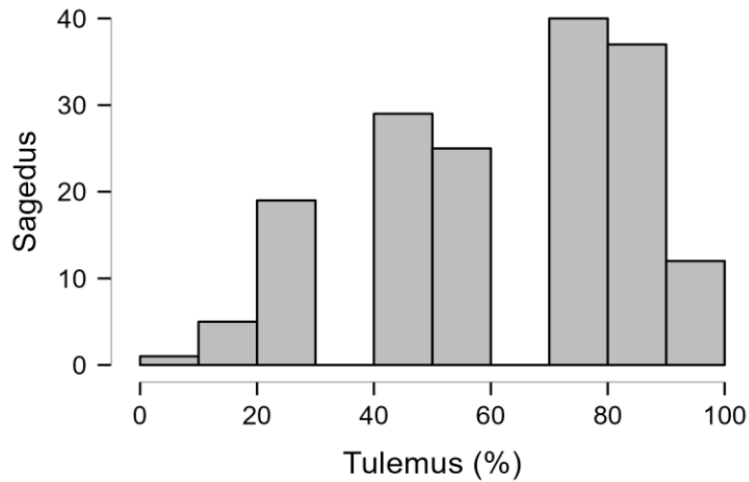
Testi sooritusi kokku oli 410, neist analüüsitavaid tulemusi 357. Keskmine testitulemus oli $M = 52,6$, $SD = 23,3$ ning keskmine lahendusaeg oli 10 min 35 s. Tulemuste mood oli 42,9 ja mediaan 57,1. Minimaalne tulemus oli 0 ja maksimaalne 100. Maksimaalne tulemus saavutati 15 korral. Enim sooritatud katsete arv ühe õpilase kohta oli 11 (sama, kes ka eelmises testis). Keskmine testisoorituste arv ühe õpilase kohta oli 2,1. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 5: Testi nr 1B tulemuste jaotus

Test nr 2: „Protsentiarvutus, võrrandisüsteemid”

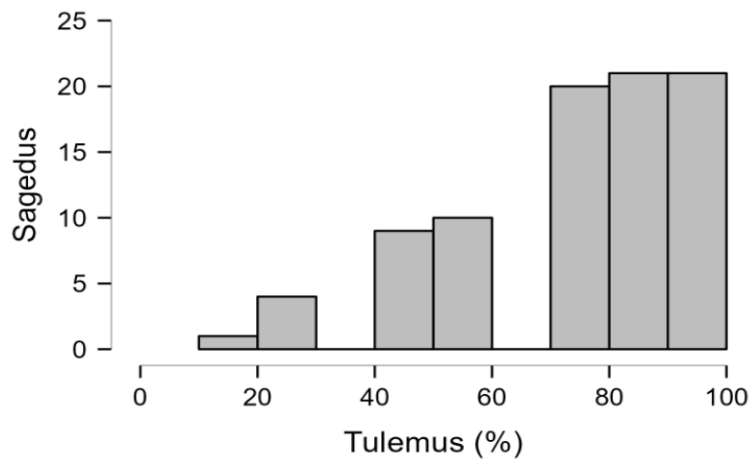
Testisooritusi oli 182, neist analüüsitavaid 168. Keskmise testitulemus oli $M = 62,6$, $SD = 23,1$. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 6 min 28 s. Tulemuste mood ja mediaan ühtisid – 71,4. Miinimumtulemus 0 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 12 korda. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 8 ning keskmiselt sooritati õpilase kohta 1,5 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 6: Testi nr 2 tulemuste jaotus

Test nr 3: „Trigonomeetria”

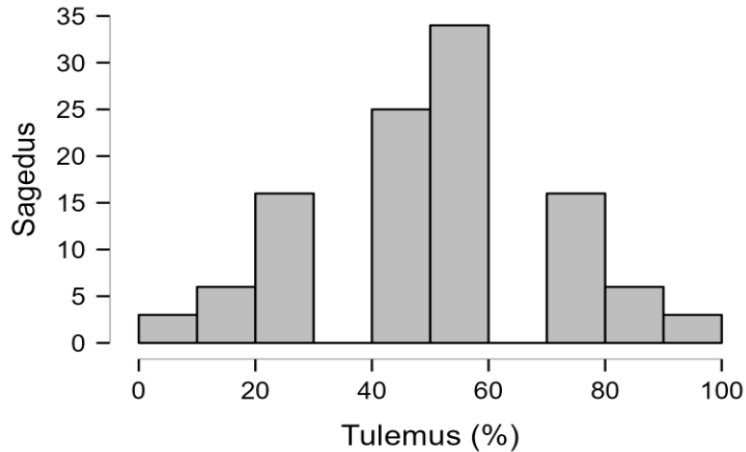
Testisooritusi oli 98, neist analüüsitavaid 86. Keskmise tulemus oli $M = 74,6$, $SD = 21,8$. Tulemuste mood oli 85,7 ja mediaan 71,4. Keskmise lahendusaeg oli 5 min 17 s. Miinimumtulemus oli 14,3 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 21 korral. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 7 ning keskmiselt sooritati õpilase kohta 1,3 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 7: Testi nr 3 tulemuste jaotus

Test nr 4: „Vektorid”

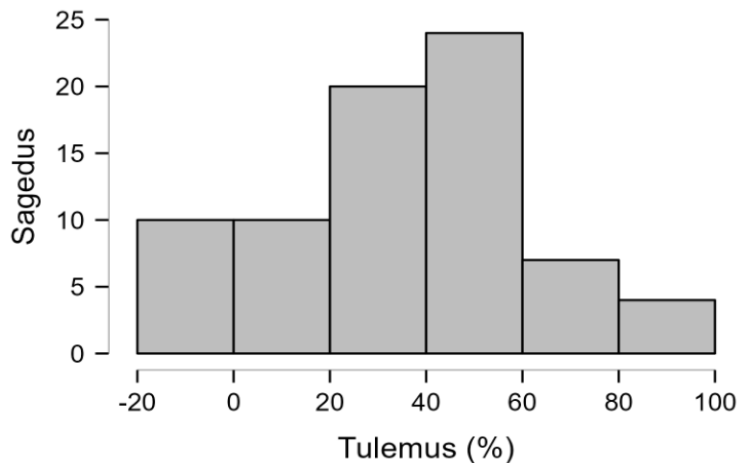
Testisooritusi 122, neist analüüsitavaid 109. Keskmise tulemus $M = 50,6$, $SD = 21,1$ ning mood ja mediaan ühtivad – 57,1. Keskmise testi sooritamiseks kulunud aeg on 5 min 20 s. Minimaalne testitulemus on 0, maksimaalne 100. Maksimumtulemus saavutati 3 korda. Suurim katsete arv ühe õpilase kohta oli 6 (lausa 4 õpilast) ning keskmine katsete arv ühe õpilase kohta oli 2,5. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 8: Testi nr 4 tulemuste jaotus

Test nr 5: „Kombinatorika ja tõenäosus”

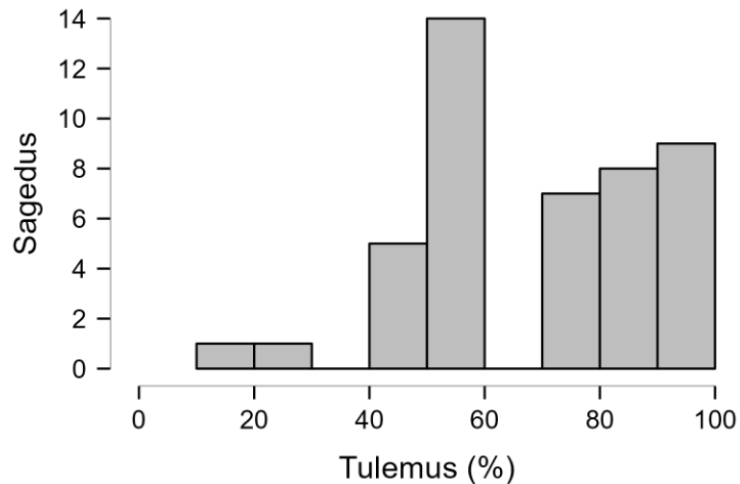
Testisooritusi 100, neist analüüsitavaid 75. Keskmise tulemus $M = 36,4$, $SD = 26,1$. Testi mood on 57,1 ning mediaan 35,7. Keskmiselt kulus testi sooritamisele aega 13 min 2 s. Testi minimaalne tulemus on -14,3 ning maksimaalne tulemus on 100, mis saavutati vaid ühel korral. Maksimaalne testisoorituste arv ühe õpilase kohta on 7 katset ning keskmiselt ühe õpilase kohta sooritati 2,4 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 9: Testi nr 5 tulemuste jaotus

Test nr 6: „Logaritm- ja eksponentfunktsioon”

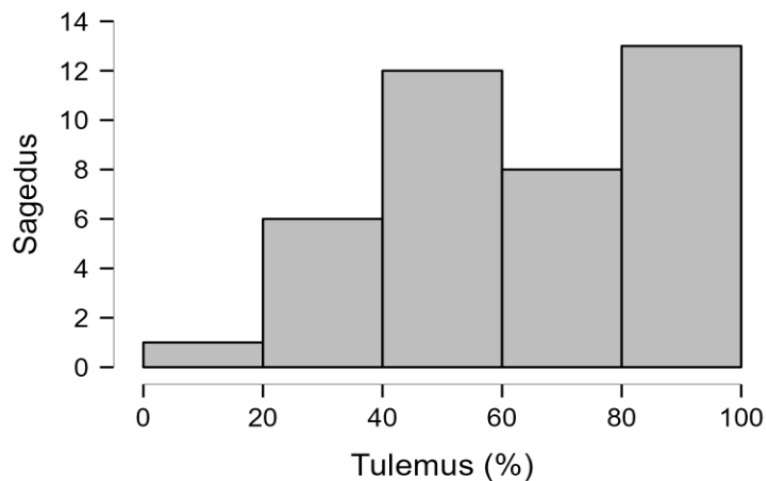
Testisooritusi 52, neist analüüsitavaid 45. Keskmine testitulemus on $M = 69,8$, $SD = 21,8$. Testi mood on 57,1 ja mediaantulemus on 71,4. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 8 min 4 s. Testi miinimumtulemus on 14,1 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 9 korda. Maksimaalne soorituste arv ühe õpilase kohta on 6 ning keskmiselt sooritati ühe õpilase kohta 1,2 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 10: Testi nr 6 tulemuste jaotus

Test nr 7: „Aritmeetiline ja geomeetriline jada”

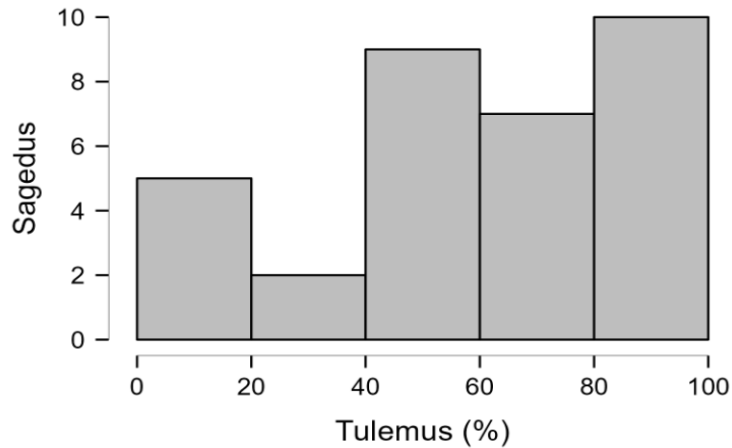
Testisooritusi 47, neist analüüsitavaid 40. Keskmine testitulemus on $M = 63,6$, $SD = 24,0$. Testi mood on 85,7 ja mediaantulemus on 71,4. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 14 min 34 s. Testi miinimumtulemus on 0 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 3 korda. Maksimaalne soorituste arv ühe õpilase kohta on 3 ning keskmiselt sooritati ühe õpilase kohta 1,4 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 11: Testi nr 7 tulemuste jaotus

Test nr 8: „Funktsiooni tuletis”

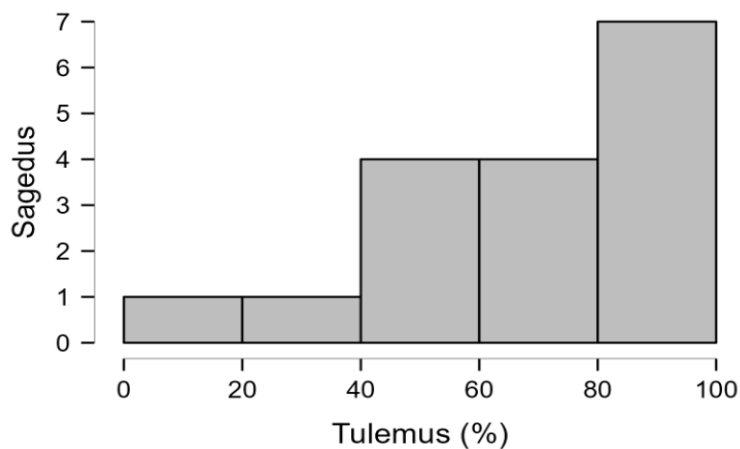
Testisooritusi oli 45, neist analüüsitavaid 33. Keskmise testitulemus on $M = 59,7$, $SD = 30,2$. Testi mood ja mediaantulemus ühtivad – 71,4. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 12 min 45 s. Testi miinimumtulemus on 0 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 4 korda. Maksimaalne soorituste arv ühe õpilase kohta on 4 ning keskmiselt sooritati ühe õpilase kohta 1,8 katset. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 12: Testi nr 8 tulemuste jaotus

Test nr 9: „Intergraal”

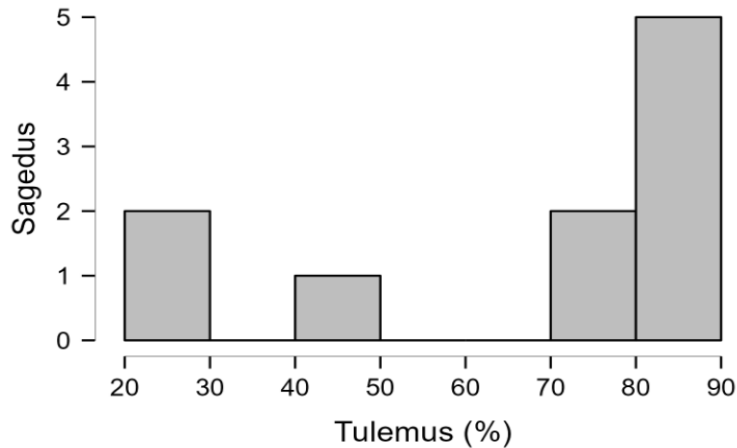
Testisooritusi oli 26, neist analüüsitavaid 17. Keskmise testitulemus oli $M = 68,9$, $SD = 23,8$. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 11 min 47 s. Tulemuste mood on 85,7 ja mediaan 71,4. Miinimumtulemus 14,3 ja maksimumtulemus 100. Maksimumtulemus saavutati 2 korda. Iga õpilane sooritas ühe katse. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 13: Testi nr 9 tulemuste jaotus

Test nr 10: „Stereomeetria”

Testisooritusi 13, analüüsitavaid 10. Keskmine testitulemus $M = 67,1$, $SD = 24,3$. Keskmiselt kulus testi sooritamiseks aega 9 min 30 s. Tulemuste mood on 85,7, mediaan 78,6. Minimaalne tulemus on 28,6, maksimumtulemus 85,7. Tulemust „100” ei saanud keegi. Testitulemuste täpsem jaotus on välja toodud alljärgneval joonisel.



Joonis 14: Testi nr 10 tulemuste jaotus

Kokkuvõtteks

Vaadates seda, kuidas kursuse jooksul testisoorituste arv järsult kahaneb, siis alustavad õpilased uusi asju õhinaga, kuid ajapikku nad väsivad ja loobuvad. Lugeses erinevate õpilaste poolset tagasisidet testidele, on õpilaste jaoks suureks murekohaks aeg – seda pole nende arvates õppimiseks piisavalt või peitub põhjus lihtsalt selles, et noored ei oska oma aega planeerida. Viimaste testide soorituste arv on madal tõenäoliselt seetõttu, et ettevalmistuskursusel on vastavad teemad alles hiljuti läbitud ning eksamini veel veidi aega.

Kindlasti aga on nende testide esialgsed tulemused sellised, et neid teste tasub edasi täiustada ning katsetada seejärel õppeprotsessi käigus. Tulevikus võiksid need testid olla eeltestideks kontrolltöö sooritamisele või moodustada ühe osa kontrolltööst.

4. Testide tagasiside analüüs

Käesolevas peatükis analüüsitakse õpilaste poolt antud tagasisidet valikvastustega testidele.

4.1 Kohtla-Järve Gümnaasium

Tagasisideküsimustikule vastas 7 õpilast 35-st ehk 20% õpilastest. Neist 3 olid vene ja 4 eesti emakeelega õpilast. Kohtla-Järve Gümnaasiumis on 46% õpilastest mitte-eesti emakeelega. Abiturientide hulgas on mitte-eesti emakeelega 14 õpilast 37-st, kuid koolis toimub õppetöö 100% eestikeelsena.

Kõik vastajad olid laia õppekava õpilased, kuid 2 neist sooritab matemaatika kitsa kursuse riigieksami. Vastanutest 5 õpilast pigem nõustus või nõustus täielikult väitega, et testide lahendamine toetas nende ettevalmistust eksamiks. Vaid 1 pigem ei nõustunud sellega ning 1 ei osanud täpselt öelda.

Kuna tegemist oli laia õppekava õpilastega, siis nende arvamus testide keerukuse kohta oli nii ja naa (5-pallisel skaalal 3 palli). Samas aga vastusena küsimusele „Testide lahendamise tegi Sinu jaoks keeruliseks:” tuli 3 korda vastuseks väide, et matemaatika on keeruline õppeaine. Ühel juhul tuli vastuseks, et tal on puudulikud teadmised matemaatikast, ühel juhul oli raskusi ka eesti keelest arusaamisega ning 2 korda tuli vastuseks, et testid ei olnud keerulised.

Testide lahendamise ajal kasutas abimaterjale (õpik, konspekt, valemikogu jne) 6 õpilast 7-st ning 6 õpilast 7-st ei muudaks nende testide juures midagi, kuid 1 õpilane leidis, et testid eeldasid eksamiks mittevajalike teadmiste olemasolu (millised teadmised olid ebavajalikud, ei täpsustatud).

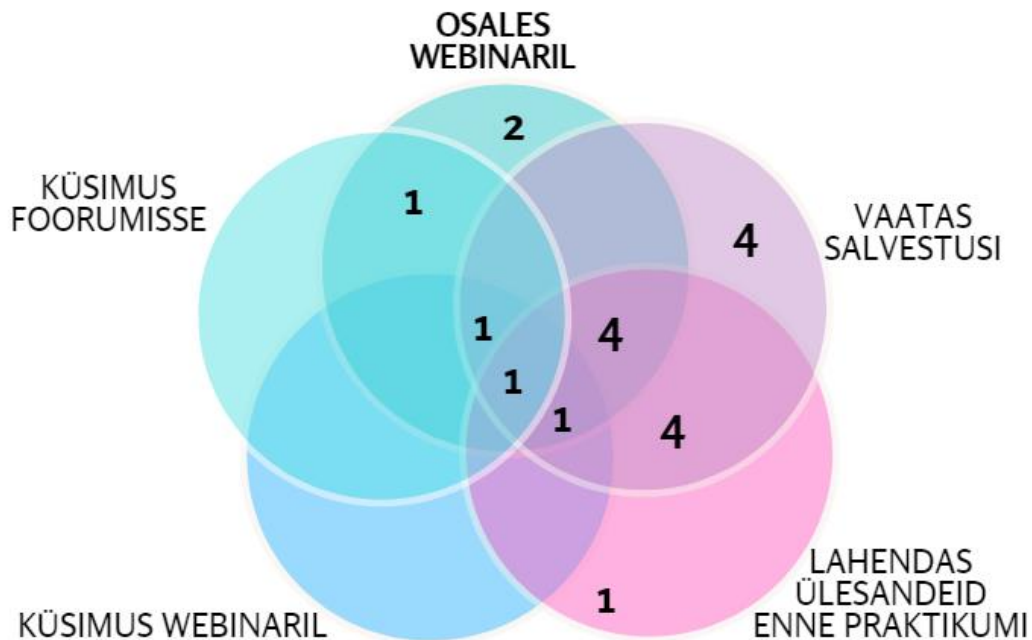
Ainult 1 õpilane 7-st vastas, et pärast testide lahendamist pole tema kindlustunne eksami jaoks suurenenud ning tema peaks kõikidele teemadele rohkem tähelepanu pöörama. Eraldi teemadena toodi välja, et rohkem tähelepanu vajaksid võrratuste, jadade ja planimeetria teema. Võrratuste ja jadade teema kohta joonistus see vajadus kenasti välja ka keskmiste testitulemuste graafikul, planimeetria kohta eraldi test hetkel puudub.

Mitte-eesti emakeelega õpilastelt tuli läbi õpetaja ka esialgu tagasiside, et testis on viga (test 1A „Arvuhulgad, tehted astmete ja murdudega”). Kui õpetaja testi avas, siis selgus, et kuna astendamise seotud küsimused vajavad tähelepanelikku lugemist ja küsimuses on palju sarnase kirjapildiga sõnu, siis on neil keele tõttu tekstist raske aru saada.

4.2 Tartu Ülikooli ettevalmistuskursus

Küsimustikule oli töö analüüsi kirjutamise ajaks vastanud 21 õpilast. Neist 14 on õppinud koolis laia matemaatikat ning nende hulgast 3 on valinud endale ka laia õppekava eksami, kuid osalevad antud – kitsa õppekava kohasel – ettevalmistuskursusel.

Allpool esitatud Venni diagrammil on välja toodud kursusel osalemine erinevate tegevuste kaupa – õpilane sai ära märkida kõik sobivad variandid (osalemine webinaril, webinaril salvestuste vaatamine, enne praktikumi ülesannete lahendamine, küsimuste esitamine foorumisse ja küsimuste esitamine webinaril). Diagrammile ei õnnestunud märkida kahte õpilast, kes osalesid webinaril ja lahendasid enne praktikume ülesandeid.



Joonis 15: Kursusel osalemise jaotus Venni diagrammil kujutatuna

Väitega „Valikvastustega testide tegemine toetas õppimist eksamiks” oli 7 õpilast pigem nõus ning 4 täiesti nõus, 7 õpilast natuke nõus ja natuke mitte, 2 pigem ei olnud nõus ning 1 õpilastest ütles, et ta ei lahendanud valikvastustega teste üldse.

Väitele „Valikvastustega testid olid keerulised” vastas 8 õpilast, et olid pigem keerulised, 7 õpilast oli natuke nõus ja natuke mitte, 4 õpilast arvas, et testid pigem ei olnud keerulised ning ühele õpilasele olid testid väga keerulised.

Küsimusele selle kohta, mis muutis valikvastustega testide tegemise keeruliseks, võis õpilane ära märkida kõik endale sobivad vastusevariandid. Seda, et matemaatika on raske õppeaine, märkis ära 12 õpilast, 5 korda märgiti ära puudulikud teadmised matemaatikast, 4 korda ebapiisav aeg õppimiseks ning 5 korda, et testid ei olnud keerulised.

Ainult 3 õpilast ei kasutanud testide sooritamise ajal abimaterjale, 16 õpilast kasutas ning 2 õpilast jättis küsimusele vastamata.

Valikvastustega testides teemaga enam sügavuti minekut soovis 4 õpilast (1 kõikide teemade puhul, 1 tõenäosuse ja statistika, 1 tekstülesannete ja 1 integraali teemat). Ülejäänud kas ei osanud öelda või jätsid lihtsalt vastamata.

Küsimusele „Kas muudaksid valikvastustega testide juures midagi? Kui jah, siis palun täpsusta.” vastas 5 õpilast, et nad ei muudaks midagi, ning 1 õpilane lisas, et kõik oli selgesti aru saada, mida küsitakse. Testid olid hästi koostatud ühe õpilase arvates ning 2 õpilast vastas, et küsimused olid liiga teoreetilised ning seda nad hästi ei oska. Testid ei meeldinud üldse ühele õpilasele – alguses tegi paar korda, kuid kuna need võtsid piisavalt palju aega, siis loobus edaspidi nende lahendamisest.

5. Kokkuvõte

Valikvastustega testid on kasutamata võimalus matemaatikaõppes õpilaste teadmiste edendamiseks. Antud töö tulemus näitab, et õpilased on valmis selliseid teste lahendama, kuid nendest maksimaalse tulemi saamiseks tuleb need osavalt põimida õppeprotsessi osaks.

Kvaliteetse õppematerjali valmistamine on pikk ja aeganõudev protsess, mille kõiki etappe tuleb rahulikult kaaluda ja ette valmistada, seejärel katsetada, teha parandusi ja uuesti katsetada. Seega tuleb ka käesoleva töö raames valminud materjali veel täiustada – lisada testide küsimustepankadesse küsimusi, lisada test või paar. Kindlasti tuleb lisada eraldi test planimeetria jaoks ning tegelikult haaravad testid 1A ja 1B väga mahukat materjali – arvuhulgad, tehted astmetega, võrrandid ja võrratused. Ka siin võiks edaspidi mõelda mõne testi lisamisele, näiteks luua eraldi testid võrrandite ja võrratuste kohta. Samuti lisada vale vastuse eest negatiivne punktiskoor ning küsimuste arvu testides suurendada. Enesekontrollitestist hindamisvahendiks muutmise soovil tuleb leida võimalus testi reliaabluse kontrolliks.

Vestlustest Kohtla-Järve Gümnaasiumi õpilastega selgus, et õpilaste jaoks oli ootamatu, kuivõrd palju sisaldasid testid teoreetilisi teadmisi – valemeid, reegleid. Meie õpilased on harjunud lahendama selliseid teste ja ülesandeid, mis nõuavad vastuse leidmist konkreetsele ülesandele, kuid nad pole harjunud taasesitama reegleid ja valemeid sõnalisel kujul. Õpilaste jaoks näib olevat teooria ja ülesanded kaks erinevat matemaatikat. Loodetavasti aitavad antud töö raames loodud testid seda olukorda muuta.

Lisaks testide täiustamisele on plaan koostada juhendmaterjal õpetajatele Moodle'isse küsimustepankade importimiseks ning neist testide koostamiseks. Paljude õpetajate jaoks on Moodle harjumatu ja võõras keskkond nii õppematerjalide kui ülesannete esitamiseks. Seega üksikasjalik juhend kindlasti julgustaks enamaid õpetajaid seda proovima ning juba kasutusvalmis õppematerjal soodustaks seda veelgi. Samuti võimaldab alustatu täiendamine veel enam kaasajastada juba olemasolevaid didaktilisi materjale.

Kindlasti jätkub koostatud testide kasutamine õppetöös ka Kohtla-Järve Gümnaasiumis ning sealgi on koostöös kolleegiga päevakorras loodud testikursuse täiendamine õppematerjalide lisamisega. Seega on käesoleva töö käigus loodud materjalil potentsiaali arenguks piisavalt.

Kasutatud kirjandus:

Abel, E., Lepmann, L. (1987-1992). *Testid koolimatemaatikast*. Tallinn: Eesti Õppekirjanduse Keskus

Eurostat (2023). HLTH_CD_ACDR2: Causes of death - crude death rate by NUTS 2 region of residence [statistika andmebaas]. Viimati vaadatud 6. mai 2023, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HLTH_CD_ACDR2\\$DV_1145/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HLTH_CD_ACDR2$DV_1145/default/table?lang=en)

Gümnaasiumi riiklik õppekava–Riigi Teataja. (s.a.). Viimati vaadatud 5. mai 2023, <https://www.riigiteataja.ee/akt/123042021011>

Haladyna, T. M., Downing, S. M., & Rodriguez, M. C. (2002). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. *Applied measurement in education*, 15(3), 309-333.

Haridus- ja Teadusministeerium. (2016). *Lähteülesanne RÕK kontseptsiooni loomiseks*.

Kandideerimiskutse aineekspertidele | Oppekava infoportaal. (s.a.). Viimati vaadatud 4. mai 2023, <https://oppekava.ee>

Kitsa matemaatika kursused | Oppekava infoportaal. (s.a.). Viimati vaadatud 6. mai 2023, <https://oppekava.ee>

Laia matemaatika kursused | Oppekava infoportaal. (s.a.). Viimati vaadatud 6. mai 2023, <https://oppekava.ee>

Linde, M. (2022). *Matemaatika riiklike ainekavade ajakohastamine*. Viimati vaadatud 5. mai 2023, https://matemaatika.eu/kmu/kmu-suvepaevad-op_paevad/

Kohtla- Järve Gümnaasiumi arengukava 2022-2025. (2022). Viimati vaadatud 1. mai 2023, <https://kjpg.ee/meie-kool/dokumendid/>

Kohtla-Järve Gümnaasiumi kodukord. (s.a.). Viimati vaadatud 1. mai 2023, <https://kjpg.ee/meie-kool/dokumendid/>

Känguru. (2022). Viimati vaadatud 3. mai 2023, <https://teaduskool.ut.ee/et/ainevoistlused/kanguru>

Matemaatika | Oppekava infoportaal. (s.a.). Viimati vaadatud 5. mai 2023, <https://oppekava.ee>

Matemaatika lähtetaseme testid – Testid ja hindamine. (s.a). Viimati vaadatud 15. mai 2023, <https://projektid.edu.ee/pages/viewpage.action?pageId=88477671>

Mikk, J. (2002). *Ainetestid. Loengukonspekt TÕ üliõpilastele.* Tartu: Tartu Ülikool, Pedagoogikaosakond

Nicol, D. (2007). E-assessment by design: using multiple-choice tests for good effect. *Journal of Further and Higher Education*, 31(1), 53-64

PISA | Haridus-ja Teadusministeerium. (s.a). Viimati vaadatud 6. mai 2023 <https://www.hm.ee/pisa>

PISA Test—PISA. (s.a). Viimati vaadatud 12. mai 2023, https://www.oecd.org/pisa/test/scientific-question-categories.htm?fbclid=IwAR2fHJbitWpZarmv89o4ql_CuCplc4ztUMY9Yqk8BbXFAJur-vSK3hJv3-w

Riiklike õppekavade ajakohastamise eelnõule 30.12.2022-25.01.2023 laekunud tagasiside ja kommentaarid, lk 63. (2023) Viimati vaadatud 30. aprill 2023, <https://oppekava.ee>

Riiklike õppekavade ajakohastamine 2022 | Oppekava infoportaal. (s.a). Viimati külastatud 5. mai 2023, <https://oppekava.ee>

Tasemetööd | Haridus- ja Noorteamet. (s.a). Viimati vaadatud 6. mai 2023 <https://harno.ee/tasemetood#materjalid>

Valk, A., Soo, K., Beilmann, M. (2022). *Vaimne tervis ja heaolu õpikeskkonnas- Eesti inimarengu aruanne 2023.* Viimati vaadatud 6. mai 2023, inimareng.ee

Lisa 1: Test nr 1A: „Arvuhulgad. Tehted astmete ja murdudega”

Naturaalarvude hulk

- a. lõpeb arvuga lõpmatus
- b. lõpeb ühe suure arvuga
- c. on lõpmatu
- d. on lõplik

Naturaalarvude hulgaks nimetatakse hulka, mis koosneb arvudest

- a. 1, 2, 3, ... ja nende vastandavudest -1, -2, -3, ...
- b. 1, 2, 3, ...
- c. 0, 1, 2, 3, ...
- d. -1, -2, -3, ... ja 0

Milline järgmistest seostest on tõene?

- a. $\left|\frac{a}{b}\right| > \frac{|a|}{|b|}$
- b. $\left|\frac{a}{b}\right| < \frac{|a|}{|b|}$
- c. $\left|\frac{a}{b}\right| = \frac{|a|}{|b|}$
- d. $\left|\frac{a}{b}\right| = \frac{a}{b}$

Korrutis $(-0,1)^2 \cdot (-0,1)^3$ on võrdne arvuga

- a. -0,00001
- b. 0,000001
- c. 0,11111
- d. -0,000001

Aste $\left[\left(\frac{2}{3}\right)^2\right]^{-1}$ on võrdne arvuga

- a. $-\frac{4}{9}$
- b. $\frac{4}{9}$
- c. $\frac{9}{4}$
- d. $-\frac{9}{4}$

Võrdsete alustega astmete korrutamisel tuleb

- a. alused korrutada
- b. astendajad korrutada
- c. astmed liita
- d. astendajad liita

Kui m on naturaalarv, siis mis tahes reaalarvu b korral korrutist $b \cdot b \cdot \dots \cdot b$ (m tegurit) nimetatakse

- a. arvu b astmeks b^m
- b. arvu b astmeks m^b
- c. arvu m astmeks b^m
- d. arvu m astmeks m^b

Lisa 2: Test nr 4: „Vektorid“

Kui vektor on rakendatud punkti A , siis

- a. punkt A on vektori lõpp-punkt.
- b. vektor läbib punkti A , kuid punkt A ei ole vektori algus- ega lõpp-punkt.
- c. punkt A on vektori alguspunkt.
- d. punkt A on vektori algus- või lõpp-punkt.

Vektori $\vec{u} = -2\vec{i} + 3\vec{j} + 5\vec{k}$ koordinaadid on

- a. $(-2; 3; 5)$
- b. $(2; 3; 5)$
- c. $(-2; 3)$
- d. $(2; -3; -5)$

Kui $r \neq 0$ ja $\vec{v} \uparrow \uparrow r\vec{v}$, siis

- a. $|r| < 1$
- b. $r > 0$
- c. $|r| > 1$
- d. $r < 0$

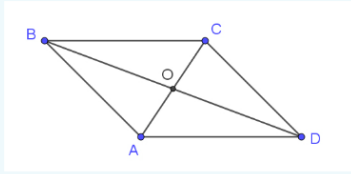
Ühikvektoriks nimetatakse vektorit,

- a. mille üks koordinaat on võrdne 1-ga.
- b. mis lähtub koordinaatide alguspunktist.
- c. mille pikkus on 1 ühik.
- d. mille mõlemad koordinaadid on võrdsed 1-ga.

Vektori $\vec{a} = (4; 2; -1)$ pikkus on

- a. $\sqrt{21}$
- b. 21
- c. $\sqrt{19}$
- d. $\sqrt{7}$

Rööpkülikus $ABCD$ on $\vec{AB} - \vec{DO} =$



- a. \vec{CO}
- b. \vec{OC}
- c. \vec{AD}
- d. \vec{OA}

Kui $\vec{a} \cdot \vec{b} = -|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|$, siis

- a. $\vec{a} \uparrow \vec{b}$
- b. $\vec{a} \uparrow \vec{b}$ või $\vec{a} \uparrow \vec{b}$
- c. $\vec{a} \uparrow \vec{b}$
- d. $\vec{a} \perp \vec{b}$

Lisa 3: Tagasisideküsimustik KJG õpilastele

1. sugu
2. sinu emakeel: eesti, vene, muu:
3. gümnaasiumiastmes läbitud õppekava: Kitsas/ lai
4. eksamivalik: kitsas/ lai
5. Kas testide lahendamine toetas sinu õppimist? Toetas päris palju- ei toetanud üldse (5 palline skaala)
6. Testi olid sinu jaoks: väga lihtsad- väga keerulised (5 palline skaala)
7. Testide lahendamise tegi keeruliseks:
Keel, puudulikud teadmised, õppimiseks polnud piisavalt aega, testid ei olnud keerulised
8. Kas sa muudaksid nende testide juures midagi? Kui jah, siis mida?
9. Kas sa kasutasid testi sooritamise ajal abimaterjale (nt konspekt, õpik, valemikogu vms)?
jah/ei
10. Kas mõni teema oleks vajanud veel enam sügavuti minekut? Kui jah, siis milline teema
11. Kas su kindlustunne nüüd on eksami jaoks suurenenud? Kui ei, siis selgita palun, millises osas jäi sulle murekohti

Lisa 4: Tagasisideküsimustik TÕ ettevalmistuskursusel osalenud õpilastele

1. gümnaasiumiastmes läbitud õppekava: Kitsas/ lai
2. eksamivalik: kitsas/ lai
3. Kas testide lahendamine toetas sinu õppimist? (Palun hinda väidet skaalal 1-5)
 - 1- ei ole üldse nõus;
 - 2- pigem ei ole nõus;
 - 3- natuke nõus ja natuke mitte;
 - 4- pigem olen nõus;
 - 5- nõustun täielikult.
4. Valikvastustega testi olid minu jaoks keerulised? (Palun hinda väidet skaalal 1-5)
 - 1- ei ole üldse nõus;
 - 2- pigem ei ole nõus;
 - 3- natuke nõus ja natuke mitte;
 - 4- pigem olen nõus;
 - 5- nõustun täielikult.
5. Testide lahendamise tegi keeruliseks:
 - puudulikud teadmised matemaatikas,
 - õppimiseks polnud piisavalt aega,
 - matemaatika on minu jaoks keeruline õppeaine;
 - eesti keelest arusaamine;
 - testid ei olnud keerulised.
6. Kas sa kasutasid testi sooritamise ajal abimaterjale (nt konspekt, õpik, valemikogu vms)?
jah/ei
7. Kas mõni teema oleks vajanud veel enam sügavuti minekut? Kui jah, siis milline teema?
8. Kas sa muudaksid nende testide juures midagi? Kui jah, siis mida?

Tänuõnad

Suured tänuõnad kuuluvad minu töö juhendajatele Tiina Kraavile ja Kerli Orav-Puurand'ile, kes aitasid mind nii töö tehnilise teostusega kui töö teoreetilisele osale lisamaterjali leidmisega. Tänan Hannes Jukki loengukonspekti jagamise eest. Tänan Raili Vilti ja oma kursusekaaslast mind toetamast.

Suurimad tänuõnad kuuluvad minu lastele ja minu abikaasale selle kannatlikkuse eest viimase kahe aasta jooksul.

Autorsuse kinnitus:

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

Helika Toikka

/allkirjastatud digitaalselt/

15.05.2023

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Helika Toikka**,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose **Riigieksami kursusele valikvastustega kontrolltestide loomine**, mille juhendajateks on Tiina Kraav ja Kerli Orav-Puurand, 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 intellektuaalomadi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Helika Toikka

15.05.2023