

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Haridusteaduste instituut
Hariduskorralduse õppekava

Heido Pärtel

GÜMNAASIUMI KITSA MATEMAATIKA E-KURSUSTE KOOSTAMINE JA ÕPPIJATE
TAGASISIDE KOOSTATUD KURSUSTELE

Magistritöö

Juhendaja: Sirje Pihlap, MA

Tartu 2021

RESÜMEE

Gümnaasiumi kitsa matemaatika e-kursuste koostamine ja õppijate tagasiside koostatud kursustele

Üheks formaalse õppe läbiviimise võimaluseks on e-õppekursuste kasutamine. E-õpe on digitehnoloogiliste vahendite abil toimuv õpe. Paljud tänapäevased e-õppe kursused on läbitavad täielikult veebipõhiselt ning õppija valib nende läbimiseks ise sobiva aja ja õppetempo. Tagamaks sobivust iseseisvaks õppeks, peab kursus olema piisavalt interaktiivne ning õpilasi kaasahaarav. Magistritöö käsitleb ühe kooli näitel gümnaasiumi kitsa matemaatika e-õppe kursusi Moodle keskkonnas. Kooli õpilaste rahuloluküsitlusest selgus, et probleemiks on e-kursuste sisu ja kvaliteet, mis ei vasta kursust kasutavate õpilaste ootustele. Probleemi lahendamiseks viidi läbi tegevusuuring, mille eesmärgiks oli parendada gümnaasiumi kitsa matemaatika teemade "Vektor. Joone võrrand" ja "Funktsioonid I" e-kursused Moodle keskkonnas ja koguda õppijate hinnangud parendatud e-kursustele. Saadud tagasisidest selgus, et õpilased vajavad senisest rohkem videomaterjale ning lisaks ainealasele õppele tuleb õpilasi senisest enam juhendada ka matemaatikaõpet interaktiivseks muutvate programmide ja veebikeskkondade kasutamiseks.

Märksõnad: e-õpe, Moodle, tegevusuuring

ABSTRACT

Compilation of high school narrow mathematics e-courses and student's feedback on the compiled courses.

One way to conduct formal learning is to use e-learning courses. E-learning is a learning tool using digital technologies. Many modern e-learning courses can be completed entirely online and the learner chooses the appropriate time and place to complete them. To ensure suitability for independent study, the course must be sufficiently interactive and engaging for students.

The master's thesis addresses the e-learning courses of high school narrow mathematics in the Moodle environment on the example of one school. The school student satisfaction survey revealed that the problem is the content and quality of e-courses, which do not meet the expectations of students using the course. To solve the problem, an action study was conducted with the aim of improving the e-courses of narrow mathematics "Vector. Line equation" and "Functions I" in the Moodle environment and collecting students evaluations of the prepared e-courses. The feedback received revealed that students need more video materials and that, in addition to subject-based learning, students need to be instructed more in the use of programs and online environments that make mathematics learning interactive. Keywords: e-learning, Moodle, action research.

SISUKORD

RESÜMEE	2
ABSTRACT	3
SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	5
1. TEOREETILINE ÜLEVAADE	6
1.1. E-õpe 21. sajandi muutivas õpikäsitluses	6
1.2. E-õppe meetodid	8
1.3. E-õppe mudelid ning õppematerjalide koostamise nõuded	10
1.4. Matemaatika e-õppe enamkasutatavad vahendid	14
1.5. GeoGebra kui võimalus matemaatikaõppe interaktiivseks muutmiseks	15
1.6. Varasemad uuringud	17
1.7. Käesoleva töö eesmärk ja uurimisküsimused	18
2. EMPIIRILINE UURING	19
2.1. Uuringu meetodika	19
2.2. Tegevusuuringu protseduur	20
2.2.1. Taustsüsteem	20
2.2.2. Planeerimine	20
2.2.3. Tegutsemine	22
2.2.4 Vaatlemine	23
3. TULEMUSED JA ARUTELU	26
3.1. E-õppematerjalide koostamine	26
3.2. Matemaatika e-õppe kursusel kasutatavad vahendid	28
3.3. Õpilaste hinnang matemaatika e-õppe kursusele ja õppematerjalidele	30
3.4. Õpilaste kogemused ja hoiakud seoses matemaatika ja e-õppe kursusega	37
3.5. Õpilaste ettepanekud matemaatika e-õppe kursuse arendamiseks	39
3.6. Töö väärtus ja piirangud	40
3.7. Tänuõnad	41
3.8. Autorsuse kinnitamine	41
KASUTATUD KIRJANDUS	42
LISAD	

SISSEJUHATUS

21. sajand on õigusega nimetatud digiajastuks, interneti kasutusele võtmine ning tehnoloogilised vahendid on muutnud oluliselt meie kõigi igapäevaelu. Iga põlvkond on eelmisest enam digipädev ja veedab üha enam aega infotehnoloogia mõjusfääris. Ka haridusvaldkond pole jäänud digipöördest puutumata ning uute oskuste ja teadmiste omandamine on järjest enam liikumas e-õppe suunas (Introduction to..., 2020).

E-õppel on hulk plusse võrreldes kontaktõppega, sealhulgas paindlikkus, kulutõhusus ja interaktiivsus, kuid tähelepanuta ei saa jätta ka selle õpivormi kitsaskohti nagu sotsiaalse isolatsiooni soodustamine, segavate faktorite rohkus ning praktiliste käeliste oskuste õpetamise keerukus (Pinto, 2020; E-learning, 2014; Sivaranjani & Prakash, 2014).

Ühtsete rahvusvaheliste standardite puudumise tõttu on e-õppe platvormide ja õppematerjalide kvaliteet samuti varieeruv ja iga õpetaja oskustest ning motivatsioonist sõltuv. Erinevaid õppeplatvorme ja materjalide ülesehitamise viise on digitaliseerivas maailmas palju, sama palju on ka viise e-kursuste koostamiseks ja läbiviimiseks (Villems, *et al.*, 2019; Leacock & Nesbit, 2007). E-kursuste kvaliteeti ja tõhusust on võimalik tõsta mitmete meetoditega, üks neist on kursuse läbimise järgselt õppijatelt hinnangute ja tagasiside kogumine, muudatuste sisseviimise vajaduse ja muutmist vajavate osade tuvastamiseks (Villems, *et al.*, 2019).

Töö autor töötab alates 2017/2018. õppeaastast Audentese Erakooli e-gümnaasiumi kitsa matemaatika õpetajana. E-gümnaasiumis on võimalik läbida *Moodle*-keskkonnas kogu gümnaasiumi aineprogramm ning saada gümnaasiumi lõputunnistus. Õppeprogramm lähtub gümnaasiumi riiklikust õppekavast ning e-kursused on üles ehitatud nõutud õpiväljunditest lähtuvalt. 2020. aastal viidi õpilaste seas läbi rahulolu-uuring, mis tuvastas, et erinevatest tegevusnäitajatest oli kõige madalam õpilaste rahulolu e-kursuste sisu ja kvaliteediga. Sellest tulenevalt alustas e-gümnaasiumi töögrupp (direktor, haridustehnoloog, laia matemaatika õpetaja ja kitsa matemaatika õpetaja) 2020. aasta juunis pilootprogrammiga, mille väljundiks saab olema senisest õpilassõbralikumate matemaatika e-õppekursuste loomine. Järgneval õppeaastal on plaanis saadud kogemuste põhjal käivitada kursuste muutmised ka teistes õppeainetes.

Töö autori fookus töögrupi liikmena ja käesoleva magistritöö raames on välja selgitada õpilaste tagasiside ja hinnangud olemasoleva kitsa matemaatika e-kursuse osas ning

saadud informatsiooni põhjal muuta olemasolevad kursused senisest tõhusamaks ja õpilassõbralikumaks.

1. TEOREETILINE ÜLEVAADE

1.1. E-õpe 21. sajandi muutavas õpikäsitluses

Õppimine on protsess, mille käigus omandatakse uusi teadmisi, oskusi, käitumismustreid, väärtusi ja hoiakuid. Võime õppida ja uut omandada iseloomustab nii inimesi, loomi kui mõnel määral ka taimi ning see vajab enamjaolt korduvat stimulatsiooni ja tahet (Gross, 2010). Omandatu kinnistumine sõltub mitmetest faktoritest, sealhulgas arusaamise võimest, uute ideede seostamisest olemasolevate teadmistega, iseseisva mõtlemise- ja analüüsioskusest ning üldistamise võimekusest. Üks oluline mõjutegur õppimise ja õpetamise tõhususel on ka õpetamise metoodika (Schacter, *et al.*, 2011).

E-õpe ehk digitaalne õpe ehk internetipõhine õpe on õppimise ja õpetamise süsteem, mille raames kasutatakse digimeediat ja tehnoloogilisi vahendeid. Olemuslikult on tegemist arvutipõhise töövahendi või platvormiga, mis võimaldab õppida igal ajal ja kõikjal. Kaasajal toimub e-õpe enamasti interneti vahendusel, kuid digiõppe algusaegadel kasutati ka eraldiseisvaid andmekandjaid nagu CD-ROM-id, mälupulgad jm. (E-learning...2014). Termin „e-õpe“ on olnud kasutusel aastast 1999, kui Los Angeleses toimunud arvutipõhiste koolitusplatvormide (*CBT- Computer Based Training*) seminaril kasutati seda mõistet esmakordselt professionaalses kontekstis. E-õpet seostati varem tuntud väljenditega nagu „veebipõhine õpe“ ja „virtuaalne õpe“ ning see tähistas õppimisviise, mis põhinevad uutel virtuaalsetel tehnoloogiatel nagu sise- ja välisveebid, interaktiivne televisioon jms ning mis võimaldas õppida sõltumata ajast ja kohast (E-learning..., 2014).

Mingil kujul on distantsilt õppimine eksisteerinud aga juba sajandeid, näiteks 1840. aastal õpetas ja tegi õpilastele teadmiste kontrolli posti teel Suurbritannia filoloog Isaac Pitman. 1924. aastal leiutati esimene testimismasin, mis võimaldas õpilastel oma teadmisi automatiseeritult proovile panna. Järgnevatel aastakümnetel katsetati siin-seal veel posti teel õpetamist ja teadmiste kontrolli ning arvutipõhiseid õpiprogramme, mida sai kasutada õppeasutustes kohapeal (Bates 2015; Tamm, 2019). 20. sajandi lõpul sai alguse personaalarvutite ja interneti ajastu, mis järk-järgult hakkasid laiendama ka e-õppe võimalusi ja vahendeid. 1990date alguses rajati juba mitmeid koole, mille kursused olid täies mahus

internetipõhised ning see võimaldasid haridust omandada ka neil, kes seda muul viisil ei saanud teha (näiteks tervislikust seisundist või ebasoodsast elukohast tingituna) (Sivaranjani & Prakash, 2014).

Järgmisel kümnendil alustasid ettevõtted oma töötajate koolitamist veebi vahendusel ning üha enam pakuti kõigile ligipääsetavaid üldharivaid või spetsiifilisi e-kursuseid (Harriman, 2014). Virtuaalse õppe peamisteks tugevusteks peetakse (E-learning..., 2014) kohaselt järgmisi aspekte:

1. E-õpe ei tunne piire ega piiranguid, õppija ei pea olema kindlal ajal kindlas kohas, ruumide mahutavus ei takista huvilistel õppetöös osalemast;
2. Rohkem põnevust, e-õppes saab kasutada erinevaid multimeedia vahendeid nagu video, heli, mängud, mis stimuleerib aju erinevatel viisidel ja kindlustab materjali parema kinnistumise;
3. Kulutõhusus nii õppijale kui õpetajale, e-õppe puhul jäävad ära kulutused transpordile, majutusele, ruumide rendile, paberraamatutele jm;
4. Võimalus kaasata õpetajaid üle maailma ilma suurema vaevata

Pinto (2020) lisab täiendavalt, et veebipõhise õppega kaasneb kõrgem osalusmäär, mis on tingitud sellest, et õppija saab ise valida, kus ja millal ta õpib. Samuti on sotsiaalse ärevuse all kannatavad õppijad on e-õppe vormis tõhusamad ja aktiivsemad.

Täna on internetiajastu muutnud inimeste töö- ja õpiviise oluliselt ning e-õpe on muutumas üha keskmeks õppimise liigiks, kuna õppijad soovivad maksimaalset paindlikkust töö, õpingute ja eraelu ühitamisel (Bates, 2015). E-õppe kitsaskohtadena on välja toodud (Sivaranjani & Prakash, 2014; Pinto, 2020) alljärgnev:

1. Praktilisi käelisi oskusi on e-õppe raames keeruline omandada;
2. Õppijad on sotsiaalselt isolatsioonis;
3. Pidev istuv kehaasend ja ekraani jälgimine kahjustab tervist;
4. Erinavatest õpistiilidest tulenevalt (visuaalne vs auditoorne vs kinesteetiline) ei ole e-õpe sobiv kõigile;
5. Keskendumisvõime langeb pikkade ja üksluiste virtuaalloengute puhul, kuna puudub sotsiaalne näost näkku suhtlus ja väline stimulatsioon;
6. E-õppe sõltub täielikult õppija tehnoloogiliste vahendite ja internetiühenduse võimekusest, töökindlusest ja jätkusuutlikkusest.

Samuti soodustab arvutipõhine õpe tähelepanu hajumist ja keskendumisraskusi, sest sotsiaalmeedia ja muu meelelahutus on samas seadmes ühe hiirekliki kaugusel (E-learning..., 2014).

Digiõppe toimimiseks on kolm keskse tähtsusega elementi (Tirziu & Vrabie, 2015):

1. Õppeasutused peavad looma toimiva ja usaldusväärse taristu e-õppe tegevuste toetamiseks;
2. Õpetajad ja õpilased peavad omama piisavat digipädevust e-õppe vahendite kasutamiseks;
3. Õpetajad peavad kasutusel olevad kontaktõppe meetodid ja vahendid ümber kujundama e-õppele sobivaks.

2020.aasta kevadel kehtestatud eriolukorra ajal olid kõik Eestimaa koolid distantsõppel. See on e-õppega sarnane olukord, kus õpetajad suhtlevad õpilastega digitehnoloogiliste vahendite abil. Haridus- ja Noorteamet toob oma kodulehel välja, et eriolukorra ajal suurenes tunduvalt liitumine *Hitsa Moodle* õpikeskkonnaga ning seda hakkasid kasutama ka koolid, kes varem keskkonna kasutamist vältisid. Samuti kasvas kasutajaskond teistel haridusalastel e-teenustel, nagu õppevara portaalil E-koolikott, ent ka Opiq keskkonnal. Siiski tuuakse välja, et igale õpilasele veebipõhine õpe ei sobi ning õppetöö korraldamisel on vaja arvestada, et õppekeskkondade paljusus võib tekitada segadust ning arvestama peab ka õpilaste tehnilise varustatuse ja infotehnoloogiliste oskustega (Haridus- ja Noorteamet, s.a.). Veebipõhine õppe õnnestumiseks peab õpilane olema ennastjuhtiv, suutes iseseisvalt planeerida oma aega, ettevõetavaid tegevusi ja õpistrateegiaid. Õpilane peab oskama hoida enda õpimotivatsiooni, panna paika eesmärgid ning aktiveerida eelteadmised õpitu omandamiseks (Tallinna Ülikooli Haridusteaduste Instituut, s.a).

1.2. E-õppe meetodid

Üks peamisi debatte haridusvaldkonnas käesoleval ajal keskendub küsimusele, kas e-õppe meetodil on võimalik ka tegelikkuses omandada uusi teadmisi ja oskusi, kas virtuaalne õpetamine on tõhus ja tulemuslik? Nagu eelnevalt mainitud, varieerub õppijate vastuvõtmise võime erinevatele õpetamise meetoditele, on neid, kes eelistavad visuaalset õpet, teised kordamist või läbikirjutamist, kolmandad üksi õppimist, neljandad grupi tuge. Igähe isiksuse omadused määravad, kas ta on ekstravert ja naudib teiste ees rääkimist või introvert, kes kardab avatud suhtlust klassiruumis. Digiõpe peab arvestama õppijate erinevate vajadustega

ning kasutama mitmesuguseid õppevahendeid ja tööriistu (Tamm, 2019; Bates, 2015; E-learning...2014).

Haridusteadlased jagavad e-õppe meetodeid nii õppevahendite, õppetöö sünkroonsuse kui ka õppematerjalide sisu alusel. Tamm (2019), lähtudes erinevatest uuringutest, toob välja peamised kümme e-õppe liiki:

1. Arvutiga hallatav õppimine, mille puhul kasutatakse õpiprotsessi haldamiseks ja hindamiseks ainult arvutit, seda nii teadmiste omandamiseks kui ka kontrollimiseks, kusjuures arvuti kaudu ei saa õppija otseseid õpijuhiseid.
2. Arvuti kaasabil õppimine, mis kasutab traditsioonilisi õpimeetodeid koos digivahenditega. Tavapärastele loengutele ja seminaridele lisaks kasutatakse õpetamisel multimeedia vahendeid nagu tekst, graafikud, joonised, heli ja video, et tekitada õppijas huvi ning soodustada materjali kinnistumist eriliigilise stimulatsiooni abil. Kasutatakse ka digivahenditega testimist.
3. Sünkroonne veebiõpe, mis võimaldab õppijate rühmadel osaleda õpitegevuses korraga, viibides samal ajal ükskõik, kus. Siia alla kuuluvad näiteks veebipõhised jututoad, videokonverentsid ja veebikoosolekud, kus õppijad ja õpetaja saavad omavahel esitada küsimusi ja vabas vormis suhelda. Selle meetodi tugevuseks loetakse sotsiaalse isolatsiooni kui ühe e-õppe kitsaskoha leevendamist ning see on muutumas üheks enamlevinud ja kiiremini arenevaks digiõppe meetodiks.
4. Asünkroonne veebiõpe, kus õpperühmad õpivad üksteisest sõltumatult erinevatel aegadel ja kohtades ning reaalses suhtlemist ei toimu.
5. Kindlaks määratud sisuga e-õpe, kus õppematerjalide sisu ei muutu ajas ega ruumis ning kõik õppijad saavad ligipääsu samale informatsioonile, mille on koostanud õpetaja. Selline meetod, mis kontaktõppe puhul on olnud kasutusel tuhandeid aastaid, ei sobi aga virtuaalõppe keskkonda, kuna ei võimalda õppijate poolt reaalses panustamist ning ei arvesta individuaalsete eripäradega.
6. Kohanduv e-õpe, mis võimaldab kohandada ja uuendada õppematerjale iga individuaalse õppija jaoks, arvestades tema õpitulemuste, eesmärkide, võimete ja muude omadustega.
7. Lineaarne e-õpe, mis tähendab, et informatsioon liigub ühesuunaliselt ainult saatjalt saajale ning ei võimalda kahepoolset kommunikatsiooni. Klassikaliseks näiteks sellisest õppest on hariduslikud tele- ja raadiosaated.

8. Interaktiivne veebiõpe, kus informatsioon liigub vabalt mõlemas suunas ning lähtuvalt selle iseloomust saavad nii õppijad kui õpetaja muuta oma õppimise ja õpetamise meetodeid.
9. Individuaalne e-õpe, mis tähistab iseseisvat veebipõhist õppimist ja õpiväljundite saavutamist omal käel ilma tagasiside ja kommunikatsioonita. Selle meetodi kitsaskohaks loetakse suhtlemis – ja meeskonnatöö oskuste mitteamendamist.
10. Koostööpõhine e-õpe, kus mitmed õpilased omandavad uusi teadmisi ja saavutavad õpiesmärke koos ühtse meeskonnana. Teadmiste arendamine toimub läbi suhtlemise ja grupiliikmete omavahelise õppimise.

On autoreid, kes lihtsustavad eelloetletud e-õppe meetodite nimekirja ning jagavad metoodikad laias laastus sünkroonseteks ja asünkroonseteks (Bates, 2015; Saeed, *et al.*, 2019). Sünkroonne e-õpe toimub reaalajas ning sellise õppe vahenditeks on näiteks jututoad, kiirsuhtlusprogrammid, video- ja audiokonverentsid, reaalajas toimuv veebiülekanne ning virtuaalne klassiruum. Asünkroonne e-õpe ei sõltu ajalistest piirangutest ning õppiija saab omandada teadmisi oma tempos, sellise õppe vahenditeks on e-mail, arutelufoorumid, video, blogid ja mängupõhine õpe (9 e-learning..., 2020). Asünkroonne meetod sobib õppuritele, kes eelistavad oma tempos teadmiste omandamist (Bates, 2015; E-learning..., 2014).

1.3. E-õppe mudelid ning õppematerjalide koostamise nõuded

Digiõppevara all mõeldakse nii konkreetset tarkvara, õpikeskkonda (nt *Moodle*, *Coursera*, *Docebo*) kui ka digitaalset õppematerjali, mida õppimise ja õpetamise eesmärgil kasutatakse. Digiõppematerjal on õppeotstarbeks ette nähtud ning digitaalselt levitatav materjal, näiteks tekst, videoloeng, test, harjutus vm (Aluoja, *et al.*, 2015).

Õppematerjalide kavandamine on üks osa õppedisainist (Kusnets, 2007). Õppedisaini protsess võib lähtuda erinevatest mudelitest, millest üks enamlevinud veebipõhiste kursuste ülesehitamise meetodeid on nn ADDIE-mudel, mis koosneb erinevatest, üksteisele fikseeritult järgnevatest etappidest. ADDIE -mudelit saab kasutada erinevate õppematerjalide ja e-kursuste kavandamisel ning koostamisel. Mudeli nimetus tuleneb erinevate etappide ingliskeelsete terminite esitähedest. Selle etapid on analüüs (*analyse*), kavandamine (*design*), väljatöötamine (*development*), läbiviimine (*implementation*) ja hinnangu andmine (*evaluation*) (Villems, *et al.*, 2019).

Digitaalsete õppematerjalide koostamine peaks algama tuginedes ADDIE-mudelile, analüüsist, mille käigus selgitatakse välja vajadus kursuse loomiseks ning selle loomiseks vajaminevad ressursid. Samuti tuleb määratleda kursusel osalema oodatud õpilaste isikuomadused, harjumused, õpikäitumine ja vajadused, tuvastamaks, mida konkreetset õppijad e-õppe kogemusest ootavad. Eelanalüüsi raames tuleb ka kindlaks teha, kas potentsiaalsel sihtrühmal on piisavalt infotehnoloogilisi oskusi, et kavandatavast e-kursusest osa võtta ning milline on nende koormus ja vaba ressurss muu õpi- või tööalase tegevuse kõrvalt (Villems, *et al.*, 2019; Pappas, 2020). Sihtrühma määratledes peab materjal arvestama õppijate erinevate õpistiilidega ning eelteadmistega, võimaldades varasemalt õpitut korrata (Kampus, *et al.*, 2013). Olemasoleva informatsiooni alusel tuleb määratleda kursuse sisu, seada selged õpieesmärgid ja õpiväljundid. Õpieesmärkide sõnastamine võimaldab õppuritel tuvastada e-kursusest saadava kasu oma oskuste arendamisel ja teadmiste suurendamisel (Villems, *et al.*, 2019).

Järgmise etapi, milleks on kavandamine, jooksul määratletakse kursuse struktuur, õppetegevused ning kasutatavad tehnoloogilised vahendid ja keskkonnad. Mudeli esimene ja teine etapp ei ole alati täpselt eristatavad, vaid tegevused võivad toimuda paralleelselt. Pika pannakse, kas kursus või selle osa toimub asünkroonselt või sünkroonselt ning millisel moel erinevad õpiväljundid saavutatakse. Olulisel kohal veebipõhises õppes on õppijate enesejuhtimisoskus, mille arendamisele tuleks samuti käesolevas etapis mõelda (Villems, *et al.*, 2019). Õppijate huvi kestmise ja keskendumise soodustamiseks on kasulik hõlmata e-õppematerjalidesse ka võimalikult palju interaktiivseid komponente. E-õppevormi eripärast tingituna tekib õppijatel kiiremini igavus ja tähelepanu hajumine ning mängulised elemendid, video ja fotomaterjal aitavad seda ennetada (Pappas, 2020). Visuaalne disain peab olema puhas ja esteetiline (Aluoja, *et al.*, 2015). E-õppematerjalide koostamisel tuleks fookus seada õppija kognitiivsete võimete toetamisele, ehk kasutada tuleks maksimaalselt illustratiivset materjali, tekst ja sellele vastav piltmaterjal peaksid olema üksteisele võimalikult lähedal ning üksteist mitte dubleerima. Võimalusel tasub kasutada ka audiomaterjali ja edastatava informatsiooni isikustamist vastavalt iga individuaalse õppija vajadustele (Clark & Mayer, 2007). Õppijakeskne individualiseeritud materjal suurendab õpilaskonna emotsionaalset seotust temaatikaga, mis omakorda soodustab omandamist ja arusaama teooria rakendatavusest igapäevaelu (Pappas, 2020).

Kuna info ülekülluses kaob tähelepanu oluliselt ning huvi materjali vastu väheneb, on oluline õppematerjali teadlik organiseerimine ja selge struktuur. Õppija peab aru saama,

milline info on kõige olulisem ja milline on mõeldud neile, kes soovivad isiklikust huvist tingituna teemast rohkem teada saada. Samuti peab olema e-kursuse algusest peale teada, millised teemad ja ülesanded on läbimiseks kohustuslikud ja millised vabatahtlikud. Materjal peab olema loogilise ülesehitusega, üldisemalt detailsemale ja kergemalt raskemale. Kõik teemad võiksid olla lahti kursuse avamisest alates, sest alati on õppijaid, kes tahavad iseseisvalt uurida ja kiiremas tempos edasi liikuda. Õpimoodulid peaksid olema võimalikult lühikesed, kuna väikeste osadena on uus informatsioon hõlpsamini vastuvõetav ning tekitab igas õppijas tunde, et ta saab selle omandamisega hakkama (Villems, *et al.*, 2019; Pappas, 2020). Iga teema lõpuks peaks olema võimalus õpilasel iseseisvalt kontrollida oma teadmisi, et omandatut kinnistada (Clark & Mayer, 2007).

Mudeli kolmandas faasis, milleks on kursuse väljatöötamine ehk loomine, pannakse kokku õppematerjalid koos vajalike viidete ja lisadega ning laetakse need üles valitud veebikeskkonda. Kõiki vajalikke materjale ei tule koostada ise, vaid mõistlik on kasutada juba olemasolevaid materjale, mis on saadaval erievates repositooriumites. Käesoleval ajal on Eestis üheks enim kasutatavaks digitaalse õppevara portaaliks E-koolikott, mis sisaldab ka matemaatika õppevara. Teiste autorite materjalide kasutamisel on oluline järgida autoriõiguste nõudeid materjali koostamisel ja õppijatele kättesaadavaks tegemisel; teiste autorite mõtted peavad olema viidatud ja vastavad originaallikad üles loetletud. Oluline on tähele panna, et koostatud materjal sobiks õpilasel iseseisvaks õppimiseks. Iseseisva õppimise soodustamiseks peab materjal olema piisavalt interaktiivne ning sellisel moel suhtlema õpilasega, andes suuniseid edasiseks tegevuseks või kontrollides õpilase poolt omandatud õpitulemusi. Kursusel kasutatavad tehnilised lahendused peaksid olema võimalikult universaalsed, et materjale saaks kasutada kõigi levinumate operatsioonisüsteemide, seadmete ja tarkvaraga (Villems, *et al.*, 2019).

Enne kursuse avalikustamist ja sihtrühmani viimist tuleb kogu e-kursus ja materjalid läbi vaadata, tehnilise korrektsuse osas saab seda teha autor ise, sisulist testimist, arusaadavust ja sihtrühmale sobivust võiks teha väike pilootgrupp kolleege ja/või lõpliku fookusrühmale sarnaseid õppureid (Villems, *et al.*, 2019; Pappas, 2020).

Läbiviimise etapis, mis on käesoleva mudeli neljas etapp, toimub kursuse edastamine õppijatele, õppijate töö materjalidega ning nende hindamine õpetaja poolt (Bates, 2015; Saeed, *et al.*, 2019).

Viimane, viies etapp ADDIE-mudelil on tagasiside ja statistiliste andmete kogumine, tuvastamaks parandamist vajavad kohad, et kursuse läbiviimine järgneval korral oleks

kujunduselt, arenduselt ning rakendamiselt tõhusam ja õppijasõbralikum (Bates, 2015; Saeed, *et al.*, 2019).

Nii tagasiside etapis kui materjalide koostamisel võib e-õppematerjalide kvaliteedi tagamiseks kasutada *LORI* mudelit. E-kursuse tagasisidestamisel *LORI* (*Learning Object Review Instrument*)-mudeli kohaselt, kogutakse hinnanguid üheksa erineva kategooria osas, kasutades Likerti viie pallist skaalat (Leacock, *et al.*, 2007; Aluoja, *et al.*, 2015; Pappas, 2020). *LORI*-kategooriad on järgmised (Nesbit, *et al.*, 2010; Aluoja, *et al.*, 2015):

1. Sisu kvaliteet. Hinnatakse vigade ja segavate nihete esinemist materjalis, esitatud faktide tõenduskindlust ja loogiliste seoste esitamist.
2. Õpieesmärkide selgus. Hinnatakse, kas õpieesmärgid on materjalis selgelt sõnastatud ning kooskõlas sihtrühma ettevalmistuse ja võimetega, lisaks seda, kas avaldatud materjal võimaldab õppijal nimetatud eesmäärke saavutada.
3. Õppijale kohanduv tagasiside. Hinnatakse, kas õpiobjekt on üles ehitatud selliselt, et see on võimeline andma igale õppijale juhiseid ja täiendavaid tegevusi lähtuvalt tema vajadustest ja omadustest.
4. Õpiobjekti köitvus ja võime motiveerida. Hinnatakse, kas õppijale jagatud materjal on vastav õppija huvidele ja eesmärkidele, kas õpiobjekt hõlmab piisaval määral päriseluga seostatavaid näiteid, multimeediat ja interaktiivseid komponente.
5. Materjali kujundus. Hinnatakse, kas õpiplatvorm ja sisu on visuaalselt vastuvõetav, tekst loetav ja graafiline materjal vaba segavatest elementidest.
6. Õpiobjekti kasutajamugavus. Hinnatakse, kas õpiobjekt on hõlpsalt navigeeritav, kiire ning põhjalike kasutamishistega.
7. Ligipääsetavus ja kohaldumine erivajadustega. Hinnatakse, kas õppematerjal võimaldab seda kasutada erinevates seadmetes ning erivajadustega õppijatel (subtiitrid, audiomaterjali transkriptsioon jm).
8. Rakendatavus teistel sihtrühmadel. Hinnatakse, kas õpiobjekt on eraldiseisev hariduslik ressurss, mida saab kasutada ka teistsuguses kontekstis ja sihtrühmadel ilma oluliste muudatuste vajaduseta.
9. Vastavus standarditele. Hinnatakse, kas digiõppe ressurss vastab rahvusvahelistele ja kohalikele õppematerjalide nõuetele.

1.4. Matemaatika e-õppe enamkasutatavad vahendid

Gümnaasiumi riiklik õppekava sätestab gümnaasiumi lõpetanu ühe õpiväljundina matemaatikapädevuse saavutamise. See hõlmab „suutlikkust tunda matemaatiliste mõistete ja seoste süsteemsust; kasutada matemaatikat temale omase keele, sümbolite ja meetoditega erinevaid ülesandeid modelleerides nii matemaatikas kui ka teistes õppeainetes ja eluvaldkondades; oskust probleeme esitada, sobivaid lahendusstrateegiaid leida ja rakendada, lahendusideid analüüsida, tulemuse tõesust kontrollida; oskust loogiliselt arutleda, põhjendada ja tõestada, mõista ning kasutada erinevaid lahendusviise; huvituda matemaatikast ja kasutada matemaatika ning info- ja kommunikatsioonivahendite seoseid“ (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011, lisa 3, para 1).

Pädevuse saavutamiseks ei piisa üksnes teatud reeglite järgimisest ning tüüpülesannete lahendamisest, vaid matemaatika seisneb pigem leiutamises ja katsetamises. Nii peaks olema matemaatika otsinguline ja loov. Vaid mõistes matemaatilisi protsesse, tekib mõtestatud õppimine (Lepik, 2012).

Mõtestatud õppimine on õppija võime säilitada teavet ja kasutada seda erinevates uutes olukordades. Aktiivsete õpimeetodite kasutamine, õppematerjali aktiivne läbitöötamine ja uurimine on üheks sellise õppimise osaks (Ntuli & Nyarambi, 2018). Mõtestatud matemaatikaõppe peamisteks takistusteks on Majereki (2014) arvates matemaatilised mõisted ilma piisava illustatsioonita ning staatilised graafikud, mis ei võimalda piisavalt üldistamist. Matemaatika tõhusamaks õpetamiseks tuleb kasutada piisavat visualiseerimist. Üheks selliseks visualiseerimise võimaluseks on GeoGebra programmi kasutamine õppetöös, mis suurendab õpilaste matemaatikaalaste teadmiste ja oskuste taset (Kontrová, *et al.*, 2020). Lisaks GeoGebrale on veel mitmeid digitehnoloogilisi õppevahendeid, mille kasutatavuse otstarbed on kujukalt välja toodud alljärgnevas tabelis 1 (Aas, 2020).

Tabel 1. Digitehnoloogilised õppevahendid ja keskkonnad.

Tegevus	Miks?	Näide
Virtuaalsete jooniste tegemine, visualiseerimine	Illustatsioonide abil saab paremini edasi anda matemaatilist sisu, lisaks vähendab erinevusi	GeoGebra GoogleMaps Desmos

	abstraktse mõtlemise ja konkreetse teadmise vahel	
Matemaatiliste teadmiste taasesitamine	Kalkulaatori abil saavad õpilased lahendada matemaatilisi probleeme	WolframAlpha Photomath
Andmete kogumine ning nende analüüsimine	Arvutustabelite abil probleemide lahendamine	Excel Google'i arvutustabelid
Matemaatiliste arutelude loomine, omavahel suhtlemine, vastuste võrdlemine	Annab õpilasele võimaluse siduda õpitavat tegelikkusega. Õpilased saavad otsida informatsiooni probleemi lahendamiseks	GoogleClassroom Poll Everywhere
Oskuste arendamine ja harjutamise aktiveerimine ning motiveerimine	Mängud motiveerivad harjutamist, pakuvad täpseid juhiseid	Khan Academy LearningApps ThatQuiz Opiq Sisuloome

1.5. GeoGebra kui võimalus matemaatikaõppe interaktiivseks muutmiseks

GeoGebra programmi lõi Markus Hohenwarter 2001/2002 aastal oma magistritöö osana Salzburgi ülikoolis Austrias ning täiendas seda hiljem oma doktoritöö raames. 2006.aasta juulist alates on GeoGebra arenduskeskus USA-s Florida Atlandi Ülikoolis. Praeguseks on see muutnud üheks populaarsemaks matemaatiliseks programmiks (Borambaev, 2020; Majerek, 2014). Seda kasutatakse algklassidest ülikoolideni ning lisaks matemaatikale kasutatakse seda ka erinevate loodusainete õppimisel (Majerek, 2014). Käesoleval ajal on programm tõlgitud rohkem kui 70 keelde ning seda kasutab rohkem kui 100 miljonit inimest enam kui 190-s riigis. GeoGebra on võimalik alla laadida veebisaidilt või kasutada seda sealsamas alla laadimata kujul (Geogebra Partner Book, 2020).

GeoGebra on saadaval nii Windowsile, Mac OS-ile kui Linuxile, samuti nutitelefonide erinevatele platvormidele. GeoGebra veebirakendus põhineb HTML5-tehnoloogial. See võimaldab muuta matemaatika õppimise interaktiivseks ning visualiseerida matemaatilisi mõisteid (Borambaev, 2020). Õpilaste õpisaavutusi aitab parandada algebralise, graafilise ja

numbriliste osade visuaalne ühendamine, mis loob õppimist soodustava ja õpilasi motiveeriva keskkonna (Acosta, 2017). GeoGebral on mitmeid võimalusi, nagu näiteks animatsioon, objektide teisendamine, arvutamine ja 2D ja 3D kujundite graafiline esitus, algebraline, eksponentsiaalne, logaritmiline ja trigonomeetrilised funktsioonid. Nii saab selle abil visualiseerida ja lahendada võrrandeid, tõenäosust ja statistikat, funktsioone, kuid ka läbi viia diferentsiaalarvutusi (Joshi, *et al.*, 2020).

Ka Allen (2017) leiab, et erinevalt õpikutest, on õpilastel GeoGebraga võimalik muuta sisendeid ning uurida nende mõju ning nii toimides saada paremini aru funktsioonide ja nende graafikute vahelistest seostest.

Mitmed uuringud toovad välja, et GeoGebra kasutamise tulemusena paranes õpilaste arusaam matemaatikast, suurenes aktiivne osalemine õppeprotsessis ning suurenes ka õpimotivatsioon. Erinevate GeoGebra võimaluste kasutamisel tekivad õpilastel seosed sümbolite ja visuaalsete vaadete vahel. GeoGebrat kasutavate õpilaste õpitulemused olid paremad (Borambaev, 2020). Õpilaste õpimotivatsiooni tõusu ning paremaid õpitulemusi GeoGebra kasutamisel on leitud ka teistes uuringutes (Arbain, *et al.*, 2015). Sageli ei ole madalad õpitulemused matemaatikas põhjustatud üksnes keeruliste mõistete mittemõistmisest, vaid õpilaste madalast õpimotivatsioonist. GeoGebra rakendamise järel õppeprotsessis tõusis õpilaste motivatsioon ja sellega ka keskmine hinne (Putra, *et al.*, 2020).

GeoGebra kasutamine matemaatikaõppes on hea viis läbi viia mõtestatud õpet. Selle kasutamine suurendab õpilaste õpimotivatsiooni ja parendab õpitulemusi võrreldes traditsiooniliste meetoditega (Chalaune; *et al.*, 2020). Õpimotivatsiooni loomine või alalhoidmine on üheks veebipõhise õppe olulisemas väljakutseks. Võime tõmmata paralleele e-õppe kursuste ning 2020 aasta kevadel Eestis eriolukorra ajal kehtestatud distantsõppe kursuste vahel. Distantsõppe ajal ebaõnnestusid need õpilased, kes ei olnud piisavalt ennastjuhtivad. Õpilastel tekkisid suuremad vabadused, aga ka vastutus enese õppimise eest. Õpilasel tekkis vajadus ise oma aega, tegevusi ja õppimist struktureerida ning planeerida ning leida sobivad õpistrateegiad, hoides samal ajal üleval enda õpimotivatsiooni (Tallinna Ülikooli Haridusteaduste Instituut, s.a).

Analoogsed probleemid on kõigi e-õppe kursusi läbivate õpilaste ees, kuid kuna kursusi on võimalik läbida täielikult veebipõhiselt, on õpimotivatsiooni hoidmine veelgi keerulisem. Nagu eespool väljatoodud uuringutest selgus, on üheks õpimotivatsiooni alalhoidmise võimaluseks kvaliteetse e-kursuse loomine, kuhu on integreeritud matemaatikaõppe interaktiivsed võimalused. Gümnaasiumi riiklik õppekava sätestab kitsa

matemaatika õpetamisel 8 kursust. Kolmandas kursuses käsitletavate vektorite õpetamise peamiseks probleemiks on asjaolu, et vektori mõiste on õpilasele abstraktne ning probleem süveneb tulenevalt vektori erinevatest esitusviisidest (Kwon, 2012). Nii eksitakse sageli ning käsitletakse vektoreid arvudena, panemata tähele, et vektoritel on ka siht, suund ja pikkus (Wutchana & Emarat, 2011). Tavapärase koolitundide ja meedia abil ei ole võimalik vektorit piisavalt visualiseerida, mistõttu kõigil õpilastel ei teki vektori olemusest arusaamist (Ribeiro & Carvalho, 2014). GeoGebra kaasamine õppeprotsessi võimaldab vektoreid visualiseerida (Joshi, *et al.*, 2020).

Sarnaselt vektoritele vajab ka funktsioonide teema visualiseerimist. Ogbonnaya (2020) toob välja, et GeoGebrat kasutavad õpilased tõlgendavad joonestatud funktsioone paremini kui seda mitte kasutavad õpilased. Õigesti joonestatud graafik parandab visualiseerimist ning seeläbi ka mõistmist ja tõlgendamist. Samuti võimaldab GeoGebra muuta funktsiooni valemis kirjapandut ning vaadelda, kuidas need muudatused kajastuvad graafilises esituses.

1.6. Varasemad uuringud

Õppematerjalide toimivust ja vajalikke muudatusi on tegevusuuringu kaudu uurinud mitmed Eesti ja välismaised autorid. 2015. aastal viis Kaire Roosimäe Ida-Virumaal 8. klassi õpilaste seas läbi tegevusuuringu, mis katsetas bioloogia-alaste õppematerjalide toimivust ja tuvastas õppematerjalide kitsaskohad nende parendamiseks. Meetodina kasutati poolstruktureeritud intervjuud ning peamiste tulemustena leiti, et töölehed olid nende jaoks paremini mõistetavad kui tavapärase töövihik, illustreeriv materjal ning mänguline aspekt aitasid õpilastel mõisteid paremini meelde jätta (Roosimäe, 2016).

2012. aastal testiti ja uuriti Lätis äriõpingute bakalaureuse tasemel samuti valdkondliku e-kursuse tõhusust ja vastuvõetavust tegevusuuringu põhimõttel. Tagasiside saamiseks intervjueeritud üliõpilased tõid e-kursuse osas takistavate faktoritena välja vähesed infotehnoloogia oskused ja ebapiisava võimekusega riist- ja tarkvara, samuti rõhutati, et õppevahendina kasutatud *Google Docs* programm võiks olla kasutajasõbralikum ning rohkem igaühe vajadustele kujundatud. Positiivsete aspektidena toodi välja gruppitöö ülesanded, mis abistasid teemakohase perspektiivi laiendamisel ja õpitu meelde jätmisel ning oluliseks peeti kursuse juhendaja kättesaadavust ja igakordset tuge (Kapenieks & Salite, 2012).

Digitaalse õppevara koostamist ja nõudeid sellele vaatlevad mitmed lähiajal kaitstud magistritööd. 2019.aastal viis Maris Kuiv Tartu Kristjan Jaak Petersoni Gümnaasiumis läbi

tegevusuuringu, mille käigus loodi *Moodle* keskkonnas e-kursus „Uurimistöö alused“. Uuringu käigus toodi välja, et üheks olulisemaks osaks e-kursusel on head õppematerjalid. Koostatud kursus pälvis ka HITSA ekspertgrupi poolt e-kursuse kvaliteedimärgi (Kuiv, 2019). Siiski on käesoleva magistrیتöö autorile teadaolevalt toona koostatud kursus tänaseks päevaks tunnistatud vananenuks ning kasutusest kõrvaldatud.

2020.aastal koostas Aveli Ladva oma magistrیتöö raames geograafia ainekursuse tarbeks e-õppematerjalid Eesti Statistikaameti andmebaasi kasutamiseks. Töö väärtuseks on loodud õppevara, mis on kõigile soovijatele kättesaadav ning õpetajate poolt oma soovi järgi kohandatav. Koostatud õppevara on endiselt toimiv ja kasutatav (Ladva, 2019). Digitaalset õppevara vaatleb ka 2020.aastal kaitstud Laura Kuusemetsa magistrیتöö, mis käsitleb abakuse õppematerjalide loomist. Töö vaatleb samuti e-õppematerjalidele esitatud nõudeid ning käsitleb LORI mudelit (Kuusemets, 2020).

E-õppe läbiviimist *Moodle* keskkonnas käsitleb ka Sille Tõnisson oma uuringus, mis keskendub *Moodle* kursuste kasutamisele Viljandi Täiskasvanute Gümnaasiumis. Töö keskendub õpetajate digipädevusele ning toob välja, et kuigi õpetajad on üldjuhul meelestatud positiivselt kasutama *Moodle* kursust, ei ole neil siiski alati piisavalt pädevusi selle kursuse haldamiseks (Tõnisson, 2020).

1.7. Käesoleva töö eesmärk ja uurimisküsimused

Nüüdisaegse õpikäsitle kohaselt on üheks oluliseks teguriks positiivseid emotsioone loov õpikeskkond (Haridusuuenduskeskus, s.a.). Kuigi õppida on võimalik igasugusel moel ning väga erinevaid vahendeid kasutades, on õpilaste õpitulemused ja õpimotivatsioon suurem, kui tagatud on õpilaste rahulolu õppekeskkonnaga. Õpilaste rahulolu kooliga mõjutab nii nende akadeemilist edukust õppeperioodil, kui nende haridustee jätkamist (Kontseptsioon ja mõõtevahendid ..., 2016).

Audentese Erakooli e-gümnaasiumi õpilaste rahuloluküsitlusest selgus, et probleemiks on e-kursuste sisu ja kvaliteet, mis ei vasta kursust kasutavate õpilaste ootustele. Magistrیتöö eesmärk on parendada gümnaasiumi kitsa matemaatika teemade "Vektor. Joone võrrand" ja "Funktsioonid I" e-kursused *Moodle* keskkonnas ja koguda õppijate hinnangud parendatud e-kursustele. Töö eesmärgist lähtuvalt püstitati järgmised uurimisküsimused:

1. Kuidas koostada e-õppematerjale?

2. Millised digivahendeid kasutavad õpilased matemaatika e-õppe kursusel?
3. Kuidas hindavad õpilased matemaatika e-õppe kursust ja õppematerjale?
4. Millised on õpilaste kogemused ja hoiakud seoses matemaatika e-õppe kursusega?
5. Millised on õpilaste ettepanekud matemaatika e-õppe kursuse arendamiseks?

Uuringuga kogutud andmete põhjal jätkub tegevusuuringu järgmine tsükel ning töö autor muudab saadud andmete põhjal kõiki seniseid Audentese Erakooli e-gümnaasiumi kitsa matemaatika e-õppe kursuseid ning uuringu tulemustele tuginedes soovib kool ümber korraldada ka teiste ainete senised e-õppe kursused.

2. EMPIIRILINE UURING

2.1. Uuringu metoodika

Magistritöö eesmärk on õppijate tagasisidest lähtuvalt muuta kahte olemasolevat e-õppe kursust ning pärast esmaste parendustegevuste sisseviimist uurida õpilaste arvamusi ja kogemusi seoses muudetud kursusega lähtudes e-õppematerjalide hindamise juhendist. Lähtudes käesoleva magistritöö eesmärgist, kasutati uurimisstrateegiana tegevusuuringut, mis võimaldab õppematerjalide kohta koguda tagasisidet ja seeläbi parendada õppemetoodikaid või õpivahendeid. Haridusteaduse kontekstis on tegevusuuring protsess, mille käigus õpetaja analüüsib süstemaatiliselt ja enesereflektoorselt oma õpetamise praktikad, kasutades selleks teadusuuringu metoodikaid. Saadud tulemuste ja järelduste põhjal saab õpetaja oma õpimeetodeid, -vahendeid ja tehnikat muuta. Sellist uurimismetoodikat on võimalik rakendada ühel õpetajal ühe õppijate rühma suhtes, aga ka mitmel õpetajal ühiselt konkreetse probleemi lahendamiseks või terve kooli või piirkonna õpetamise metoodikate analüüsimiseks. Erinevus klassikalisest haridusteaduslikust uuringust tuleneb sellest, et tegevusuuringu korral uuritakse enda õpetamisviise ja praktikaid, keskendutakse väiksele rühmale, uurija on praktik ehk ise õpetaja ning seetõttu tunneb kohalikku konteksti (Löfström, 2011).

Haridusvaldkonnas on tegevusuuringul kindlad etapid. Töö autor lähtus uuringu läbiviimisel ADDIE-mudelist, mis koosneb viiest etapist: analüüs, kavandamine, väljatöötamine, läbiviimine ja hindamine (Villems, *et al.*, 2019). ADDIE-mudeli etapid

sarnanevad klassikalise tegevusuuringuga, mille etapid on planeerimine, tegutsemine, vaatlus ja hindamine (Löfström, 2011).

Töö järgmises peatükis kirjeldab autor magistritöö loomise protseduuri, mis koosneb tegevusuuringu neljast sammust: määratle probleem, planeeri tegevused selle parendamiseks, rakenda muudatused ning hinda muudatuste tulemuslikkust.

2.2. Tegevusuuringu protseduur

2.2.1. Taustsüsteem

Audentese Erakooli e-gümnaasium on AS Audentes osakond, mis on tegutsenud 2003.aastast. E-gümnaasiumi nimekirjas on 1.12.2020 seisuga 204 õpilast, kellest 62% on naised ja 38% mehed. Kuna e-gümnaasium võimaldab õppima asuda kohe peale põhikooli kui ka hiljem, ulatub õpilaste vanus 15-aastast 47-aastani. Õpilased saavad ise valida õppimise aja ning tempo ning enamik neist omandab aineprogrammi ainult *Moodle* kursuste vahendusel. Sageli õpivad õpilased ainult osakoormusega ning jätavad riigieksami ainete suurema mahu viimasele õppeaastale.

Töö autor töötab Audentese Erakooli e-gümnaasiumis 2017.aasta oktoobri algusest tähtajaliste töölepingute alusel. Tööle asudes võttis ta üle eelneva õpetaja *Moodle* kursused, olles varem *Moodlega* kokku puutunud vaid õppija rollis.

Lähtekoha tegevusuuringu läbiviimiseks andis 2020. aasta alguses kogu kooli õpilaste seas läbiviidud küsimustik kooli kui terviku toimimise kohta. Läbiviidud küsitlusega uuris kooli juhtkond sisehindamise raames kooli toimimise kvaliteeti. Küsitluse tulemusel tuvastati, et kõige vähem oldi rahul e-õppe kursuste sisu ja kvaliteediga. Uuringu tulemused on ette nähtud asutusesiseseks kasutamiseks ning neid ei ole publitseeritud. Suurendamaks õpilaste rahulolu, tuli välja selgitada, millest tuleneb õpilaste rahulolematuse e-kursustega ning millised on õpilaste ootused kursuste sisule ja kvaliteedile.

2.2.2. Planeerimine

Esimeseks tegevusuuringu sammuks on probleemi määratlemine. Selles etapis tuvastatakse probleem, tutvutakse teemakohase kirjandusega ning koostatakse tegevusplaan olukorra muutmiseks (Löfström, 2011). Lähtudes läbiviidud rahuloluküsitluse tulemustest, otsustas kooli juhtkond, et kvaliteedinäitajate tõstmiseks on tarvis midagi muuta kooli veebikursuste

sisus. Kuna matemaatika on üks põhiaineid, mis sageli valmistab õpilastele kõige rohkem õpiraskusi, otsustas kooli juhtkond alustada kogu kooli e-kursuste kursuste muutmist matemaatikast. Selleks moodustas kooli juhataja töögrupi, kuhu kuulusid neli inimest: kooli juhataja, haridustehnoloog, laia matemaatika kursuse õpetaja ja kitsa matemaatika kursuse õpetaja (magistritöö autor). Ajaliselt oli tegevusuuringu pikkuseks 8 kuud (juuni 2020 kuni jaanuar 2021), aktiivse uuringu läbiviimise protsess oli siiski pisut lühem. Uuringu läbiviimine algas matemaatika-alase küsitluse läbiviimisega Audentesse Erakooli e-gümnaasiumi õpilaste seas. Koostati enamuses avatud küsimustega lühike küsimustik, millele sai vastata anonüümselt veebikeskkonnas. Kuna küsitlusele vastas ligikaudu 8 % nimekirjas olevatest õpilastest (12 vastanut) ning vastustest ei selgu, kas vastajad õpivad laia või kitsast matemaatikat, ei olnud küsimustiku tulemusel võimalik kindlaks määrata, millised olid õpilaste peamised rahulolematuse põhjused kursustega ning millise õppeaine milline kursus põhjustab kõige suuremat rahulolematust.

Kõik 12 vastanut olid rahul matemaatika kursuste kodutööde ja arvestustööde sisulise poolega ning kõik vastajad leidsid, et arvestustöös on sarnased ülesanded kui kodutöös. Kümnest vastanust 12 ütlesid, et vajasis kursuse läbimiseks kõrvalist abi. Kuna küsimus ei määratlenud, milline see kõrvaline abi oli, ei saa ka siinkohal täpsemalt olukorda hinnata. Kolm õpilast, kes vajasisid kõrvalist abi, ütlesid, et kasutasid aineõpetaja täiendavat abi; kaks ütlesid välja, et kursuse sisu ei võimalda omandada vajalikke teadmisi.

Küsimusele „mida muudaksid matemaatika õpetamises“ vastasid 12-st vastajast kaks, et lisada oleks vaja rohkem õppevideoid, neli aga, et oleks vaja lisada näidisülesandeid. Nendele teadmistele tuginedes hakati muutma seniseid kursusi. Siiski otsustati kooli pilootprogrammi läbiviivas meeskonnas, et kursuseid tervikuna ei hakata täielikult uuks looma, sest õpilastelt saadud tagasiside ei võimaldanud täpselt määratleda, millised muutused kursuse juures tooksid kõige enam kasu õpilaste õppeprotsessis. Kuigi küsitletavad olid välja toonud ühe soovina videomaterjalide täiendava lisamise kursusele, otsustati, et kuna videote tegemine on kõige mahukam protsess, on mõistlik esmalt lisada kursustele veebikeskkondades vabalt kättesaadavaid videoid või linke neile ning alles pärast täpsema olukorra määratlemist asuda vajadusel ise täiendavalt uusi videoid looma.

Ühiselt otsustati, et kursustel tuleks sisse viia esmased olulised muudatused ning täiendavate muudatuste tegemiseks koguda õpilastelt kursuse lõpetamise järel uus tagasiside, samuti koguda infot õppetulemuste ning Moodle kursuse erinevate teemade külastatavuse kohta. Kursustel sisse viidavate muudatuste sisu jäi õpetajatel enestel määratleda. Planeerides

tegevusi olukorra muutmiseks, pidi töö autor paraku nentima, et puudu on piisav pädevus *Moodle* keskkonna võimaluste mõistmiseks ja rakendamiseks.

2.2.3. Tegutsemine

Tegevusuuringu teises etapis viiakse läbi esimeses etapis välja toodud probleemsetele kohtadele tuginedes parendustegevused (Löfström, 2011). Magistritöö autor tutvus digitaalsetele õppematerjalidele esitatud nõuetega ning e-õppematerjalide koostamise põhimõtetega ning otsustas tegevuse üles ehitada LORI mudelile. LORI õppematerjalide kvaliteedi hindamise mudeli kohaselt (Aluoja *et al.*, 2015) hinnatakse õppematerjalide sisu kvaliteeti, kooskõla õpieesmärkidega, kohandumist erinevate õppijatega, interaktiivsust, motiveerivust, õppematerjali visuaalset välimust, kasutajasõbralikkust, kättesaadavust eri digiseadmetega ja operatsioonisüsteemidega ning taaskasutatavust.

Lisaks teooriale sai kursuste muutmise üheks lähtekohaks toimunud küsitluse tulemused. 2020/2021 õppeaasta esimene auditoorne õppetöö päev oli 12.septembril. Selleks kuupäevaks pidid olema avatud kitsa matemaatika kursused I, III, V ja VII. Koolisisestele reeglitele tuginedes pidid teise poolaasta kursused (s.h. kitsas matemaatika II, IV, VI ja VIII) uuendatud ja avatud olema alates 30.novembrist. Ajaline piirang muudatuste tegemiseks ei võimaldanud kõiki soovitud muudatusi ellu rakendada. Seetõttu keskendus töö autor kitsa matemaatika III (Vektor tasandil. Joone võrrand) ja V (Funktsioonid I) kursuse muutmisele. Valiku aluseks sai nimetatud kursuste kõige lihtsam interaktiivseks muutmine GeoGebra kaasabil ning autori isiklikud eelistused kursuste teemade osas.

Varasemal ajal oli töö autor *Moodle* kursustes muutnud vaid tegevuse sooritamise kuupäevi, lisanud vajadusel osalejaid, eemaldanud mittetöötavaid linke ning vajadusel lisanud mõne lingi juurde. 2020 õppeaasta sügisel lisasin kursustele sisu, täiendavaid videoid ning suurima muudatusena tahtsin kursuse teha interaktiivseks. Matemaatikas on selleks kõige lihtsam kasutada E-koolikotis olemasoleva digisisu lisamist.

Kuna GeoGebra integreerimine kasutatava koolisisese *Moodle* keskkonnaga ei õnnestunud, lisan töö autor kõikidele kursustele teemade kaupa lingid E-koolikoti materjalidele. Varasemad kursusel olnud videod, mis avanesid, kui lingile vajutada, muudeti kursusel otse kuvatavaks. Probleemseks kohaks siinjuures on hea videomaterjali vähesus veebis. Peamiste matemaatikaalaste videote autoriks on Allar Veelmaa. Tema videote lisamiseks oma kursustele küsis töö autor kirjalikult loa, saades selle siiski alles siis, kui osade kursuste muutmise võimalus oli selleks korraks möödas. Töö autor ei leia, et juba avatud

veebikursust oleks korrektne muuta. Kõikidele kursustele lisati e-testid, kuid nende katsetamine ja paremaks muutmine alles käib. Soovist osata senisest enam kasutada *Moodle* kursust, läbis töö autor 18.11.2020 kuni 13.12.2020 HARNO poolt korraldatava koolituse *Moodle* edasijõudnutele (lisa 4).

2.2.4 Vaatlemine

Tegevusuuringu kolmandas etapis on eesmärgiks saada tagasisidet tehtud parendustegevustele. Tagasiside kogumiseks on erinevaid võimalusi. Töö autor otsustas tagasisidet koguda uurimisankeedi abil. Ankeedi koostamisel ja uuringu läbiviimisel lähtus autor teadustöö eetika põhimõtetest, mille kohaselt uurimustööd läbi viies ja andmeid kogudes ei ole lubatud osalisi kahjustada. Oluline on ausus, privaatsus, anonüümsus ja konfidentsiaalsus. Uuritav peab olema teadlik uuringu eesmärgist ja tulemusest ning uuringus osalemine peab olema vabatahtlik (Eestikaveeb, s.a).

Läbiviidud uuringus osalemine oli õpilastele vabatahtlik. Uurimisankeet sai koostatud Google Forms kasutades ning õpilastele sai saadetud ankeedi täitmiseks link. Google Forms ei nõudnud õpilastelt enda meiliaadressi sisestamist ning uuringus kasutatud küsimused ei võimalda tuvastada vastanu isikut. Küsitavad taustaandmed on sedavõrd üldised (vanusegrupid suure vahemikuga ning uuritava sugu ei küsita), et saadud vastustest ei ole võimalik välja lugeda, kes uuringule vastas. Ankeedi kaaskirjas oli välja toodud uuringu eesmärk ja kasutusvaldkond. Kuna uuring oli anonüümne, ei olnud karta et õpetajana võib hakata kedagi karistama vastuse eest, mis näitab läbiviidavat uuringut või teostatavat õpet mittevastavana üldtunnustatud standarditele. Kuna enamus uuritavatest on täiskasvanud ning tegemist on enda kooli õpilastega, ei ole lapsevanemate nõusoleku küsimine vajalik.

Tegevusuuringu valimiks olid Audentese Erakooli e-gümnaasiumi kitsa matemaatika III ja V kursuse õpilased. Kuna läbiviidud küsimustik on oluline kooliarenduslikust seisukohast, küsiti andmeid suuremalt vastajate hulgalt, kui käesoleva uuringu raames vajalik. Nii oodati ankeetküsitlusele vastuseid ka I ja VII kursuse õpilastelt. Käesolev töö keskendub ainult III ja V kursuse õpilaste vastustele.

31.12.2020 seisuga olid registreerunud Audentese Erakooli e-gümnaasiumis kitsa matemaatika kursustele 78 õpilast. Neist kolm läbivad korraga kahte kursust ning üks kolme kursust. Ankeedi väljasaatmisel lähtuti asjaolust, et iga õpilane saab vaid ühe kutse ankeedile vastamiseks, välistades olukorra, kus mitut kitsa matemaatika kursust läbiv õpilane vastaks

korraga mitmele küsitlusele. Uuringus osalenud õpilaste arv ja seotus kursustega on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Kitsa matemaatika kursuses osalenute arv.

Kursus	Osalejaid nimekirjas	Nimekirjas olevatest osalejatest pole kunagi kursust avanud	Nimekirjas olevatest osalejatest pole esitanud ühtegi tööd	Nimekirjas olevatest osalejatest on 01.01.2021 seisuga kursuse lõpetanud
Kitsas matemaatika III	20	3	12	6
Kitsas matemaatika V	16	0	2	8

Kursuste arvestuslik lõpp oli 12.12.2020, mis oli veebiarvestuse tähtaeg. Kuna veebikursus on avatud kuni 22.08.2021, on kursusele registreerunud õpilastel võimalik kursus läbida nimetatud kuupäevani, samuti on võimalus õpilastel soovi korral liituda kursustega kuni suvevaheaja alguseni. Koolis kehtiv hea tava määratleb siiski, et kursuses sätestatud kuupäevadeks tööd esitanud õpilased saavad õpetajalt kiire ja täpse tagasiside oma sooritustele, hilisemad tööde esitajad seda saama ei pea.

Uuringu sihtgrupiks olid 36 õpilast (kitsas matemaatika III ja V kursusel osalejad), kellest uuringu läbiviimise hetkeks vaid 19 õpilast tegeles aktiivselt e-kursuste läbimisega. Uurimisinstrumendina kasutatud ankeet (vt lisa 2), koosnes 39-st küsimusest ning nende hulgas oli nii avatud kui suletud küsimusi. Ankeedi koostamisel lähtuti LORI-mudelist, kuid teadlikult jäeti välja mudeli need aspektid, mille toimimise kohta ei oska õpilane vastata.

Küsimustik oli jagatud neljaks plokiks. Küsimustik algas uuringu eesmärkide väljatoomisega. Lisatud olid uuringu läbiviija andmed, et soovi korral oleks uuringus osalejal küsida täiendavat selgitust. Ankeedi esimeses plokis küsiti veebikooli läbimiseks kasutatavat seadet ning teksti kättesaadavust ekraanil (LORI mudelis õpiobjekti ligipääsetavus). Ankeedi teine plokk oli kõige mahukam ning seal uuriti kursuse sisu ja ülesehituse vastavust ootustele, erinevate veebivahendite ja matemaatika õpiprogrammide kasutamist, õpilaste ootusi videomaterjalidele ja nende kasutamist ning E-koolikoti materjalide kasutamist õppetöös.

Ankeedi osaga kogutud vastused on kõige olulisemad töö eesmärgist lähtuvalt, olid vaid selles osas vastused kohustuslikud. Kuna ankeet oli pikk, vältis töö autor teadlikult kõikide küsimustele vastamise kohustuslikuks tegemist, soovides selliselt toimides vältida

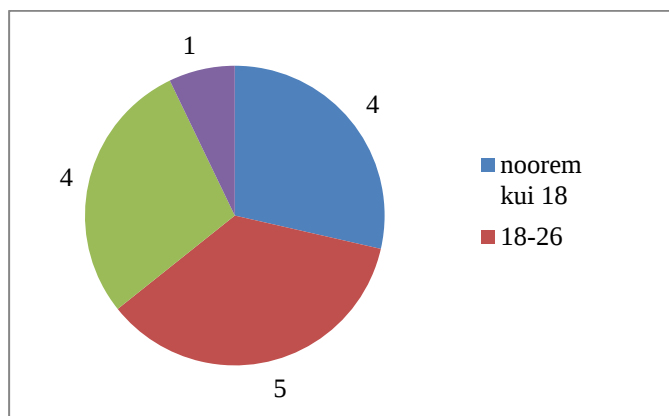
ankeedi täitmise pooleli jätmist vähem motiveeritud vastaja poolt. Kolmas küsimustiku plokk vaatlus õpilaste motivatsiooni ja õppimist. Selle käigus uuriti õppetegevusele kulutatud aega ja motivatsiooni kursusega tegeleda. Kolmas küsimustiku osa sisaldab ka kolm avatud küsimust, millega küsitakse kursuse kõige positiivsemaid ja negatiivsemaid aspekte.

Küsimustiku viimane osa sisaldab taustaküsimusi. Õpilaste anonüümsuse tagamiseks ei küsita õpilaste vanust, vaid jagatakse see nelja gruppi (kuni 18; 18 kuni 26; 27 kuni 34; üle 34). Kuna töö vaatlus tervet õpilaskontingenti ning eesmärgiks ei ole määratleda, kas meeste ja naiste ootustes on mingeid erinevusi, ei küsita teadlikult õpilase sugu. Selle küsimuse teadlik vältimine aitab tagada ka vastaja anonüümsust. Taustaküsimuste hulgas on ka küsimus varasemate kogemuste osas matemaatikaga ning hoiak matemaatika õppimisse käesoleva kursuse jooksul.

Koostatud ankeedi arutas töö autor läbi nii Audentese Erakooli haridustehnoloogiga, *Harno Moodle* kursuste koolitajaga kui käesoleva töö juhendajaga, tagamaks ankeedi valiidsust. Arutelude käigus sõnastati mõned ankeedi küsimused ümber, et need oleksid üheselt arusaadavad. Samuti sai ankeedist eemaldatud mõned küsimused, millele vastamiseks ei ole sihtgrupp pädev.

Küsitlus viidi läbi 2020. aasta detsembri lõpus. Sellele vastas *Google Forms* keskkonnas 14 õpilast, mis teeb 39,9 % kursusele registreerunud õpilastest. Kuna küsimustik oli anonüümne, ei saa määrata, kas küsitlusele vastasid ainult kursusega aktiivselt tegelevad õpilased või vastas ka mõni õpilane, kes õppeülesandeid sooritanud ei ole. Nagu eespool välja toodud, on kursusel õppeülesandeid sooritanud 19 õpilast 36-st.

Uuringus osalenud õpilaste vanus varieerus üsna suuresti (joonis 1). Tagamaks uuringus osalejate anonüümsust, ei küsitud neilt uuringu käigus muid demograafilisi andmeid.



Joonis 1. Õpilaste jagunemine vanusegruppidesse (n = 14).

2.2.5. Analüüs ning andmete esitamine

Uuringus osalenud õpilaste käest kogutud Google arvutustabelis esitatud andmed salvestati MS Excel formaadis. Pärast andmete kogumist Exceli andmetabel korrastati ning võimalusel tunnused kodeeriti. Avatud küsimustega kogutud andmed jäeti statistilisest analüüsist välja ja analüüsiti eraldi. Mitme vastusega küsimuste puhul muudeti iga vastus eraldi tunnuseks. Nominaaltunnuste korral esitati sagedusjaotused. Ordinaaltunnuste puhul arvutati lisaks aritmeetilised keskmised, standardhälbed ning miinimum- ja maksimumväärtused. Korrastatud Exceli andmetabel sisestati andmetöötlusprogrammi SPSS Statistics. Kvalitatiivse analüüsi käigus grupeeriti vastused neid kirjeldavate teemade alla ja koostati illustreerivad tabelid ja joonised. Ankeetküsitluse avatud vastustega küsimused analüüsiti eraldi. Andmeanalüüsi tulemused on esitatud käesoleva magistritöö peatükis tulemused ja arutelu.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

Magistritöö eesmärgiks oli eesmärgiks oli parendada gümnaasiumi kitsa matemaatika teemade "Vektor. Joone võrrand" ja "Funktsioonid I" e-kursused *Moodle* keskkonnas ja koguda õppijate hinnangud parendatud e-kursustele. Töö eesmärgi saavutamiseks uuriti matemaatika III ja V kursuse ülesehituse ja sisu vastavust õpilaste ootustele. Läbi viidud tegevusuuringu neljandas etapis hinnatakse läbiviidud muudatuste tulemuslikkust. Käesolevas töö osas esitatakse tulemused koos tulemuste aruteluga. Tulemused tuuakse välja esitatud uurimusküsimuste järjekorras, tulemusele järgneb arutelu, mis sisaldab ka töö autori esmaseid mõtteid, mida ta plaanib tegevusuuringu järgmise tsükli juures käesoleva uuringuga kogutud andmete põhjal teha.

3.1. E-õppematerjalide koostamine

Magistritöö koostamisel sõnastatud esimesele uurimusküsimusele, kuidas koostada e-õppematerjale, vastamiseks tutvus töö autor väga erinevate e-õppe läbiviimist tutvustavate materjalidega. Üheks laialdaselt kasutatud õppematerjalide koostamise mudeliks on ADDIE-mudel, mis hõlmab endasse viis erinevat etappi, milleks on analüüs, kavandamine, materjalide väljatöötamine, kasutamine ja hindamine (Villems, *et al.*, 2019). Kuna käesoleva magistritöö

raames ei olnud tegemist uue kursuse loomisega, vaid selle käigus muudeti juba olemasoleva kursuse sisu ja õpivahendeid, ei saanud täielikult lähtuda nimetatud mudelist. Siiski hõlmab läbiviidud tegevus vähemal või suuremal määral kõiki ADDIE-mudeli etappe.

Vajalikud õpiväljundid on määratud riiklikus õppekavas (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011) ning sihtrühmaks olid kooli nimekirjas olevad õpilased. Muudatusi läbi viiva tööühma aruteludest selgus siiski, et kool ei suuda täpselt määratleda õpilaste eelteadmisi ja õpioskuseid. Kuigi juba toimivate kursuste puhul peaks selged olema ka tingimused, nagu näiteks aeg, raha ja vahendid (Villems, *et al.*, 2019), selgus arutelude käigus, et lisaks probleemetekitavatele vananenud ja üldse mitte interaktiivsele materjalidele ei ole päris täpselt teada, milliseid juhendeid vajab e-gümnaasiumi õpilane iseseisvas õppetöös ning milline on tema motivatsioon õppida. Samuti tuli välja, et kõikide soovitud muudatuste tegemiseks puuduvad vajalikud ressursid.

ADDIE mudeli järgmine, kavandamise etapp (Villems, *et al.*, 2019) on valmisoleva õppekavakohase kursuse juures suures ulatuses paika pandud. Kursuse õpieesmärgid tulenevad riiklikust õppekavast (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011) ning ajaline planeering kooli õppekavast ja tunniplaanist. Kuna iga kursuse jooksul toimub vaid kaks kontaktõppe tundi, on peamine tegevus planeeritud ümberpööratud klassiruumi põhimõtteid järgides. Reaalses õpisisituatsioonis on paraku kontaktõppe tundides osalemise protsent madal ning kohale tulnud õpilased ei ole tunniks ette valmistunud.

ADDIE-mudeli kolmandas etapis toimub kursuse väljatöötamine, mille jooksul luuakse toimiv kursus (Villems, *et al.*, 2019). Käesoleva tegevusuuringu raames lisati senistele kursustele E-koolikotis sisalduvad materjalid, näidisülesanded lahendustega, teooriaosa lühikonspekt ning mitmed erinevad õppevideod. Kuna tegemist on erakooliga, tekitas arutelusid õppematerjalide lisamisel vastavus autoriõiguse seadusega (Autoriõiguse seadus, 2019). Võimalike probleemide ennetamiseks küsis töö autor enne materjalide lisamist selleks luba materjalide autoritelt. Kuna uue õppematerjali loomine on kõige ressursimahukam ning enne selle koostamist soovis töögrupp saada täpsemat ülevaadet sihtrühma ootustest, otsustati täiendavad materjalid koostada alles pärast uuringu läbiviimist. Ressursside säästmise otstarbel on arutelu all võimalus koostada osad õppematerjalid selliselt, et need sobiksid nii laia kui kitsa kursuse õpetamiseks.

Kursuse kvaliteedi tagamiseks on kursusele juurdepääs nii kooli haridustehnoloogil kui ka laia matemaatika õpetajal. Töögrupi arutelude käigus on korduvalt käsitletud kursuse sisu vastavust õpieesmärkidele ning materjalide sobivust õpilaskontingendile.

ADDIE-mudeli neljanda, kursuse läbiviimise etapis toimus vajaliku info edastamine kursuse foorumil, vajalik suhtlus õpilastega, kodutööde ja arvestustöö tagasisidestamine ja hindamine, konsultatsioonid, veebitunnid ning tekkinud probleemidele reageerimine. Kursuse lõpus küsiti õpilastelt hinnangut toimunud kursusele. Toimunud tegevused vastavad ADDIE mudelile ning hõlmavad õpetaja tegevuse erinevaid rolle (Villems, *et al.*, 2019).

ADDIE-mudeli viiendaks etapiks on kursuse kvaliteedi tagamiseks läbiviidav hindamise etapp (Villems, *et al.*, 2019). Hinnangu saamiseks koostati LORI õppematerjalide kvaliteedi hindamise mudelist (Nesbit, *et al.*, 2010) lähtuv küsimustik. Küsimustiku tulemusi käsitlevad käesoleva töö järgmised osad.

3.2. Matemaatika e-õppe kursusel kasutatavad vahendid

Magistritöö teine uurimusküsimusega, milliseid digivahendeid kasutavad õpilased matemaatika e-õppe kursusel, ei vaatle üksnes kasutatavate vahendite nimetusi, vaid küsimuse läbi soovitakse teada saada ka õpilaste pädevust ja hoiakuid digivahendite kasutamiseks. Matemaatika ei seisne ainult tüüpülesannete lahendamises (Lepik, 2012), vaid aktiivses mõttetegevuses, mis loob võimaluse õpitut kasutada ka uutes situatsioonides. Taolise pädevuse saavutamiseks tuleb õppetegevuse juures teemasid piisavalt visualiseerida (Kontrová, *et al.*, 2020), milleks annab hea võimaluse GeoGebra programmi kasutamine (Joshi, *et al.*, 2020; Ogbonnaya, 2020). Lisaks GeoGebrale on matemaatikaõppe visualiseerimiseks ja interaktiivseks muutmiseks kasutada veel mitmeid erinevaid digitehnoloogilisi vahendeid, nagu näiteks PhotoMathi nimeline äpp või WolframAlpha veebileht (Aas, 2020). Läbiviidud uuring kirjeldab e-gümnaasiumi õpilaste digitehnoloogiliste vahendite kasutamist nii oskuste, pädevuste kui hoiakute kontekstis.

Küsimusele „Millisel otstarbel kasutad veebikooli kursust?“ vastustest selgus, et kaheksa õpilast (57,1% vastanuist) kasutas veebikooli kursust selleks, et vaadata üles laaditud õppematerjale ja videoid ning esitada koduseid töid. Viis õpilast (35,7 % vastanuist) kasutas kursust ainult üles laaditud õppematerjalide ja videote vaatamiseks ning üks õpilane ainult koduste tööde esitamiseks.

Küsimusele „Milliseid seadmeid kasutad veebikoolis õppeülesannete sooritamisel?“ vastas 11 õpilast (78,6% vastanuist), et kasutas veebikoolis õppeülesannete sooritamisel sülearvutit ja 3 õpilast (21,4% vastanuist) kasutas lauaarvutit. Ükski õpilane ei kasutanud

tahvelarvutit ega nutitelefonit. Ühelgi lauaarvuti kasutajal ei olnud probleeme teksti mahtuvusega arvuti ekraanile, üksikuid probleeme oli neljal sülearvuti kasutajal.

Tabel 3. Teksti mahtuvus digiseadme ekraanile sõltuvalt arvuti tüübist (n = 14).

Milliseid seadmeid kasutad veebikoolis õppeülesannete sooritamisel?	Kas vajalik tekst mahtus Sinu digiseadme ekraanile?	
	Ei ole probleeme esinenud	On üksikuid probleeme
	n	n
sülearvuti	7	4
lauaarvuti	3	0

Matemaatika digivahendite kasutamise kohta esitati ankeedis 5 küsimust: Küsimuse „Milline on Sinu GeoGebra ja teiste veebivahendite kasutuskogemus?“ vastustest selgus, et 10 õpilast (71,4% vastanuist) olid oma varasemate õpingute käigus kasutanud GeoGebra programmi, 8 õpilast (57,1% vastanutest) oli kasutanud Photomath-i ja 4 õpilast (28,6% vastanutest) oli neile lisaks kasutanud ka muid vahendeid. Käimasoleva kursuse jooksul ja ka kodutööde lahendamiseks kasutas GeoGebra programmi 10 õpilast (71,4% vastanutest) ja PhotoMath-i 4 õpilast (28,6% vastanutest) ning 4 õpilast (28,6% vastanutest) kasutas muud programmi. Õppimisel õige lahenduskäigu saamiseks kasutas GeoGebra-t 8 õpilast (57,1% vastanutest), PhotoMath-i 4 õpilast (28,6% vastanutest) ning 6 õpilast (42,9% vastanutest) kasutas muud programmi.

Küsimuse „Milline on Sinu arvuti kasutamisoskus GeoGebra kasutamiseks?“ põhjal selgus, et vaid 8 õpilast (57,1% vastanutest) väitis, et saab GeoGebra programmi kasutamisega edukalt hakkama. Sama arv õpilasi käesolevast uuringust vastas, et oli seda programmi varem kasutanud.

Küsimusest „Kui oluline on Sinu hinnangul vektorite ja funktsioonide teema juures näitlikustamine?“ selgus, et näitlikustamine on oluline enamiku õpilaste arvates. 12 õpilast (85,7% vastanutest) leidis, et vektorite ja funktsioonide teema juures on näitlikustamine, kas oluline (6 õpilast) või ülioluline (6 õpilast), kusjuures kaks õpilast ei osanud sellele küsimusele vastata.

Küsimusele „Kui oluline on Sinu hinnangul vektorite ja funktsioonide teema juures GeoGebra kasutamine?“ vastas 9 õpilast (64,3% vastanutest), et vektorite ja funktsioonide teema juures on GeoGebra kasutamine kas oluline (5) või ülioluline (4), 5 õpilast ei osanud sellele küsimusele vastata.

Küsimusele WolframAlpha kasutamise kohta vastas üks õpilane, et kasutab WolframAlpha veebilehte, kuid vajaks selle juures abi; 7 õpilast ei oska WolframAlpha veebilehte kasutada ja 6 õpilast leiab, et nad ei kasuta WolframAlpha veebilehte, sest see ei ole vajalik õppimiseks.

Mõtestatud matemaatikaõppe läbiviimiseks on oluline ülesannete näitlikustamine, mis tõstab õpilaste õpimotivatsiooni ja parendab tulemusi (Putra *et al.*, 2020). Kuigi õpilased tajuvad, et näitlikustamine on oluline ning erinevad veebivahendid annavad selleks kergesti kasutatavad võimalused, ei oska kõik õpilased vajalikke vahendeid kasutada. Veebivahendite mittekasutamine muudab aga keeruliseks õpitu sisust arusaamise, seda eriti vektorite või funktsioonide teema omandamisel (Joshi, *et al.*, 2020).

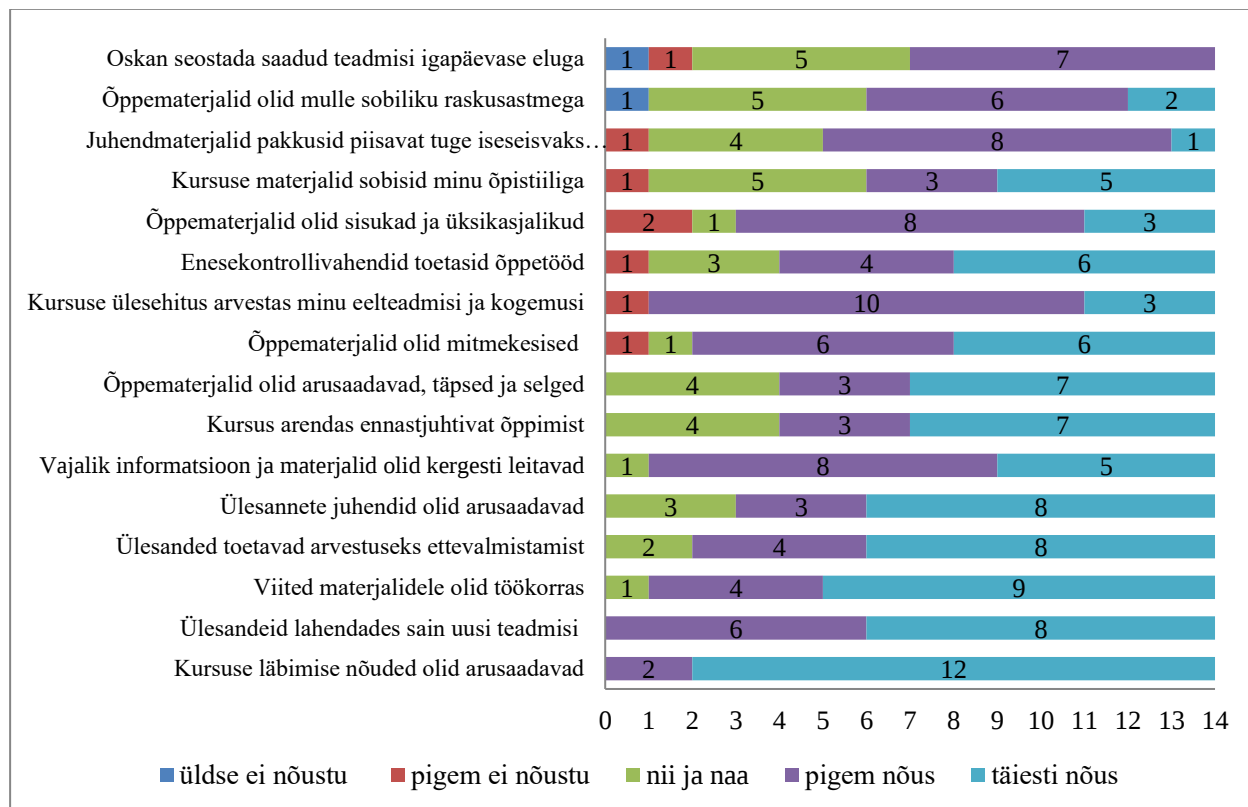
Tulemustest lähtuvalt tuleb töö autori arvates edaspidi lisada kursustele juhendid ja õppevideod, mis aitavad õpilasi veebivahendeid seniselt tõhusamalt kasutada.

3.3. Õpilaste hinnang matemaatika e-õppe kursusele ja õppematerjalidele

Kolmas magistr töö uurimisküsimus, kuidas hindavad õpilased matemaatika e-õppe kursust ja õppematerjale, loob võimaluse hinnangu kaudu tagada kursuse edasiseks arendamiseks vajalikud teadmised. Küsimustik oli suunatud kursusel osalejatele, vastates selliselt kursuse sisese hindamise kriteeriumitele. Hindamine, kui andmete kogumise protsess, võimaldab välja tuua kursuse tugevused ning selle abil saab teha järeldusi kursuse muutmiseks (Villems, *et al.*, 2019). Selline pidev parendamine on tsükliline protsess ning käesolev magistr töö vaid üks tsükel tegevusuuringust (Löfström, 2011).

Käesoleva uurimuse küsimustikus oli 16 väidet, millega uuriti õpilaste hinnanguid e-kursustele ja õppematerjalidele. Väidetega nõustumist hindasid õpilased 5astmelisel Likerti skaalal, kus 1 = üldse ei nõustu ja 5 = täiesti nõus (vt joonis 2). 12 õpilast (85,7% vastanutest) olid täiesti nõus ning kaks vastanut (14,3% vastanutest) pigem nõus sellega, et kursuse läbimise nõuded olid arusaadavad ja et ülesandeid lahendades said nad uusi teadmisi. Pooled õpilased, see on uuritavas grupis 7, olid pigem nõus sellega, et oskavad seostada saadud teadmisi igapäevase eluga (mitte ükski ei olnud sellega täiesti nõus). Samuti oli vaid kaks

õpilast (14,3% vastanuist) täiesti nõus ja 6 õpilast (42,9% vastanuist) pigem nõus sellega, et õppematerjalid olid sobiliku raskusastmega ja et kursuse materjalid sobisid nende õpistiiliga. Üks vastanutest leidis, et õppematerjalid ei ole üldse sobiva raskusastmega.



Joonis 2. Õpilaste arvamused matemaatika e-õppe kursuse ja õppematerjalide kohta (n = 14).

Kõigi käesolevas uurimuses esitatud väidete aritmeetilised keskmised, standardhälbed, miinimum- ja maksimumväärtused on toodud tabelis 4. Kirjeldavad statistikud näitavad, et 11 väidet sai kõrge keskmise hinde (suurem kui 4) ning vastuste hajuvus on üsna väike. Sellest järeldab töö autor et, esitatud väidetest tulenevate aspektidega on uuringus osalenud õpilased kas pigem või täiesti rahul. Samas oli viis aspekti, mille keskmine jäi alla nelja. Nendeks olid väited:

- õppematerjalid olid sisukad ja üksikasjalikud;
- kursuse materjalid sobisid minu õpistiiliga;
- juhendmaterjalid pakkusid piisavalt tuge;
- õppematerjalid olid mulle sobiva raskusastmega;
- oskan seostada saadud teadmisi igapäevase eluga.

Uuringuga välja toodud kitsaskohad vajavad kursuse edasise arendamise käigus sekkumist. Õppimist toetav õpiobjekt peab olema lisaks muudele ootustele ka õpilasi juhendav ning arvestama erinevate õpistiilidega õpilastega. Lisatud juhendmaterjalid peavad andma õpilastele soovitusi, kuidas kursust läbida, millele tähelepanu pöörata. Samuti peab õpiobjekt andma juhiseid varasemalt õpitu kordamiseks (Kampus, *et al.*, 2013).

Uuringuga selgunud madalad hinnad õpiobjekti neis osades tulenevad töö autori arvates ühelt poolt liiga ühekülgsedest õpiülesannetest, mis ei arvesta piisavalt õpilaste eripäradega; samuti puudulikust õpijuhiseist. Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2011) sätestatud õpiväljundid ei ole piisavalt elulised ning nagu käesolevast uuringust selgus, siis 42,9% uuringus osalenud õpilastest väitsid, et nad ei vaja peale kooli lõpetamist matemaatikat. Materjalide raskusastme sobimatust õpilastele võib töö autori arvates põhjustada käesoleva uuringu põhjal ka asjaolu, et varasemate õpingute käigus on 42,8 % õpilastest saanud hakkama raskustega või vihanud seda õppeainet. Kuigi käesoleva kursuse jooksul ei vastanud ükski uuringus osalenu, et matemaatika õppimine ei meeldi talle või ta vihkab seda, on varasemate õpingute käigus omandamata jäänud teadmiste tasandamiseks vaja teha täiendavat tööd. Samas vastab 35,7 % uuringutes osalenutest, et kulutas matemaatika õppimiseks 10 kuni 20 tundi, kusjuures ühe kursuse nominaalmahuks on 35 tundi. Samas 24,1% kogu kooli õpilastest ning 35,7% küsitlusele vastanutest on vanemad kui 26 aastat ning tõenäoliselt lõpetanud põhikooli 10 või enam aastat tagasi, mistõttu omandatud teadmised kipuvad ununema.

Eelnimetatud aspektid tuleb arvesse võtta kursust arendades. Probleemi parendamiseks kavatses töö autor olemasolevate e-kursuste parendamiseks lisada kursustele üksikasjalikud õpijuhised, muuta kursuste sisu, lisades rohkem eriliigilisi ülesandeid. Oluliseks täienduseks peab töö autor lisada kursustele eraldi lingid põhikoolis õpitud õpiobjektidele, sest gümnaasiumi õpiprogramm eeldab teatud teemade lõikes, et varasemate aastate jooksul on saavutatud vajalikud õpipädevused. Varasemate õpiobjektide meelde tuletamise võimaldamine gümnaasiumi e-õppe kursustes on antud asjaoludest lähtudes töö autori arvates vältimatult vajalik.

Tabel 4. Õpilaste hinnangute kirjeldavad statistikud (n = 14).

	M	SD	Min	Max
Kursuse läbimise nõuded olid arusaadavad	4,86	0,363	4	5
Ülesandeid lahendades sain uusi teadmisi	4,57	0,514	4	5

Viited materjalidele olid töökorras	4,57	0,646	3	5
Ülesanded toetavad arvestustööks ettevalmistamist	4,43	0,756	3	5
Ülesannete juhendid olid arusaadavad	4,36	0,842	3	5
Vajalik informatsioon ja materjalid olid kergesti leitavad	4,29	0,611	3	5
Kursus arendas ennastjuhtivat õppimist	4,21	0,893	3	5
Õppematerjalid olid arusaadavad, täpsed ja selged	4,21	0,893	3	5
Õppematerjalid olid mitmekesised	4,21	0,893	2	5
Kursuse ülesehitus arvestas minu eelteadmisi ja kogemusi	4,07	0,73	2	5
Enesekontrollivahendid toetasid õppetööd	4,07	0,997	2	5
Õppematerjalid olid sisukad ja üksikasjalikud	3,86	0,949	2	5
Kursuse materjalid sobisid minu õpistiiliga	3,86	1,027	2	5
Juhendmaterjalid pakkusid piisavat tuge iseseisvaks õppimiseks	3,64	0,745	2	5
Õppematerjalid olid mulle sobiliku raskusastmega	3,57	1,016	1	5
Oskan seostada saadud teadmisi igapäevase eluga	3,29	0,914	1	4

Märkus. M = aritmeetiline keskmine, SD = standardhälve, Min = väikseim väärtus, Max = suurim väärtus.

Uuritavale gruppide hindamiseks antud e-kursustel oli kasutatud E-koolikoti õppematerjale. Kitsa matemaatika III kursuse materjalid vektorite ja joone võrrandi kohta on koostanud Jüri Kurvits ning V kursuse materjalid funktsioonide kohta Elena Safiulina. Ankeetküsitlusega uuriti, kas kursusele lisatud E-koolikoti materjalid olid arusaadavad ja mil määral need toetasid õppimist. Õpilased hindasid 10-pallisel skaalal (1 = ei toeta üldse, 10 = toetab täiesti), mil määral toetasid E-koolikoti materjalid nende õppimist. Vastused varieerusid 2–10 pallini ($M = 7,43$; $SD = 2,41$) ning 9 õpilast (64,3% vastanutest) andsid vastuseks 8–10 palli. Kogutud tagasiside näitab lisatud materjalide väärtust ning kursuste edasise arendamise käigus kavatseb töö autor läbi vaadata materjalide lisamise võimalused ning vajadusel integreerida osad E-koolikoti materjalid *Moodle* kursusesse.

Tegevusuuringu planeerimise etapis olukorda kaardistava uurimuse käigus läbi viidud küsitluse tulemusena selgus ühe enim esile tõstetud ootusena, et õpilased soovivad kursusel näha rohkem videoid. Tegevusuuringu käigus lisati kursustele õppevideoid ning

küsitlusega soovitakse tagasisidet lisatud videotele. Nelja küsimusega uuriti kursusele lisatud videote sobivust õpilastele. 4 õpilast (28,6% vastanuist) leidsid, et lisatud videod toetasid nende õppimist suurel määral, 7 õpilast (50% vastanutest) leidis, et videotest oli kasu mõnevõrra ning 3 õpilast (21,4% vastanutest) leidis, et videoid oli liiga vähe.

Küsimusele „Kui pikk peaks olema õppevideo, mida on mugav tähelepanelikult jälgida?“ vastasid 13 õpilast. Neist 6 (46,2% vastanuist) leidis, et videod võiksid olla 5 – 15 minutit pikad. 3 õpilast (23 % vastanuist) leidsid, et videod võivad olla kuni 5 minutit pikad; 3 õpilast (23 % vastanuist) leidsid, et videod võiksid olla 15 kuni 30 minuti pikad ning üks vastaja arvas, et videod võivad olla ka pikemad kui 30 minutit. Veebikursusel olevate videote pikkuse kohta avaldas arvamust 12 õpilast. Neist 4 (33,3%) leidsid, et videod on sobiva pikkusega, kusjuures liiga pikkadeks ei pidanud videoid ükski vastanu. 8 õpilast (57,1% vastanuist) eelistas ekraanivideot ja 4 õpilast (28,6% vastanuist) eelistas näha ka õpetajat. Kaks õpilast (14,3% vastanuist) ütlesid, et nad ei kasuta videomaterjale.

Töö autor analüüsis Kitsa matemaatika III kursusele lisatud videoid ning leidis, et kõige lühem kursusele lisatud video on 5 minutit pikk ning kõige pikem video kestab 32 minutit. Lisatud videote keskmine pikkus on 15 minutit. Sellega jäävad lisatud videod enamuse õpilaste jaoks pikkuse poolest sobivateks, olles siiski 23% vastanute jaoks liiga pikad.

Kursuste edasiste parendustegevuste jooksul kavatseb töö autor lisada veelgi videoid ning vajadusel salvestab ise videoid teemade kohta, millele sobivaid videomaterjale veebikeskkondades ei leidu.

Avatud küsimustega küsiti õpilastelt seda, mis neile kursusel kõige rohkem meeldis, mis ei meeldinud ja milliseid probleeme neil esines (tabelid 5 ja 6).

Uuritavas grupis osalenud õpilastele meeldisid erinevad veebivahendid ja võimalused õppetöös osalemiseks. Meeldivana toodi esile veel alljärgnevad väited:

- kursusega seotud informatsioon oli piisav ja arusaadav;
- kursus sisaldas huvitavaid teemasid;
- kolm õpilast koges meeldivana seda, kui sai asjadest aru;
- üks õpilane mainis meeldivaks ka õpetajalt saadud abi.

Neli õpilast tõi esile aspekte, mis neile ei meeldinud.

Tabel 5. Tegurid, mis õpilastele meeldisid ja mis ei meeldinud.

Teema	Meeldis kõige rohkem ... (n = 12)	N
Veebivahendid ja -võimalused	et e-koolikoti teemad on olemas ja seal saab interaktiivseid ülesandeid teha	2
	et kõik valemid olid <i>Moodle</i> 'is kirjas	1
	võimus osaleda tunnis läbi Teamsi	2
	võimalus teha veebiarvestus	1
Info piisavus ja selgus	et kõik oli arusaadav ja jälgitav	2
	kui informatsiooni teema kohta oli piisavalt ja arusaadavalt	1
	et õppematerjali oli palju, kuid see oli arusaadav ja loogiline	1
Kursuse sisu	vektorite teema, mis on iseenesest huvitav	1
	võrrandid	1
	valitud kodutööd	1
Õpitu mõistmine	kui sain logaritmidest erinevatest võtetest lõpuks ometi aru	2
	et saan asjadest ise juba aru	1
Õpetaja toetus	õpetaja abivalmidus ja motiveerimisoskus	1
	Ei meeldinud (n = 4)	N
Rasked ülesanded	Mõningate kodutööde ülesanded osutusid keeruliseks	2
	Mõned kodutööd, aga ainult sellepärast, et mul isiklikult oli raskusi paari asjaga	1
Ebaselged materjalid	Kohati oli teksti liiga palju ja segadust tekitav	1

Kõige sagedamini esines õpilastel probleeme, mis olid seotud aja planeerimisega; sellega puutus kokku 5 õpilast (35,7% vastanutest) (tabel 6). Muid probleeme (tabel 6) esines vähem ning üldistuste tegemiseks oli neid probleeme maininud õpilasi liiga vähe.

Tabel 6. Peamised probleemid, mida õpilased kursuse jooksul kogesid (n = 12).

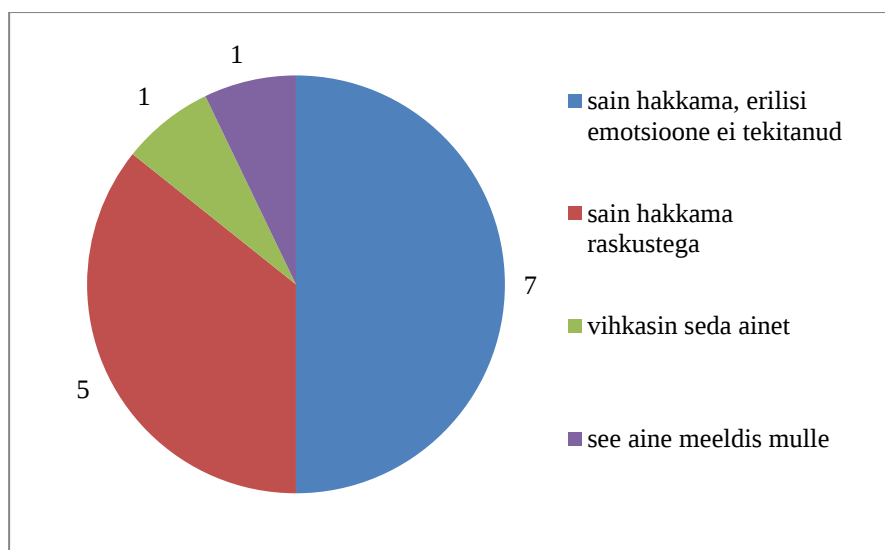
Teema	Probleem	N
Raskused aja planeerimisel	Tööl käimisega kaasnes see, et ei olnud aega asju õigel ajal selgeks teha ja osad asjad jäid viimasele minutile. Siiski õppides sain aru, et kuna olen keskkoolis, siis on see prioriteet ja tööl ma ilmtingimata käima ei pea, seega tulen jaanuaris ära ja loodan oma seniseid tulemusi parandada.	2
	Aja puudus ja vahest läks aega enne, kui päriselt aru sain teemast.	1
	Jätan asju hilise peale teha.	1
	Tegin kodutööd kõik sajale protsendile, aga arvestuse sain nelja, sest läksin aja jooksmise tõttu paanikasse.	1
Veebivahendite puudused	Vahel seal e-koolikotis osad laused nagu ei mahtunud sinna kasti ära vms ja seetõttu jäi paari tähtsa teema puhul info natuke segaseks, kuna ei näinud kogu infot.	2
Õppematerjali nappus	Osadest teemadest oli nii vähe materjali (isegi õpikus), et teemast täiesti aru saada oli vaja igalt poolt lisa materjali otsida.	1
	Ma polnud kodutöös näinud osa tüüpi ülesandeid, mis arvestustöös esinesid - aga samas ma võisin ka olla halvasti ette valmistatud.	1
Vähesed teadmised	Minu madal matemaatika teadmiste tase ja pidin meelde tuletama kõike alates 8 klassist, et saaks edasi liikuda.	1
	Minu matemaatika oskamatus.	1
Alustamise raskused	Ei osanud kuskilt alustada kodutöid.	1
	Iga uue teema puhul on kõige raskem see n-ö sisseelamine - aru saamine, mille ma endale selgeks pean tegema.	1
Teemade keerukus	Raskete teemade puhul tuli tahtmine alla anda.	1

Veebipõhine õpe sobib vaid ennastjuhtivale õpilasele, kes oskab oma aega, õpistrateegiaid ning õpimotivatsiooni juhtida. Heade tulemuste saavutamiseks tuleb paika panna eesmärgid, aktiveerida eelteadmised ning läbi mõelda õpistrateegiad (Tallinna Ülikool,

Haridusteaduste Instituut, s.a). Küsitlusest selgus, et mitte kõik õpilased, kuigi nad omandavad gümnaasiumiharidust täielikku veebiõpet võimaldaval moel, ei ole omandanud vajalikke õpioskusi. Kuna õpioskusi on võimalik arendada ning eelteadmisi aktiveerida veebikursuse raames, tuleks läbi mõelda plaan kuidas kujundada õpilane ennastjuhtivaks ning millisel moel esitada õpijuhised senisest tõhusamaks õppeks.

3.4. Õpilaste kogemused ja hoiakud seoses matemaatika ja e-õppe kursusega

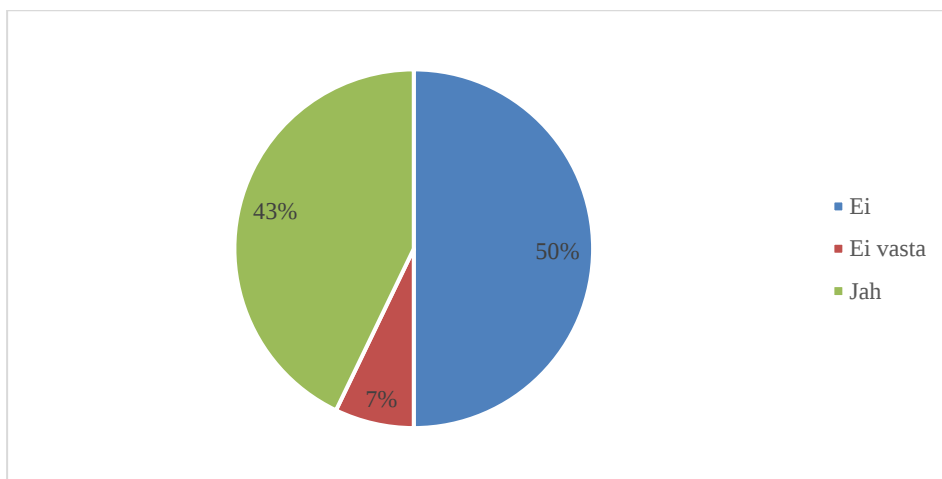
Magistritöö neljas uurimusküsimus, millised on õpilaste kogemused ja hoiakud seoses matemaatika e-õppe kursusega, annab teada õpilaste sisemise häälestatuse aine omandamiseks. Pidades tegevust meeldivaks, tõuseb motivatsioon seda teha ning sellega koos paranevad ka õpitulemused (Putra, *et al.*, 2020). Käesolevas uuringus osalenud ühele õpilasele meeldis matemaatika tema varasematele kogemustele tuginedes, samas üks õpilane lausa vihkas seda ainet. 12 õpilast (85,7% vastanutest) olid saanud varasemalt õppeainega hakkama, neist 5 õpilast (35,7% vastanutest) koges raskusi (joonis 3).



Joonis 3. Õpilaste varasemad kogemused seoses matemaatikaga (n = 14).

Uuringu ajal toimunud matemaatika kursust võttis 10 õpilast (71,4% vastanutest) (vt joonis 3) paratamatusena, mis tuleb lihtsalt ära teha, 4 õpilast (28,6% vastanutest) (vt joonis 3) osales kursusel meeleldi.

6 õpilast (42,9% vastanutest) planeeris kodutööde lahendamiseks aega teadlikult ja 50% ei teinud seda, üks jättis küsimusele vastamata.



Joonis 4. Kodutööde lahendamiseks planeeritud aeg (n = 14).

8 õpilast (57,1% vastanutest) said kodutööde ülesannete lahendamisega ise hakkama, 4 õpilast (28,6% vastanutest) küsis abi sõpradelt ja kaks õpilast (14,3% protsenti vastanutest) küsis abi õpetajalt. 5 õpilast (35,7% vastanutest) kulutas ainekursuse läbimiseks umbes 10–20 tundi, 3 õpilast (21,4% vastanutest) kulutas 20–30 tundi ja 6 õpilast (42,9% vastanutest) kulutas rohkem kui 30 tundi. Kuna riiklikus õppekavas on ühe ainekursuse mahuks 35 tundi, on näha, et õpilased panustavad pisut vähem kui peaks. Küsitluse ajaks oli 14-st õpilasest ainekursuse edukalt läbinud 50% õpilastest ja nad olid saanud lõpuhindeks kas viie või nelja. 8 õpilast (57,1% vastanutest) tõdes, et matemaatika on neile vajalik ka pärast kooli lõpetamist, kuid 6 õpilast (42,9% vastanutest) leidis, et nad ei vaja matemaatikat pärast kooli lõpetamist.

Uuringu ankeetküsitluse küsimusega 19 paluti vastuseks märkida tegurid, mis motiveerivad õpilasi õppekursust avama ja õppeülesannetega tegelema. 5 õpilast (35,7% vastanuist) märkis ainult ühe teguri, kaks õpilast (14,3% vastanuist) märkis 3 ja kolm õpilast (21,4% vastanuist) märkis ära 4 motiveerivat tegurit (vt tabel 7). Kaks õpilast (14,3% vastanuist) märkis 5 ja kaks õpilast (14,3% vastanuist) märkis koguni 6 motiveerivat tegurit. Tulemused näitavad, et kõige olulisemaks motivaatoriks osutus vajadus ainekursus läbida, mille valis 11 õpilast 14-st (78,6% vastanuist) (tabel 8). Kolmel õpilasel (21,4% vastanuist) oli see ainsaks motivaatoriks, mis näitab, et need õpilased osalevad kursusel ainult välisest motivatsioonist lähtuvalt, huvitumata ise matemaatikast. Osadele õpilastele oli motivaatoriks uued teadmised ja oskused: 6 õpilast (42,9% vastanuist) soovisid osata matemaatikat, 6 õpilast (42,9% vastanuist) motiveeris huvitav õppematerjal ja 5-le õpilasele (35,7% vastanuist) meeldisid interaktiivsed ülesanded. Ka tagasiside innustas õpilasi kursusel osalema: seitset õpilast motiveeris kiire tagasiside tulemustele ja viis pidasid tähtsaks häid

hindeid. Viis õpilast said innustust uuest väljakutsest matemaatika näol. Lisaks leidsid kaks õpilast, et neil oli raske ennast motiveerida tegelemaks iseseisvalt matemaatika õppeülesannetega.

Tabel 7. Tegurid, mis motiveerivad õpilasi õppekursust avama ja õppeülesannetega tegelema (n = 14).

Teema	Motiveeriv tegur	N
Kohustus	vajadus ainekursus läbida	11
Teadmised ja oskused	soov osata matemaatikat	6
	huvitav õppematerjal	6
	interaktiivsed ülesanded	5
Tagasiside	kiire tagasiside minu tulemustele	7
	head hinded	5
Väljakutse	matemaatika kui väljakutse, millega saan hakkama	5

Kuna valim on üldistuste tegemiseks liiga väike ning teema väljub käesoleva tegevusuuringu raamidest, ei tahaks töö autor siinkohal üldistusi teha. Siiski annab kogutud info põhjuse läbi viia tunduvalt suurema valimiga uuring, mis käsitleb küsimusega püstitatud teemavaldkonda lähemalt.

Praeguse küsimustiku vastused on aga olulised e-kursuste edasisel kavandamisel, sest ADDIE-mudeli esimeses etapis tuleb sihtrühma analüüsi raames välja selgitada muuhulgas taustaandmed, motivatsioon ja õppimisvõime (Villems, *et al.*, 2019).

3.5. Õpilaste ettepanekud matemaatika e-õppe kursuse arendamiseks

Magistritöö viimase uurimisküsimusega, millised on õpilaste ettepanekud matemaatika e-õppe kursuse arendamiseks, annab töö autor õpilastele võimaluse ise kaasa rääkida teostatavates muudatusetes. Avatud küsimuse vormis esitatud uuring võimaldab õpilasel välja tuua neid aspekte kursuse juures, mille kohta uurija ei osanud küsimusi esitada. Konkreetseid ettepanekuid tegid pooled õpilased (14-st 7) (tabel 8). Kuus õpilast sooviksid kursusele rohkem õppematerjali (nii tekst kui video), eriti just keeruliste ülesannetega seoses. Need materjalid peaksid teemasid hästi selgitama ja ülesande lahendust näitlikustama. Üks õpilane tõi esile, et oleks hea, kui õpilased saaksid ise oma kodutööde vastuseid kontrollida *Moodle*'s.

Tabel 8. Õpilaste ettepanekud matemaatika e-õppe kursuse arendamiseks (n = 7).

Teema	Ettepanek	N
Rohkem abistavat õppematerjali	Mõningate kodutööde ülesanded osutusid keeruliseks, oleks võinud olla rohkem selgitavat materjali.	2
	Võiks lisada erinevaid videoid.	2
	Näite ülesanded kirjalikus pildid võiks olla rohkem.	1
	Raskemate teemade kohta rohkem erinevat materjali.	1
Kodutööde vastuste kontrollimise võimalust	Kodutööde vastused võiksid ka <i>Moodle</i> 'is kirjas olla, et need, kel pole füüsilist materjali saaksid siiski oma vastuseid kontrollida.	1

Esile toodud arendustegevusteks on jällegi mainitud täiendava õppesisu lisamist kursusele.

Kokkuvõtlikult tuleb kursuste edasise arendamise käigus pöörata tähelepanu alljärgnevatele aspektidele:

- lisada täiendavat eriilmelist õppesisu, tagamaks sobiva materjali olemasolu eri õpistiilidega õpilastele;
- koostada senisest selgemad ja üksikasjalikumad õpijuhised;
- lisada kursustele digiõppevahendite kasutamist õpetavad juhised;
- üritada siduda õpiobjekte igapäevase eluga;
- lisada kursusele täiendavaid mittehinnatavaid õpiobjekte varasemate teemade meelde tuletamiseks ning tasemete ühtlustamiseks.

3.6. Töö väärtus ja piirangud

Magistritöö väärtuseks on info kogumine Audentese Erakooli õpilaste ning nende ootuste kohta veebkursuste osas ning info saamine, millisel moel õpib täielikult veebipõhist õpet läbiv gümnaasiumiõpilane. Vastavalt ADDIE-mudeli analüüsi etapile on välja toodud andmete kasutamine õppekursuse kavandamisel oluline. Kursuste parendamise seisukohast on

vajalik teada kursusel esinevaid probleeme ja õpilaste ootusi. Kogutud andmed võimaldavad olemasolevatesse kursustesse sisse viia teadlikult tehtud muudatused.

Magistritöö piiranguks on lähtumine ühe kooli õpilaskontinendist ning väiksearvuline valim, mistõttu ei ole uuringu tulemusi võimalik kanda üks üheselt üle teise kooli konteksti. Siiski toob uuring välja mitmeid suundumusi (veebivahendite kasutamisoskus, motivatsioon, ajaplaneerimine, ootused videomaterjalile), mida on võimalik järgnevate uuringute jooksul kasutada sisendina.

3.7. Tänusõnad

Tänan oma juhendajat Sirje Pihlapit koostöö ja vajalike nõuannete eest. Tänan oma kolleegi, Luua Metsanduskooli haridustehnoloog Riina Trallat, kes on mind julgustanud ja motiveerinud tööga jätkama ning jaganud asjalikke soovitusi töö koostamiseks. Tänan uuringus osalenud õpilasi ja kõiki teisi, kes on mind innustanud alustatud lõpule viima.

3.8. Autorsuse kinnitamine

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

Heido Pärtel

/allkirjastatud digitaalselt/

11.01.2021

KASUTATUD KIRJANDUS

9 e-learning content types and when to design them. (2020). Külastatud aadressil:

<https://www.ispringsolutions.com/blog/elearning-content-types>

Aas, Katrin (2020). *Matemaatika õpetamine II kooliastmes õppijakesksete õpitsenaariumite kaudu kasutades digivahendeid*. Magistritöö, Tallinna Ülikool.

Acosta, R.M. (2017). *Geogebra for teaching mathematics* Educational Innovation

Allen D.M. (2017) *Geogebra in the Classroom*. In: Allen G.D., Ross A. Pedagogy and Content in Middle and High School Mathematics. SensePublishers, Rotterdam.

Aluoja, L., Kusmin, M., Naulainen, M-M., Pilt, L., Rogalevitš, V., Tokko, U., Villems, A. (2015). *Digitaalse õppematerjali loomise soovitusel*. Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutus (HITSA).

Arbain, N., Shukor, N.A.(2015). *The Effects of GeoGebra on Students Achievement*. Procedia - Social and Behavioral Sciences 172, 208 – 214

Autoriõiguse seadus. (1992). Riigi Teataja I 1992, 49, 615. Külastatud aadressil <https://www.riigiteataja.ee/akt/128122011005>

Bates, AW. (2015). *Teaching in a digital age. Guidelines for teaching and learning*. Vancouver: Tony Bates Associates LTD.

Borambaev, M., Suleyman, M. (2020). *The Effects of using Geogebra*. 10th-11th grade students, International Young Scholars Workshop, 9, 1-7

Chalaune, B.B., Subedi, A. (2020). *Effectiveness of GeoGebra in teaching school mathematics*. An Interdisciplinary Academic Journal, 4 (1), 46 – 58

Clark, R., & Mayer, R. (2007). *E-learning and the science of instruction*. Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. San Francisco: Jossey-

Bass/Pfeiffer.

Creswell, JW. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4th ed.). USA: Sage Publications.

Haridus- ja Noorteamet. *Distantsope korraldamine*. Külastatud aadressil www.harno.ee/distantsope (külastatud 30.12.2020)

Eetikaveeb (s.a.). Teadustöö eetika. Külastatud aadressil <https://www.eetika.ee/et/teaduseetika/teadustoo>

E-learning. Concepts, Trends, Applications (2014). San Francisco, Epignosis LLC.

GeoGebra Partner Book. (2020). Külastatud lehel www.geogebra.org (külastatud 27.12.2020).

Gross, R. (2010). *Psychology: The Science of Mind and Behaviour* 6th Edition. London, Hodder Education.

Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011). Riigi Teataja I 2011, 1, 14. Külastatud aadressil <http://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021>

Gümnaasiumi riiklik õppekava (2011), lisa 3, para 1. Külastatud aadressil https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1290/8201/4021/2m_lisa3.pdf

Haridusuuenduskeskus, Tartu Ülikool. *Nüüdisaegne õpikäsitus*. Külastatud aadressil <http://www.ht.ut.ee/et/haridusuuenduskeskus/nuudisaegne-opikasisitus> (Külastatud 11.11.2020).

Harriman, G., (2014). *E-Learning Resources*. Külastatud aadressil <http://www.grayharriman.com/>

Introduction to Digital Learning. (2020). EDUCBA. Külastatud aadressil <https://www.educba.com/digital-learning/>

Joshi, D.R., Singh, K.B. (2020). *Effect of Using Geogebra on Eight Grade Students'*

Understanding in Learning Linear Equations. Mathematics teaching research
Journal 12, 3

Kampus, E., Pilt, L., VILLEMS A., Marandi T.(2013). *Õpiobjekt ja selle omadused*. Hitsa

Kapenieks, J., & Salite, I. (2012). *Action research for creating knowledge in an e-learning
environment*. Journal of Teacher Education for Sustainability, 14 (2), 111-129.

Kontarova, L; Šusteková, D. (2020). *Teaching with GeoGebra versus traditional method*.

Conference: 12th International Conference on Education and New Learning
Technologies, Dates: 6-7, 2020

*Kontseptsioon ja mõõtevahendid hindamaks rahulolu üld-, kutse- ja kõrgharidusega ning
täiendõppe võimalustega*. (2016). Haridus- ja Teadusministeerium

Kuiv, M. (2019). *Gümnaasiumi valikaine „Urimustöö alused“ e-kursuse loomine ja
rakendamine*. Magistritöö. Tartu Ülikool

Kusnets, K. (2007) *E-kursuste õppedisaini modelleerimine ja toestamine
multimeediumipõhiste õppematerjalide abil Eesti e-kutsekooli kontekstis*.
Magistritöö. Tallinna Ülikool

Kuusemets, L. (2020). *Abakuse õppematerjalide loomine ja tunni läbiviimist toetavad
materjalid õpetajatele ning õpilaste ja õpetajate tagasiside loodud
õppematerjalidele*. Magistritöö. Tartu Ülikool

Kwon, O. H. (2012). *Conceptualizing vectors in college geometry A new framework for
analysis on student approaches and difficulties*.

Ladva, A. (2019). *Digitaalse õppevara väljatöötamine Eesti Statistikaameti andmebaasi
kasutamiseks geograafia õppeaines III kooliastmes*. Magistritöö. Tartu Ülikool

Leacock, TL., Nesbit, JC. (2007) *A framework for evaluating the quality of multimedia
learning resources*. Journal of Educational Technology & Society, 10(2), 44–

59. Külastatud aadressil: http://www.ifets.info/journals/10_2/5.pdf

Lepik, M. (2012). *Matemaatikaõpe – mitte ainult ülesannete lahendamise*,

Külastatud aadressil http://oppekava.innove.ee/wp-content/uploads/sites/6/2016/09/Matemaatika6pe_madis_lepik.pdf.

Löfström, E. (2011). *Tegevusuuringu käsiraamat*. Tallinn: Archimedes.

Majerek, D. (2014). *Application of GeoGebra for Teaching mathematics*. Advances in Science and Technology Research Journal Volume 8, No. 24, 51–54

Nesbit, J., Belfer, K., Leacock, T. (2010). *Learning Object Review Instrument (LORI). User Manual, version 1.5*. E-Learning Research and Assessment Network.

Ntuli, E., Nyarambi, A. (2018). *Instructional Technology and Meaningful Learning. A Synthesis for Teacher Educators for 21st Century*. J. Keengwe, Mobile Technology, Constructivism and Meaningful Learning, 44-67. Hershey

Ogbonnaya U.I, Melody Mushipe, M. (2020). *The Efficacy of GeoGebra-Assisted Instruction on Students' Drawing and Interpretations of Linear Functions*. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research 19, 9

Pappas, C. (2020). *How To Create Engaging e-Learning: 10 Highly Effective Strategies For e-Learning Professionals*. Külastatud aadressil: <https://www.docebo.com/blog/how-to-create-engaging-elearning-10-highly-effective-strategies-for-elearning-professionals/>

Pinto, R. (2020). *E-learning: The Advantages and Challenges*. Külastatud aadressil: <https://www.entrepreneur.com/article/351860>

Putra,A., Hafis.M., Laswadi,L., Oktafia, M. (2020). *Gallery of Learning with Geogebra: Does it Affect Students' Learning Motivation*. Indonesian Journal of Science and Mathematics Education, 7, 210 – 218.

Ribeiro, B.N.M., Carvalho, C.V. (2014). *A Proposal of Potentially Meaningful Material for Teaching of Vector Mechanics*. Creative Education, 5, 1929-1935

- Roosimäe, K. (2016). *Bioloogia õppematerjali „Mikroorganismid“ koostamine ja katsetamine kakskeelse põhikooli 8. klassis*. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Saeed, M., Malallah, F., Alasaady, M. (2019). *A proposed model for designing E-learning courses*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 97, 1239-1250.
- Schacter, DL., Gilbert, DT., Wegner, DM. (2011). *Psychology*, 2nd edition. New York Worth Publishers.
- Sivaranjani; B., & Prakash, S. (2014). *E- Learning – An Overview*. International Journal of Engineering and Management Research, 4 (4), 117-123.
- Tallinna Ülikool Haridusteaduste Instituut. *Õppimise ABC*. Külastatud aadressil: <https://www.tlu.ee/sites/default/files/Instituudid/HTI/Blogimaterjalid/O%CC%83ppimise-abc.pdf> (Külastatud 13.12.2020)
- Tamm, S. (2019). *What is E-Learning?* Külastatud aadressil: <https://e-student.org/what-is-e-learning> (Külastatud 12.12.2020)
- Tirziu, AM., & Vrabie, C. (2015). *Education 2.0: e-learning methods*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 186, 376 – 380.
- Tõnisson, S. (2020). *Eesti üldhariduskooli õpetajad ja e-õppe platvormi kasutamine Viljandi Täiskasvanute Gümnaasiumi e-õppe õppekeskkonna Moodle'i näitel*. Lõputöö. Tartu Ülikool
- Villems, A., Koitla, E., Kusnets, K., Pilt, L., Kusmin, M., Dremljuga-Telk, M., ... & Plank, T. (2019). *Juhend kvaliteetse e-kursuse loomiseks*. Külastatud aadressil http://www.e-ope.ee/opetajatele/juhend_kvaliteetse_e-kursuse_loomiseks
- Wutchana, U., & Emarat, N. (2011). *Students' understanding of graphical vector addition in one and two dimensions*. Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education, 3(2), 102-111

LISAD

Lisa 1. Audentese Erakooli g-gümnaasiumi õpilaste küsitlus

Hea õpilane!

Palun Sul ära täita kitsa matemaatika e-kursust puudutav ankeet. Ankeedile vastates saad aidata muuta senised ja järgnevad kursused sobivamaks Sinu ootustega. Nii aga lood endale paremad õpivõimalused ning matemaatika õppimine muutub senisest meeldivamaks ning hinded loodetavalt paremaks.

Ankeet koosneb neljast osast ja selle täitmine on anonüümne. Saadud vastuseid ei seostata Sinuga.

Samas Sinu panus selle ankeedi täitmisel on väga oluline.

Hea oleks, kui jõuaksid ankeedile vastata veel käesoleva aasta jooksul.

Ette tänades

Heido Pärtel heido.partel@audentes.ee

5273438

* Kohustuslik

1. Millisel otstarbel kasutasid Veebikooli kursust

Märkige kõik sobivad.

- ☐ Peamiselt kasutasin seda vaid koduste tööde esitamiseks
- ☐ Vaatasin üles laaditud õppematerjale ja videosid
- ☐ Muu

2. Kui vastasid eelmisele küsimusele "muu", kommenteeri oma vastust

3. Milliseid seadmeid kasutad veebikoolis õppeülesannete sooritamisel?

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Nutitelefon
- ☐ Sülearvuti
- ☐ Lauaarvuti
- ☐ Tahvelarvuti

4. Kas vajalik tekst mahtus Sinu digiseadme ekraanile?

Märkige ainult üks ovaal.

☐

Seni ei ole probleeme esinenud

☐

On üksikuid probleeme tekstide või ülesannete paigutusega

☐

Tekstid olid raskesti kättesaadavad ja nende paigutus oli ebaloogiline

ettevalmistamist

Oskan seostada saadud
teadmisi igapäevase eluga

☐☐☐☐☐☐

Lisatud
enesekontrollivahendid
toetasid õppetööd

☐☐☐☐☐☐

6. Geogebra ja teiste veebivahendite kasutuskogemus *

Märkige kõik sobivad.

	Geogebra	Wolframalpha	Photomath	Mõni muu kaamerakalkulaator	Midagi muud
Olen oma varasemate õpingute käigus kasutanud	☐	☐	☐	☐	☐
Praeguse kursuse jooksul kasutasin	☐	☐	☐	☐	☐
Kodutööde lahendamisel kasutasin	☐	☐	☐	☐	☐
Õppimisel õige lahenduskäigu saamiseks kasutasin	☐	☐	☐	☐	☐

7. Milline on Sinu arvutikasutamisoskus GeoGebra kasutamiseks *

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Saan edukalt hakkama
- ☐ Kasutan, kuid vajaksin abi
- ☐ Kasutan raskustega
- ☐ Ma ei oska seda programmi kasutada
- ☐ Ma ei kasuta seda, sest see ei ole vajalik õppimiseks

8. Milline on Sinu arvutikasutamisoskus Wolframalpha kasutamiseks

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Saan edukalt hakkama
- ☐ Kasutan, kuid vajaksin abi
- ☐ Kasutan raskustega
- ☐ Ma ei oska seda veebilehte kasutada
- ☐ Ma ei kasuta seda, sest see ei ole vajalik õppimiseks

9. Sinu hinnangul on vektorite ja funktsioonide teema juures näitlikustamine

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Ülioluline
- ☐ Oluline
- ☐ Ei oska öelda
- ☐ Pole vajalik

10. Sinu hinnangul on vektorite ja funktsioonide teema juures Geogebra kasutamine *

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Ülioluline
- ☐ Oluline
- ☐ Ei oska öelda
- ☐ Pole vajalik

11. Kui pikk peaks olema õppevideo, mida on mugav tähelepanelikult jälgida

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Kuni 5 minutit
- ☐ 5 - 15 minutit
- ☐ 15 - 30 minutit
- ☐ Võib olla ka pikem

12. Veebikooli keskkonnas lisatud videod olid

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ liiga pikad
- ☐ sobiva
- ☐ pikkusega
- nii ja naa

13. Missugusel määral toetasid Sinu õppimist kursusele lisatud videod?

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ videod toetasid minu õppimist suurel määral
- ☐ videotest oli kasu mõnevõrra videoid oli liiga
- ☐ videoid oli liiga vähe või neid ei olnud
- ☐ ma ei vaadanud lisatud videoid

14. Kas eelistad ekraanivideot (ekraanil esitatud tegevus õpetaja selgitustega) või videot, kus näed ka õpetajat?

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Eelistan ekraanivideot
- ☐ Eelistan näha ka õpetajat
- ☐ Ma ei kasuta videomaterjale

15. Kursusel olid lisatud lingid e-koolikoti matemaatika materjalidele. Kas lisatud materjalid olid arusaadavad *

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ Mitte üldse
- ☐ Vähesel määral
- ☐ Nii ja naa
- ☐ Enamasti
- ☐ Täielikult

16. Lisatud e-koolikoti materjalid toetasid õppimist

Märkige ainult üks ovaal.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Üldse ei toetanud	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Toetasid väga

Motivatsioon ja õppimine

17. Üks ainekursus vastab õpilase 35 tunnile tööle. Kui palju kulutasid Sina ligikaudu aega ainekursuse läbimiseks, võttes arvesse nii kodutööde, muu õppimise kui arvestustöö tegemiseks kulunud aega *Märkige ainult üks ovaal.*

- ☐ Kulutasin alla 10 tunni
- ☐ 10 – 20 tundi
- ☐ 20 – 30 tundi
- ☐ Üle 30 tunni

18. Minu kursuse lõpuhinne oli

Märkige ainult üks ovaal.

- ☐ 5
- ☐ 4
- ☐ 3
- ☐ 2
- ☐ Ma ei ole veel kursust lõpetanud

19. Mis Sind motiveerib õppekursust avama ja õppeülesannetega tegelema

Märkige kõik sobivad.

- ☐ Huvitav õppematerjal
- ☐ Kiire tagasiside minu tulemustele
- ☐ Interaktiivsed ülesanded
- ☐ Vajadus ainekursus läbida
- ☐ Soov osata matemaatikat
- ☐ Head hinded
- ☐ Võtan matemaatikat kui väljakutset, millega saan sellega hakkama
- ☐ Raske oli ennast motiveerida tegelemaks iseseisvalt matemaatika õppeülesannetega
- ☐ Muu

20. Kui vastasid eelmisele küsimusele "muu", siis lisa selgitus

21. Kodutööde lahendamisel planeerisin aega teadlikult

Märkige ainult üks ovaal.

☐ Jah

☐ Ei

22. Kodutööde ülesannete lahendamisel

Märkige ainult üks ovaal.

☐ Sain ise hakkama

☐ Küsisin abi sõpradelt

☐ Küsisin abi õpetajalt

☐ Kirjutasin teiste pealt maha

23. Mis Sulle kursusel kõige rohkem meeldis?

24. Mis Sulle ei meeldinud, mida oleksid soovinud näha teisiti?

25. Millised olid peamised probleemid, mida õppimise jooksul kogesid?

Taustainfo

26. Sinu vanus

Märkige ainult üks ovaal.

☐ Kuni 18

☐ 18

☐ kuni

☐ 26 27

kuni

34 üle

34

27. Millised on olnud Sinu varasemad kogemused matemaatikaga

Märkige ainult üks ovaal.

☐ See aine meelis mulle

☐ Sain sellega hakkama, aga erilisi emotsioone ei tekitanud

☐ Sain hakkama raskustega

☐ Vihkasin seda

28. Milline oli Sinu hoiak matemaatika õppimisse käesoleva kursuse jooksul

Märkige ainult üks ovaal.

☐ Osalesin tegevuses meeleldi

☐ Võtsin seda kui paratamatust, mis tuleb lihtsalt ära teha

☐ See ei meeldi mulle

☐ Vihkan seda

29. Kas peale kooli lõpetamist vajad matemaatikat

Märkige ainult üks ovaal.

☐ Jah

☐ Ei

Lisa 2. Moodle edasijõudnute tunnistus



HARIDUS- JA NOORTEAMET



Euroopa Liit
Euroopa Sotsiaalfond



Eesti
tuleviku heaks

TUNNISTUS

Nr 1.8-1/1323-20

Heido Pärtel

isikukood 37104042770

läbis 18.11 - 13.12.2020 koolituse

Moodle edasijõudnutele (1,2 EAP)

mahus 31 akadeemilist tundi

Saavutatud õpiväljundid ja õpiväljundite saavutamise hindamise viisid:

Osaleja:

- püstitab eesmärgid ning täiendab oma Moodle'i kursust nendest lähtuvalt:
lisab kursusele interaktiivse sisu kasutades Moodle'i ja/ või väliseid vahendeid,
lisab kursusele erinevaid õppijate testimise võimalusi kasutades Moodle'i ja/ või väliseid vahendeid,
- seadistab plokid kursuse disainist ja/ või vajadustest lähtuvalt;
- loob rühmad ja/ või lisab muud piirangud vajadustest lähtuvalt;
- haldab hindetabelit ning seadistab ülesannete hindamise;
- loob kursusest varukoopia ning kasutab seda eesmärgipäraselt;
- reflekteerib oma eesmärkide saavutamist.

Allkirjastatud digitaalselt
Triin Saar
IKT projektijuht
(kuupäev digitaalallkirjas)

Haridus- ja Noorteamet
Registrikood 77001292
Majandustegevusteadete 218244

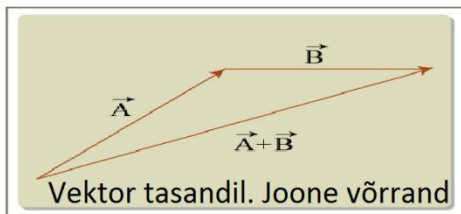
Lisa 3. Väljavõtte Audentes Erakooli e-gümnaasiumi kitsa matemaatika kursusest

Matemaatika (Kitsas) III kursus: Vektor tasandil. Joone võrrand

Avaleht / Minu kursused / E-gümnaasium / Matemaatika / Kitsas matemaatika (Hekko Partel) / Matemaatika (Kitsas) III kursus: Vektor tasandil. Joone võrrand

Luba muudata

Üldine



Tere tulemast kitsa matemaatika III kursusele
"Vektor tasandil. Joone võrrand"!

I kontakttund 11.10.2020

II kontakttund 15.11.2020

ARVESTUSTÖÖ 12.12.2020

Vaialikud õpematerjalid.

"Gümnaasiumi kitsas matemaatika III" õpik (Avita 2012)

Õpetajast

Koostöö arvestustöö

Kursuse sisuga seotud küsimused-vastused

Uudistefoorum

Matemaatika õhuõpiku e-õpik

Khan Academy videod eestikeelsest subtiitritega

VÄGA lai valik õppevideoid matemaatikast ja loodus- ja tehnoloogilistest põlvkooli tasemest ülikooli tasemeni. Kui mõni teema ei taha kuidagi selgeks saada ning vajab täiendavat selgitamist, püü siia.

Matemaatikaõpetaja



Hekko Partel
hekko.partel@audentes.ee

Tegevused

Forumid
Kursuse materjalid
Tagasiside
Testid
Ülesanded

Eelseisvad sündmused

Auditoorne õppetöö
Saturday, 16. January, 10.00

Auditoorne õppetöö
Sunday, 17. January, 10.00

III kursuse arvestus suigub
Wednesday, 20. January, 17.45

Kursuse läbimise tingimused

Kursuse hinde arvutamise valemiga:

$0,4 \cdot \text{kodutööde hinnete keskmine} + 0,6 \cdot \text{arvestustöö hinne}$.

Kodutööd tuleb esitada ettenähtud tähtaegadele Moodle vahendusel. Seejuures pange tähele, et Moodlele lisatavatel failidel on mahupiirang. Kokkuleppele õpetajaga on võimalik muud esitamisviisi. Kodutööde materjal on pärit kas õpikust või töövihikust ning hõlmab kahte-kolme alateemat.

Kursuse lõpus tuleb sooritada arvestustöö (max 60p).

Kursuse läbimiseks tuleb saada kursuse hindeks vähemalt "rahuldav".

Igal auditoorsel tunnil peab olema kaasas kalkulaator!

Soovijatele on koolis võimalik pakkuda tasuta konsultatsioone kõikides õppeainetes, k.a. matemaatikas.

Konsultatsioon toimub kas Teamsi vahendusel või silmast-silma kohtumisel koolimajas või mõnes muus aktsepteeritavas kohtumiskohas. Ühe konsultatsiooni pikkus on 45 min. Eelnevalt võiks konkreetsed küsimused ja teemad, milles vajate abi, mulle e-maili teel teada anda.

Küsige vajadusel julgesti abi!

Õpitulemused (gümnaasiumi riikliku õppekava alusel)

Kursuse lõpul õpilane:

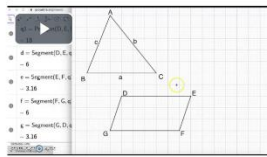
- 1) selgitab vektori mõistet ja vektori koordinaate;
- 2) tunneb sirget, ringjoont ja parabooli ning nende võrrandeid, teab sirgete vastastikkuseid asendite tasandil;
- 3) liidab ja lahutab vektoreid ning korrutab vektori arvuga nii geomeetriliselt kui ka koordinaatkuju;
- 4) leiab vektori skaalarkorrutise, rakendab vektori ristseisu ja kollineaarsuse tunnuseid;
- 5) koostab sirge võrrandi, kui sirge on määratud punkti ja tõusuga, tõusu ja algordinaadiga, kahe punktiga;
- 6) määrab sirgete vastastikkused asendite tasandil;
- 7) koostab ringjoone võrrandi keskpunkti ja raadiuse järgi;
- 8) joonestab sirgeid, ringjooni ja parabooli nende võrrandite järgi;
- 9) leiab kahe joone lõikepunkti (üks joonest on sirge);
- 10) kasutab vektoreid ja joone võrrandeid geomeetriaülesannetes.

KORDAMINE. RISTKOORDINAADISTIK

Elame kolmemõõtmelises ruumis, kuid enamuse oma matemaatilistest tegevustest oleme sooritanud kahemõõtmelises ruumis. Ka kolmas matemaatika kursus vaatleb vektorit tasandil ning erinevaid jooni tasandil. Vaid väikese kõrvalepõikega vaatleb kitsa matemaatika kursuse õplane kolmemõõtmelise ruumi.

Tasandil vektori vaatlemiseks joonestame ristkoordinaatteljestiku. Saad seda teha paberil või kasutades digitehnoloogilisi vahendeid. Väga heaks abimeheks käesoleva kursuse läbimisel on arvutiprogramm Geogebra, mida võid kasutada veebiversionina või laadida enda nutteseadmisse. Sulle sobiks ehk kõige paremini Geogebra classic.

<https://www.geogebra.org/classic> ;



Vajadusel saad programmi sätete alt vahetada ka kasutajaliidese keelt, nii et programm suhtleks Sinuga eesti keeles.

Vajalikud oskused:

- punkti märkimine arviteljel;
- punkti koordinaadi määramine arviteljel;
- koordinaatteljestikuga seotud mõisted;
- punkti märkimine koordinaattasandil;
- punkti koordinaadide määramine koordinaattasandil;
- arviteljel lõigu pikkuse arvutamine;
- sirge joonestamine;
- parabooli joonestamine.

Parabooliga seotu meeldetuletamiseks:

sivi.webs.com/Matemaatika9klass/RUUTFUNKTSIOON.pps

Enesekontrolliks võib lahendada õpikus lk 7 oleva lähtetesti ülesanded. Samuli on alati heaks õppimise ja enesekontrolli keskkonnaks e-koolikott.ee. Soovitan selle osa läbimiseks lahendada ära kõik järgneval lingil olevad ülesanded: <https://e-koolikott.ee/kogumik/19742-Koordinaatide-meetod>

1. LÕIGU KESKPUNKT. KAHE PUNKTI VAHELINE KAUGUS

1.1 Lõigu keskpunkt

Tasandil koordinaatidega paralleelselt paikneva lõigu keskpunti leidmine on väga lihtne. Muul kujul paikneva lõigu keskpunkti leidmiseks aga tekib esimese mõttena sirutada kasi sirklil või joonlaua järele. Aga saab ka teisti.

Vajalikud oskused:

- lõigu otspunktide järgi keskpunkti koordinaatide leidmine;

Harjutamiseks: õpik lk 9 ül 1.

- lõigu teise otspunkti leidmine ühe otspunkti ja keskpunkti koordinaatide abil.

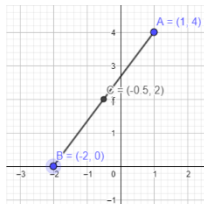
Harjutamiseks: õpik lk 9 ül 4.

Olulised valemid:

Lõigu keskpunkti koordinaadid

$$K\left(\frac{x_1 + x_2}{2}; \frac{y_1 + y_2}{2}\right)$$

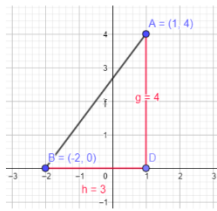
Sirikhel tuleb meelde pida, et igal tasandil paikneval punktil on kaks koordinaati. Esimese punkti koordinaate tähistame (x_1, y_1) , teise omi (x_2, y_2) . Punkti A koordinaat $x_1 = 1$ ning sama punkti y-koordinaat $y_1 = 4$. Punkti B tähistame koordinaate alaindeksiga 2, mistõttu $x_2 = -2$ ja $y_2 = 1$. Kui punkte on rohkem, võtame kasutusele alaindeksid 3, 4 jne.



Kolmnurga keskligi: <https://vara.e-koolikott.ee/h5p/embed/890>

1.2 Kahe punkti vaheline kaugus

Vaadelde eelmist joonist ning soovides teada punkti A ja B vahelist kaugust, võib esmapilgul tunduda, et selle leidmiseks on vaja joonlauda. Samas teame, et kõik mõõtmised on ebatäpsed ning nii ei õnnestu saada matemaatiliselt täpset tulemust. Täiendades olemasolevat joonist lõikudega g ja h, saame võimaluse kahe punkti vahelise kauguse leidmiseks Pythagorase teoreemiga $c = \sqrt{a^2 + b^2}$.



Tekkinud täisnurkse kolmnurga hüpoteenuks on lõik, mille pikkust otsime. Joonisele lisatud lõigud g ja h moodustavad aga kolmnurga kaatetid. Pythagorase teoreemi kohaselt lõigu pikkus on seega $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$. Saimegi lõigu pikkuse, mis on 5 ühikut.

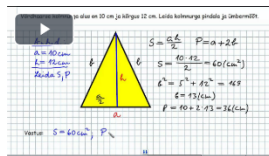
Sama Pythagorase teoreem, aga kirjutatud lõigu algus- ja lõpp-punkti koordinaatidega $(x_1; y_1)$ ja $(x_2; y_2)$.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Tuleks veel lisada, et kellel võivad tekkida vead koordinaatide lahutamisel (koordinaadid saavad olla ka riskoordinaatidele negatiivsete väärtustega osas), siis kindluse mõttes saame alati kahe punkti vahelised koordinaadid ka lugeda, lugedes ruudukesi teljestikus (praeguses näites siis 3 ja 4).

<http://weilovemath.ee/wp-content/uploads/2020/03/Kahe-punkti-vaheline-kaugus-1.pptx>

Kellel on ununenud Pythagorase teoreem, võiks vaadata põhikoodi videot



:

Vajalikud oskused:

- kahe punkti vahelise kauguse arvutamine.

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19743-Kahe-punkti-vaheline-kaugus>

Veebikaalulaator, mis aitab arvutamise teel saadud tulemusi kontrollida <https://et.calcprofi.com/kaugus-kahe-punkti-vahel-kaalulaator.html>



III kursuse 1. kodutöö

Õpik lk 11 ol 11. ja 12.

Lisaks joonesta antud kolmnurk ning kesklõik koordinaattasandil.

Ülesannete tekst on lisatud ka manusena nende jaoks, kellel ei ole õpikut laenutatud.



1. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja mitmenda kursuse mitmes töö see on.

Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

2. VEKTOR. TEHTED VEKTORITEGA

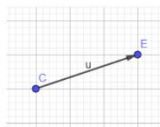
Vektoritega olete seni kokku puutunud füüsika tunnis. Usinamad õpilased lugesid 8.klassi õpikus ka lisalugemise tekste, kus räägiti jõudude liitmisest ja resultantjõust. Kes jätsid aga selle osa lugemata või unustasid loetu, teavad ikkagi igapäevaelust et igal jõul on lisaks suurusele ka suund, milles see mõjub. Nii tõmbab näiteks raskusjõud kehastid Maa poole. Ka tuulel, mis puhub, on alati mingi tugevus, aga ka suund. Matemaatikas (aga ka füüsikas) kirjeldab neid suurusi vektor. Rääkides tuulest kui vektoriaalsest suurusest, siis vektori arvvaartus (ehk vektori pikkus) näitab tuule tugevust, vektori suund aga tuule suunda. Nii leiame vektorid ka ilmakaardilt ja mitmelt poolt mujalt - seega on tegemist juba tuttava temaga. Õppetööde läbimisel oskate seda näha pisut laiemalt.

2.1 Vektori mõiste

Vektor on sirgjoon, millel on siht, suund ja suurus.

Mille poolest erineb siht suunast? Metsas on metsasiht, mida mööda saab liikuda mõlemas suunas. Ka raudteerööbastel ei ole suunda, vaid need on näiteks Tallinn - Tartu sihis, rongid saavad neid mööda aga sõita mõlemas suunas. Suurus näitas vektori pikkust ehk arvvaartust (füüsikas mõjuva jõu suurus).

NB! Pidage mees, et vektoreid teljestikku joonestades või visandades, joonistatakse alati nende ühte otsa - noolekene, mis näitab vektori suunda.



Joonisel on vektor $\vec{u}$, mille alguspunkt on C ja lõpp-punkt E.

Vajalikud oskused:

- vektori definitsioon ja tähistamine;
- Mõisted: kollineaarsed vektorid, samasuunalised vektorid, vastasuunalised vektorid, võrdsed vektorid, nullvektor, ühikvektor, nende tähistused;
- vektori pikkus ja selle tähis.

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19745-Vektori-moiste>

2.2 Vektori koordinaadid. Vektori pikkus

Vektori koordinaadid näitavad, kui palju peame liikuma x-telje positiivse suuna ja y-telje positiivse suuna poole. Jõudmaks alguspunkti lõpp-punkti. Nii ei erine vektori pikkuse ja koordinaatide leidmine millegi poolest juba õpitud lõigu pikkuse leidmisest. Seega siis jällegi Pythagorase teoreem. Tuleb vaid tähele panna, et alati ei ole antud vektori algus- ja lõpp-punkti, vaid näiteks üks nendest ja vektori koordinaadid

Vajalikud oskused:

- vektori koordinaatide leidmine;
- vektori pikkuse arvutamine.

Harjutamiseks: õplik lk 15 ül 18-22.

Olulised valemid:

Vektori koordinaadid

$$\overrightarrow{AB} = (x_2 - x_1; y_2 - y_1)$$

Vektori pikkus

$$|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Vektori $\overrightarrow{AB}$ otspunktide koordinaadid on A(2;-1) ja B(4;2). Leiame vektori koordinaadid:

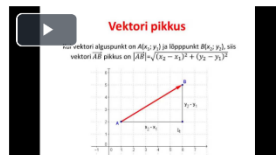
$$\overrightarrow{AB} = (4 - 2; 2 - (-1)) = (2; 3). \text{ Selle vektori koordinaadid on } (2; 3).$$

Koordinaatide leidmiseks lahutasime lõpp-punkti koordinaatidest alguspunkti koordinaadid.

Arvutame selle vektori pikkuse: $|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13} \approx 3,6$ üh. Selle vektori pikkus on ligikaudu 3,6 ühikut.

Pikkuse leidmiseks kasutasime Pythagorase teoreemi, vajalikud arvud saime vektori koordinaatidest (näitavad nihet x- ja y-telje suhtes).

Video vektorist



2.4 Vektorite liitmine ja lahutamine

Vektoreid, nagu ka arve, saame liita ja lahutada. Kõige lihtsam on seda teha koordinaatidega antud vektorite puhul:

Liites vektori koordinaatidega (1;3) vektoriga, mille koordinaadid on (4;5), saame vektori koordinaatidega (5; 8). Jah, nii lihtne see ongi, ei ole vaja üle mõelda.

Vektorite graafilise liitmise kohta vaadake selles teemas lisatud videot.

Vajalikud oskused:

- vektorite liitmine;
- mitme vektori summa leidmine;
- vektorite lahutamine.

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19746-Vektorite-liitmine>

õplik lk 24 ül 33, 34.

Olulised valemid:

Vektorite liitmine

$$\vec{a} + \vec{b} = (X_1 + X_2; Y_1 + Y_2)$$

Vektorite lahutamine:

$$\vec{a} - \vec{b} = (X_1 + (-X_2); Y_1 + (-Y_2))$$

 Vektori mõiste ja vektorite summa

Õpetaja Peeter Mikko viideotund

 Vastandvektor, nullvektor ja vektorite vahe

Õpetaja Peeter Mikko viideotund

 Vabavektorite liitmine kolmnurgareegli järgi

 Vektorid ja nende liitmine rõpükükureegli järgi

 Näidisülesanded lahendustega

 III kursuse 2. kodutöö

Õplik lk 45 ül 80.

Ülesande tekst on lisatud ka manusena nende jaoks, kellel ei ole õpikut laenutatud.

 2. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

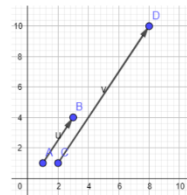
Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja mitmenda kursuse mitmes tööl see on.

Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

2. VEKTOR. TEHTED VEKTORITEGA (2)

2.3 Vektori korrutamine arvuga

Korutades vektori mingi arvuga, suureneb vektori pikkus selle korrutise võrra. Näiteks vektori, mille koordinaadid on (2;3) korrutamisel arvuga 3, saame vektori koordinaatidega (6;9). Seejuures muutus vaid vektori pikkus, tema suund jäi samaks.



Vajalikud oskused:

- vektori korrutamine arvuga;
Harjutamiseks: õpik lk 19 ül 27.
- vektorite kollineaarsuse tunnused;
Harjutamiseks: õpik lk 19 ül 29, 30.
- vastandvektori koordinaatide leidmine.

Oliulised valemid:

Vektori korrutamine arvuga

$$\alpha \cdot \vec{u} = (\alpha X; \alpha Y)$$

Vektorite kollineaarsuse tunnus

$$\vec{u} \parallel \vec{v} \Leftrightarrow \frac{X_1}{X_2} = \frac{Y_1}{Y_2} = \alpha, \quad \text{ku} \begin{cases} \alpha > 0, & \text{st} \vec{u} \parallel \vec{v} \\ \alpha < 0, & \text{st} \vec{u} \nparallel \vec{v} \end{cases}$$

Vastandvektori koordinaadid

$$-\vec{AB} = \vec{BA} = (-X; -Y)$$

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19747-Vektorite-lahutamine-ning-korrutamine-arvuga>

Õpik lk 19 ül 28.

2.5 Nurk vektorite vahel. Vektorite skalaarkorrutis



Rammumeeste võistlustel on sageli vaja k le otsas vedada mingit autot. Millise nurga all hoida k it, et rakendada oma jõud maksimaalselt auto liikumasaamisele? Neile küsimustele leiab vastuse, kui oskame arvutada vektoritevahelist nurka.

Mõisted ja oskused:

- vektorite vahelise nurga mõiste;
- vektorite skalaarkorrutise leidmine.

Oliulised valemid:

Vektorite skalaarkorrutis

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \varphi$$

Koordinaatidega antud vektorite skalaarkorrutis

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = X_1 X_2 + Y_1 Y_2$$

Harjutamiseks: Õpik lk 27  l 42, 43.

2.6 Skalaarkorrutis ja nurk vektorite vahel

Vajalikud oskused:

- vektorite vahelise nurga leidmine;
Harjutamiseks: õpik lk 29 ül 47.
- vektorite ristseisu tunnus;
Harjutamiseks: õpik lk 29 ül 48.
- vektori skalaarruut.
Harjutamiseks: õpik lk 29 ül 50.

Olulised valemid:

Vektoritevaheline nurk

$$\cos \varphi = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}$$

Koordinaatidega antud vektorite vaheline nurk

$$\cos \varphi = \frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2} \cdot \sqrt{X_2^2 + Y_2^2}}$$

Vektorite ristseisu tunnus

$$\vec{a} \perp \vec{b} \Leftrightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0$$

Vektori skalaarruut

$$\vec{a}^2 = |\vec{a}|^2$$

Teemas õpitud oskuste harjutamiseks ja enesekontrolliks <https://e-koolikott.ee/kogumik/19748-Vektorite-skalaarkorrutis>



Vektori korutamine skalaariga

Õpetaja Peeter Mikkovi videotund



Vektorid. Kokkuvõtlik esitus.



Näidisülesanded lahendustega



III kursuse 3. kodutöö

Töövihik lk 14 ül 7.

Lisaks joonestatud kolmnurk.

Ülesande tekst on lisatud ka manuseks nende jaoks, kellel ei ole töövihikut.



3. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskaik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja milmanda kursuse milmes töö see on.

Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

3. SIRGE TASANDIL

3.1 Sirge võrrandid

Kõige lihtsamaks jooneks tasandil on sirge. Kindlasti mäletame, et sirge joonestamiseks on vaja teada vähemalt kahte punkti, mis asuvad sellel sirgel. Võimalusi sirge määramiseks oli aga veel. Tuletame need siis koos meelde.

Vajalikud oskused:

- kahe punktiga antud sirge võrrandi koostamine;
- tõusu ja tõusunurga mõisted ja tõusu arvutamine;
- ühe punkti ja tõusuga antud sirge võrrandi koostamine;
- tõusu ja algordinaadiga antud sirge võrrandi koostamine;
- koordinaatidega paralleelsete sirgete võrrandite koostamine;
- sirgete ristseisu tunnus;
- paralleelsete sirgete tõusud.

Olulised valemid:

sirge tõus

$$k = \tan \varphi = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

kahe punktiga antud sirge võrrand

$$\frac{x - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y - y_1}{y_2 - y_1}$$

ühe punkti ja tõusuga antud sirge võrrand

$$y - y_1 = k(x - x_1)$$

tõusu ja algordinaadiga antud sirge võrrand

$$y = kx + b$$

x-teljega paralleelse sirge võrrand

$$y = b$$

y-teljega paralleelse sirge võrrand

$$x = a$$

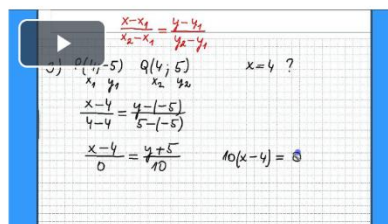
sirgete ristseisu tunnus

$$s \perp t \Leftrightarrow k_s \cdot k_t = -1$$

paralleelsete sirgete tõusud

$$s \parallel t \Leftrightarrow k_s = k_t$$

Väike video



Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19749-Sirge-vorrand>

Šopik lk 34-35 ul 51-60 ja lk 39 ul 69.



Sirge võrrand, Kokkuvõtlik esitlus



Joone võrrand. kokkuvõte



Näidisülesanded lahendustega



III kursuse 4. kodutöö

Õpik lk 45 ül 83.

Ülesannete tekst on lisatud ka manusena nende jaoks, kellel ei ole õpikut laenutatud.



4. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja mitmenda kursuse mitmes töö see on.

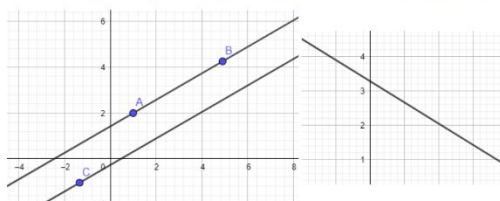
Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

3. SIRGE TASANDIL (2)

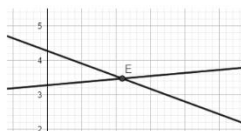
3.2 Kahe sirge vastastikused asendid

Vaadeldes kahe sirge omavahelist asendit, siis need saavad olla kas:

a) paralleelsed või kattuvad (ühtivad). Ühtivate ehk kattuvate sirgete korral on näha ainult ühte sirget, sest kõik sirgete punktid on samad.



b) lõikuvad



Lõikuvatel sirgetel on üks lõikumispunkt. Selle leidmise, kui lahendasime võrrandisüsteemi. Oled õppinud võrrandisüsteemi lahendamata nii liitmis- kui asendusvõttega. Jooniselt lõikepunkti leidmist nimetati graafiliseks lahenduseks.

Lõikuvate sirgete vaheliseks nurgaks loetakse kokkuleppeliselt väiksemat nurka nende sirgete vahel ehk tekkivat teravnurka. Kui $\varphi > 90^\circ$, siis tuleb leida veel $180^\circ - \varphi$.

c) ristuvad (see on lõikumise erijuhtum).



Vajalikulid oskused:

- kahe sirge kolme võimaliku vastastiku asendi (lõikuvad, paralleelsed, ühtivad) teadmine ja eristamine;
- kahe sirge vastastiku asendi leidmine võrrandisüsteemi lahendamiselega;
- kahe sirge vahelise nurga mõiste teadmine;
- sirgete vahelise nurga valemi kasutamine.

Oululised valemid:

Lõikuvad sirged

$$k_1 \neq k_2 \text{ ehk } \frac{A_1}{A_2} \neq \frac{B_1}{B_2}$$

Ühtivad sirged

$$k_1 = k_2, b_1 = b_2 \text{ ehk } \frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

Paralleelsed sirged

$$k_1 = k_2, b_1 \neq b_2 \text{ ehk } \frac{A_1}{A_2} = \frac{B_1}{B_2} \neq \frac{C_1}{C_2}$$

Sirgete vaheline nurk

$$\tan \varphi = \left| \frac{k_2 - k_1}{1 + k_2 \cdot k_1} \right|$$

NB! Sirgete vaheline nurk peab olema teravnurk.

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19750-Kahe-sirge-vastastikused-asendid-tasandil>

õplik lk 39 ül 64, 67, 68.

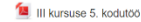


Sirge tasandil

Väga hea kokkuvõtlik esitlus



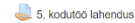
Näidisülesanded lahendustega



III kursuse 5. kodutöö

Töövihik lk 20 ül 9. ja 10.

Ülesannete tekst on lisatud ka manusena nende jaoks, kellel ei ole töövihikut.



5. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja mitmenda kursuse mitmes tööl see on.

Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

4. PARABOOLI VÕRRAND. RINGJOONE VÕRRAND. SIRGE JA KÕVERA LÕIKEPUNKTIDE LEIDMINE

4.1 Parabooli võrrand

Parabooli teema on üksnes kordamiseks seni õpitust, midagi uut sirjuures omandama ei pea. Juba põhikoolis õppisid ruutvõrrandeid ning nende lahendamist. Ruutvõrrand on võrrand kujul $ax^2 + bx + c = 0$. Kirjutades ruutvõrrandi kujule $y = ax^2 + bx + c$, saime ruutfunktsiooni. Olenevalt ruutvõrrandikujust, kasutati selle lahendamiseks kasutati kas taandamata ehk täieliku ruutvõrrandi lahendivalemit

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

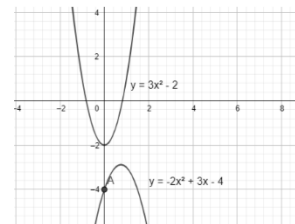
taandatud ruutvõrrandi lahendivalemit

$$x_{1,2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}.$$

või Viète'i teoreemi. Ruutvõrrandi lahendamisel saadud lahend oli tekkiva graafiku lõikepunkt x-teljega ehk nullikoht (koht, kus y väärtus = 0).

Igasuguse ruutvõrrandi graafiliseks kujuks oli parabool, mis võis avaneda kas üles (seda juhul, kui ruutliikme ees olev kordaja oli positiivne, nt $y = 3x^2 - 2$) või alla (kui ruutliikme ees olev kordaja oli negatiivse väärtusega, nt $y = -2x^2 + 3x - 4$). Vabalt (see, millel ei ole taga x^2 või x), meie näidetes siis esimesel näitel 2 ja teisel -4, näitab seda kohta, kus parabooli graafik lõikab y-telge.

Kui ruutvõrrandi lahendamisel tekib olukord, kus lahendid puuduvad (ruutjuure alla tuli negatiivne arv), siis see ei tähenda, et parabooli ei eksisteeri. Selline parabool paikneb lihtsalt tervikuna kas üleval- või allpool x-telge (nii nagu ka meie näites parabool $y = -2x^2 + 3x - 4$).



Vajalikud oskused:

- teadmine, et parabool on ruutfunktsiooni graafikuks;
- ruutfunktsiooni nullkohtade leidmine;
- parabooli haripunkti koordinaatide leidmine;
- parabooli skitseerimine.

Olulised valemid:

Parabooli võrrand

$$y = ax^2 + bx + c$$

Ruutvõrrandi $ax^2 + bx + c = 0$ lahendivalem

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

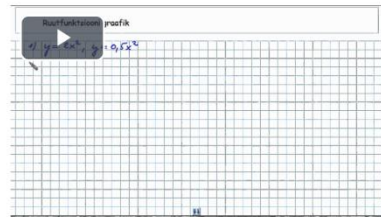
Haripunkti x-koordinaat

$$x_h = -\frac{b}{2a} \quad \text{või} \quad x_h = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

Haripunkti y-koordinaadi saame siis, kui asetame leitud X_h väärtuse algseesse võrrandisse.

$$y_h = ax_h^2 + bx_h + c$$

Parabooli õppisite juba põhikoolis. Vajadusel saab seda meenutada



Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19751-Parabool>

õpik lk 44 ül 70.

4.2 Ringjoone võrrand

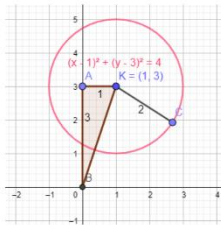
Oleme õppinud ringjoone mõistet ning oskame leida selle pikkust ja ringi pindala. Need oskused on olulised nii igapäevases elus kui selle kursuse läbimisel.

Soovides joonistada ringjoont, asetame sirgli teraviku selle keskpunkti ning sirgli teise haara kaugus esimesest on joonestatava ringjoone raadiuseks. Seega teame, et ringjoon on määratud läbi keskpunkti koordinaatide ja raadiuse ehk teisisõnu - teades ringjoone keskpunkti ja raadiust, saame alati selle ringjoone ka joonistada.

Ringjoone võrrandi standardkuju on

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

Tegelikult on see jällegi meile tuttava pythagorase teoreemi $a^2 + b^2 = c^2$ kohaldamine ringile, kus tekkinud mõttelise kolmnurga hüpoteenuusi moodustab ringjoone raadius



Kuna ringjoone võrrandis on raadiuse ruut, siis selle ringjoone raadius on $\sqrt{4}$, mille väärtus on 2, nagu selgub ka jooniselt. Keskpunkt K(1;3) ning selle seos ringjoone võrrandiga on samuti jooniselt nähtav läbi tekkinud kolmnurga.

Vajalikud oskused:

- ringjoone võrrandi seos tema keskpunkti koordinaatide ja raadiusega;
- ringjoone võrrandist tema keskpunkti koordinaatide ja raadiuse või diameetri leidmine;
- ringjoone võrrandi koostamine tema keskpunkti ja raadiuse või diameetri abil;
- ringjoone skitseerimine;
- ringi pindala ja ümbermõõdu arvutamine.

Olulised valemid:

Ringjoone võrrand

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2 \quad \text{kus } K(a; b) \text{ on keskpunkt ja } r \text{ on raadius}$$

Ringi pindala

$$S = \pi r^2$$

Ringi ümbermõõt

$$C = 2\pi r = d\pi$$

Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19752-Ringjoone-vorrand>

õpik lk 44 ül 71-74.

4.3 Sirge ja kõvera lõikepunktide leidmine

Joonte lõikepunktid leiame, kui koostame võrrandisüsteemi ja lahendame selle. Need oskused on omandatud põhikoolis ning korratud üle kitsa matemaatika I.kursusel. Võrrandisüsteeme lahendamiseks:

liitmisvõte

<https://vara.e-koolikott.ee/node/3531>

asendusvõte

<https://vara.e-koolikott.ee/node/3419>

Vajalikud oskused:

- võrrandisüsteemide lahendamine;
 - ringjoonele antud punktis tõmmatud puutuja võrrandi koostamine (vt õpik lk 43 N2).
- Harjutamiseks:

<https://e-koolikott.ee/kogumik/19756-Kahe-joone-loikepunkt>

õpik lk 44 ül 75-76.



Ruutfunktsiooni graafik.



Ruutfunktsioon. Kokkuvõtlik tabel.



Joone võrrand - kokkuvõte



Kordamine. Võrrandite ja võrratuste lahendamine.

Sirge ja kõvera lõikepunktide leidmiseks tuleb lahendada vastav võrrandisüsteem, seega tuleb üle korrata võrrandite lahendamine.



Näidisülesanded lahendustega



III kursuse 6. kodutöö

Õpik lk 45 ül 86 ja 87 ning lk 44 ül 76 1).

Ülesannete tekst on lisatud ka manusena nende jaoks, kellel ei ole õpikut laenutatud.



6. kodutöö lahendus

Lae siia oma kodutöö lahendus. Lahendused võivad olla nii käsikirjalised kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklikult esitatud ja joonistega illustreeritud.

Jälgi, et töö peal on kirjas sinu nimi ja mitmenda kursuse mitmes töös see on.

Lahendused võid esitada fotodena, pdf- või tekstidokumendina.

KORDAMINE ARVESTUSTÖÖKS

Arvestustöö ülesanded on sarnased kodutööde ülesannetega, seega kordamisel soovitatakse vaadata kodutööde ülesanded.

Kursuse hinde arvutan valemiga:

$$0,4 \cdot \text{kodutööde hinnete keskmine} + 0,6 \cdot \text{arvestustöö hinne.}$$

Kursuse läbimiseks tuleb saada kursuse hindeks vähemalt "rahuldav".



Vektor. Joone võrrandid. Kokkuvõtlik materjal kordamiseks koos näiteülesannetega



Ise koostatud tekstülesanne ja selle lahendus

Selle ülesande täitmine on vabatahtlik aga samas rangelt soovituslik, sest nii võib saada arvestustööle juurde kuni 10 lisapunkti.

Ülesanne peab olema seotud käesoleva kursuse materjaliga ja eeskujuks võib võtta õpiku/TV/eksami ülesanded.

Soovitatakse ülesande sisu siduda enda igapäevaeluga - st märgata matemaatikat igapäevas.

Koostatud tekstülesanne ja selle lahendus võib olla nii käsikirjaline kui ka trükitud, kuid lahenduskäik peab olema terviklik ja jälgitav.

Kursuse tagasiside

Õppijate eest peidetud



Kursuse tagasiside küsitlus

Siin saad avaldada oma mõtteid läbitud kursuse kohta.

ARVESTUS



III kursuse arvestus

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Heido Pärtel,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose Gümnaasiumi kitsa matemaatika e-kursuste koostamine ja õppijate tagasiside koostatud kursustele, 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 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Heido Pärtel
11.01.2021